

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS BOTUCATU

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE
APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS PARA A CITRICULTURA**

ALEXANDRE TACHIBANA

Tese apresentada a Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU – SP
Setembro – 2004

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS BOTUCATU

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE
APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS PARA A CITRICULTURA**

ALEXANDRE TACHIBANA

Orientador: Prof. Dr. Ulisses Rocha Antuniassi

Tese apresentada a Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Energia na Agricultura.

**BOTUCATU – SP
Setembro - 2004**

À minha noiva Yara
dedico

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agronômica (FCA) e ao Departamento de Energia na Agricultura por terem me recebido no curso de Doutorado.

Ao Professor Dr. Ulisses Rocha Antuniassi pela orientação e acompanhamento no curso de doutorado, e também pela amizade durante esses anos.

À Máquinas Agrícolas Jacto pelo desenvolvimento dos protótipos e aos colegas Affonso, Cristiano, Tango e Sartori.

À Branco Peres Citrus pelo apoio e compreensão durante o período do curso e aos colegas de trabalho das fazendas São Manoel e Tangará.

Aos Professores do Departamento de Energia na Agricultura pelo convívio e conhecimentos transmitidos.

À banca examinadora pelo aperfeiçoamento do trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Energia na Agricultura pela colaboração durante este período.

Aos colegas Edmílson, Carolina, Zulema, Augusto, Silva e Fábio pela amizade e convivência nos trabalhos realizados em grupo.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

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

Tachibana, Alexandre, 1975-
T117d Desenvolvimento e avaliação de sistemas de aplicação
de defensivos para a citricultura / Alexandre Tachibana.
-- Botucatu, [s.n.], 2004.
x, 111 f. : il. color.

Tese (doutorado) -- Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrônômicas.

Orientador: Ulisses Rocha Antuniassi.

Inclui bibliografia.

1. Pulverização. 2. Defensivos agrícolas. 3. Máquinas
agrícolas. 4. Citricultura. I. Antuniassi, Ulisses
Rocha. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de
Ciências Agrônômicas. III. Título.

Palavras-chave: Pulverização; Deposição; Máquinas; Defensivos
agrícolas; Citricultura.

SUMÁRIO

1 RESUMO.....	1
2 SUMMARY.....	3
3 INTRODUÇÃO.....	5
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	7
4.1 Importância da Cultura da laranja (<i>Citrus sinensis</i>, L. Osbeck).....	7
4.2 Ácaro da Leprose - <i>Brevipalpus phoenicis</i> (Geijskes,1939).....	8
4.3 Tecnologia de aplicação de defensivos.....	10
4.4 Fatores que influenciam a qualidade da aplicação de defensivos na citricultura.....	11
4.4.1 Geradores de gotas.....	11
4.4.2 Assistência a ar.....	12
4.4.3 Fatores climáticos.....	14
4.4.4 Deposição dos produtos fitossanitários e cobertura das folhas.....	15
4.4.5 - Volume de calda.....	16
4.4.6 Dimensionamento de bicos.....	18
4.4.7 Pressão de trabalho.....	18
4.4.8 Velocidade de deslocamento.....	18
4.4.9 Comparações entre modelos de pulverizadores.....	19
4.4.10 – Perdas.....	22
4.5 Metodologias para avaliação da qualidade da aplicação de defensivos.....	22
4.5.1 Cobertura.....	22
4.5.2 Deposição.....	23
4.5.3 Distribuição de gotas.....	24
4.5.4 – Controle Biológico.....	24
5 – MATERIAL E MÉTODOS.....	25
5.1 – Fase 1.....	26
5.1.1 – Material.....	26
5.1.2 – Métodos.....	28
5.1.2.1 – Preparo da calda.....	28

5.1.2.2 – Tratamentos.....	28
5.1.2.3 – Condições operacionais.....	29
5.1.2.4 – Delineamento experimental.....	30
5.1.2.5 – Amostragem das folhas nas plantas.....	30
5.1.2.6 – Parâmetros para avaliação.....	31
5.2 – Fase 2.....	31
5.2.1 – Material.....	32
5.2.2 - Métodos.....	32
5.1.2.1 – Preparo da calda.....	32
5.2.2.2 – Tratamentos.....	33
5.2.2.3 – Condições operacionais.....	33
5.2.2.4 – Delineamento experimental.....	34
5.3 – Fase 3.....	34
5.3.1 – Material.....	34
5.3.2 - Métodos.....	35
5.3.2.1 – Pré-testes.....	35
5.3.2.2 – Preparo da calda.....	36
5.3.2.3 – Tratamentos.....	36
5.3.2.4 – Condições operacionais.....	36
5.3.2.5 – Delineamento experimental.....	37
5.3.3.6 – amostragem de frutos nas plantas.....	37
5.3.3.7 – Coleta de lâminas.....	38
5.3.2.8 – Obtenção da calda depositada nas folhas, frutos e lâminas.....	38
5.3.2.9 – Determinação da área de exposição dos alvos.....	39
5.3.2.10 – Parâmetros para avaliação da cobertura e depósitos da pulverização.....	40
6 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
6.1 – Fase 1.....	42
6.2 – Fase 2.....	50
6.3 – Fase 3.....	54
6.3.1 – Pré-ensaios.....	54

6.3.1.1 – Arbus 4 Ventiladores.....	54
6.3.1.2 – Arbus Ventilador duplo.....	56
6.3.2 – Experimento final.....	58
6.3.2.1 – Análise de cobertura das folhas.....	58
6.3.2.2 – Análise de deposição de calda.....	68
6.3.2.2.1 – Análise da eficiência dos equipamentos.....	68
6.3.2.2.2 – Análise dos tratamentos.....	78
6.3.2.2.3 – Estimativa de depósitos e derivas.....	91
7 – CONCLUSÕES.....	98
8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
ANEXO	110

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Classificação dos tipos de bicos hidráulicos e suas aplicações. (adaptado de Matthews (1979) por Matuo (1990)).	11
Tabela 2	Descrição dos tratamentos para pulverização em citros.	28
Tabela 3	Condições climáticas e operacionais no momento das pulverizações.	29
Tabela 4	Descrição dos tratamentos para pulverização em citros.	33
Tabela 5	Condições climáticas e operacionais no momento da pulverização em citros.	33
Tabela 6	Descrição dos tratamentos para pulverização em citros.	36
Tabela 7	Condições climáticas e operacionais no momento do ensaio.	37
Tabela 8	Análise de variância das médias de porcentagem de cobertura nas faces das folhas, em função da posição no perfil vertical das plantas.	43
Tabela 9	Interação entre tratamentos e posições de coleta no perfil vertical: análise das posições em função de cada tratamento (% de cobertura).	43
Tabela 10	Interação entre tratamentos e posições de coleta no perfil vertical: análise dos tratamentos em função de cada posição (% de cobertura).	44
Tabela 11	Análise de variância das médias de porcentagem de cobertura em função das faces das folhas.	45
Tabela 12	Interação entre tratamentos e face das folhas: análise das faces em função de cada tratamento (% de cobertura).	45
Tabela 13	Interação entre tratamentos e face das folhas: análise dos tratamentos em função de cada face (% de cobertura).	46
Tabela 14	Análise de variância das médias de porcentagem de cobertura nas faces das folhas, em função da posição no perfil horizontal das plantas.	47
Tabela 15	Interação entre tratamentos e posição no perfil horizontal das plantas:	

análise das posições em função de cada tratamento (% de cobertura).	47
Tabela 16 Interação entre tratamentos e posição no perfil horizontal das plantas: análise dos tratamentos em função de cada posição (% de cobertura).	48
Tabela 17 Análise de variância das médias de porcentagem de cobertura nas faces das folhas, em função da posição das mesmas (ângulo em graus) em relação à direção de deslocamento do pulverizador.	49
Tabela 18 Interação entre tratamentos e posição (ângulo em graus) das folhas em relação à direção de deslocamento do pulverizador: análise das posições em função de cada tratamento (% de cobertura).	49
Tabela 19 Interação entre tratamentos e posição (ângulo em graus) das folhas em relação à direção de deslocamento do pulverizador: análise dos tratamentos em função de cada posição (% de cobertura).	50
Tabela 20 Análise de variância e interação entre os tratamentos das médias de porcentagem de cobertura nas faces das folhas, em função da posição no perfil vertical das plantas.	51
Tabela 21 Análise de variância e interação entre tratamentos das médias de porcentagem de cobertura em função das faces das folhas.	52
Tabela 22 Análise de variância e as interações entre tratamentos das médias de porcentagem de cobertura nas faces das folhas, em função da posição no perfil horizontal das plantas.	53
Tabela 23 Análise de variância e interação entre os tratamentos das médias de porcentagem de cobertura nas faces das folhas, em função da posição das mesmas (ângulo em graus) em relação à direção de deslocamento do pulverizador.	54
Tabela 24 Análise de variância e interação entre os tratamentos das médias de porcentagem de cobertura nas faces das folhas, em função da posição no perfil vertical das plantas.	60
Tabela 25 Interação entre tratamentos e posições de coleta no perfil vertical: análise das posições em função de cada tratamento (% de cobertura).	61
Tabela 26 Interação entre tratamentos e posições de coleta no perfil vertical: análise dos tratamentos em função de cada posição (% de cobertura).	61

Tabela 27	Análise de variância e interação entre tratamentos das médias de porcentagem de cobertura em função das faces das folhas.	63
Tabela 28	Análise de variância e as interações entre tratamentos das médias de porcentagem de cobertura nas faces das folhas, em função da posição no perfil horizontal das plantas.	64
Tabela 29	Análise de variância e interação entre os tratamentos das médias de porcentagem de cobertura nas faces das folhas, em função da posição das mesmas (ângulo em graus) em relação à direção de deslocamento do pulverizador.	66
Tabela 30	Interação entre tratamentos e posição (ângulo em graus) das folhas em relação à direção de deslocamento do pulverizador: análise das posições em função de cada tratamento (% de cobertura).	67
Tabela 31	Interação entre tratamentos e posição (ângulo em graus) das folhas em relação à direção de deslocamento do pulverizador: análise dos tratamentos em função de cada posição (% de cobertura).	67
Tabela 32	Análise de variância da deposição da pulverização nos frutos comparando interação entre os tratamentos. Valores corrigidos para 1.000 L.ha^{-1} .	77
Tabela 33	Análise de variância da deposição da pulverização nos frutos comparando interação entre os tratamentos.	90
Tabela 34	Estimativa de deposição da calda somente nas folhas, por planta e área, em função dos depósitos médios obtidos em cada tratamento.	92
Tabela 35	Estimativa de deposição da calda somente nos frutos, por planta e área, em função dos depósitos médios obtidos em cada tratamento.	93
Tabela 36	Estimativa de deposição da calda somente sob a copa das plantas, por planta e área, em função dos depósitos médios obtidos em cada tratamento.	94
Tabela 37	Estimativa de deposição da calda somente entre as fileiras das plantas, por planta e área, em função dos depósitos médios obtidos em cada tratamento.	95
Tabela 38	Estimativa de deposição da calda por área (ha) para cada alvo avaliado.	96

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Esquema comparativo do pulverizador convencional com um pulverizador do tipo "cortina de ar". Adaptado de Whitney e Salyani (1990). 21
- Figura 2** Modelo dos equipamentos em operação nas parcelas: (a) Valência, (b) Super Export e (c) Martignani. 27
- Figura 3** Posições de amostragem das folhas nas plantas: (a) vista lateral, (b) vista superior. 31
- Figura 4** Equipamentos em operação nas parcelas: (a) Protótipo 1 e (b) Martignani. 32
- Figura 5** Equipamentos em operação nas parcelas: (a) Valência, (b) Protótipo 2 – “4 ventiladores” e (c) Protótipo 3 – “Duplo Ventilador”. 34
- Figura 6** Esquema da parcela das plantas e a localização das lâminas de vidro para coleta de deriva. 38
- Figura 7** Equipamentos: (esquerda) Valência – considerado como pulverizador convencional e (direita) Arbus “4 ventilador” – na fase inicial dos ensaios de campo. 55
- Figura 8** Equipamento Arbus 4 ventilador (4 VENT) na versão final em operação na parcela aplicando calda com corantes. 56
- Figura 9** Equipamentos: (direita) Valência – considerado como pulverizador convencional e (esquerda) Arbus “Ventilador Duplo” (2 VENT) – na fase inicial dos ensaios de campo. 57
- Figura 10** Vista do equipamento Arbus “Ventilador Duplo” (2 VENT) na versão final em operação na parcela aplicando calda com corantes. 58
- Figura 11** Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 90AE. Valores corrigidos para 1.000 L.ha^{-1} . 68

- Figura 12** Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 90AI. Valores corrigidos para $1.000L.ha^{-1}$. 69
- Figura 13** Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 90ME. Valores corrigidos para $1.000 L.ha^{-1}$. 70
- Figura 14** Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 90MI. Valores corrigidos para $1.000L.ha^{-1}$. 70
- Figura 15** Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 90BE. Valores corrigidos para $1.000 L.ha^{-1}$. 71
- Figura 16** Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 90BI. Valores corrigidos para $1.000L.ha^{-1}$. 72
- Figura 17** Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 0AE. Valores corrigidos para $1.000 L.ha^{-1}$. 72
- Figura 18** Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 0AI. Valores corrigidos para $1.000 L.ha^{-1}$. 73
- Figura 19** Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 0ME. Valores corrigidos para $1.000 L.ha^{-1}$. 74
- Figura 20** Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 0MI. Valores corrigidos para $1.000 L.ha^{-1}$. 74
- Figura 21** Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 0BE. Valores corrigidos para $1.000 L.ha^{-1}$. 75
- Figura 22** Frequência acumulada e análise de variância da deposição da

	pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 0BI. Valores corrigidos para 1.000 L.ha ⁻¹ .	76
Figura 23	Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos em todas as posições. Valores corrigidos para 1.000 L.ha ⁻¹ .	78
Figura 24	Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 90AE.	79
Figura 25	Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 90AI.	80
Figura 26	Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 90ME.	81
Figura 27	Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 90MI.	81
Figura 28	Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 90BE.	82
Figura 29	Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 90BI.	83
Figura 30	Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 0AE.	84
Figura 31	Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 0AI.	85
Figura 32	Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição	

OME.	86
Figura 33 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição OMI.	87
Figura 34 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição OBE.	87
Figura 35 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição OBI.	89
Figura 36 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos em todas as posições.	91
Figura 37 Equipamento de pulverização com fluxo divergente.	95
Figura 38 Distribuição do volume de calda aplicado em 3 grupos: Retido na planta (folhas + ramos); Perdas quantificadas (depósitos sob a copa + entre fileiras); e Não quantificado (diferença para 100%).	97

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS PARA A CITRICULTURA

Autor: Alexandre Tachibana

Orientador: Ulisses Rocha Antuniassi

1 RESUMO

O controle do ácaro da leprose (*Brevipalpus phoenicis*) é um dos tratamentos fitossanitários mais importantes para a cultura do citros, devido ao alto custo com defensivos e das máquinas utilizadas. Os principais objetivos desse trabalho foram avaliar os equipamentos existentes no mercado e desenvolver outros visando redução no volume de calda empregado atualmente na citricultura e conseqüentemente reduzir o custo desse controle. Os métodos utilizados para a avaliação consistiram em aplicar caldas com corantes e quantificar a cobertura sob luz violeta e os depósitos por espectrofotometria. Os corantes utilizados foram o Luxcor LRM 100 e o corante Azul Brilhante (FD&C-1). Foram avaliadas 3 máquinas existentes no mercado atual que utilizam entre 2.000 e 6.000 L.ha⁻¹, onde constatou-se que havia excesso de volume de calda e/ou falta de cobertura em pontos estratégicos na planta para o controle da praga. Dessa maneira iniciaram os desenvolvimentos e avaliações de 3 protótipos visando trabalhar com volume de calda intermediário 4.000 L.ha⁻¹, embora tenham sido testados também com 2.000 L.ha⁻¹. Em geral, observaram-se maiores depósitos nas regiões externas às plantas e posicionadas a 90°. com relação ao sentido do alinhamento das plantas; já as regiões internas e localizadas no alinhamento das plantas foram as que obtiveram menores depósitos. Com relação aos volumes de calda, observou-se maior deposição nos tratamentos com maiores volumes; porém, o tipo da máquina influenciou na deposição, que em alguns casos foi mais importante que o volume de calda elevado. Como exemplo, mesmo utilizando volume de calda menor, o protótipo com fluxo de ar convergente

obteve maiores depósitos em folhas e frutos. Observou-se como consequência que as máquinas com fluxo convergente são mais eficientes que as de fluxo divergente, no tocante à deposição da calda, pois esse tipo de máquina proporcionou retenção de aproximadamente 70% da calda aplicada, enquanto nos sistemas convencionais essa retenção foi menor que 45%.

Palavras chave: Pulverização, Deposição; Máquinas, Defensivos, Citricultura

DEVELOPMENT AND EVALUATION OF PESTICIDES APPLICATION SYSTEMS TO CITRUS CROP

Author: Alexandre Tachibana

Adviser: Ulisses Rocha Antuniassi

2 SUMMARY

The citrus flat mite (*Brevipalpus phoenicis*) control is one of the most important cultural practices to citrus crop, due the high cost with pesticides and machineries involved. The main goals of this work were evaluate the current equipments utilized and develop others to get reduction in rate volume currently employed in citrus growing and consequently reduce the cost of this practice. The methods employed for this evaluation were consisted in application of dye in sprayings and quantify the covering under violet light and deposits by spectrofotometry. The dyes utilized were Luxcor LRM 100 and Brilliant Blue (FD&C-1). Were evaluated three machines that work between 2.000 and 6.000 L.ha⁻¹, was verified a great abundance of rate volume and/or no sufficient covering in important parts of the tree to post control. In this way, was started the development and evaluation of three prototypes to aim work a intermediate rate volume (4.000 L.ha⁻¹), even they were tested with 2.000 L.ha⁻¹. As general considerations to spraying were observed higher deposits in extern parts and locate at 90° from the tree line; the internal parts on the tree line were considered the most difficult place to get deposits. Is possible verify a higher deposits in treatments which employed high volume, but the machine's type influenced the deposits, that in some cases were most important than high volume; as an example, even with lower rate volume, the prototype with converging air flow obtained higher deposits at leaves and fruits. Were observed as consequence, the sprayer with converging air flow are more efficient than

diverging air flow sprayer, in respect to deposits, because it can retain in tree about 70% of the applied rate volume while conventional system sprayers can retain less than 45%.

Palavras chave: Spraying, Deposition; Machine, Pesticides, Citrus crop

3 INTRODUÇÃO

Como em todos os setores da economia, a citricultura brasileira está passando por um processo de mudanças visando aumentar a competitividade no mercado interno e externo através da redução de custos. Os tratamentos fitossanitários podem representar até 30% dos custos de produção da laranja.

Um dos aspectos de fundamental importância econômica para essa cultura é o controle de pragas e doenças onde, com a tecnologia disponível, são efetuadas no mínimo 5 pulverizações ao longo do ano, incluindo as adubações foliares, para frutas destinadas à indústria de suco. Segundo Rigolin e Tersi (1999) o controle de pragas e doenças ultrapassa 40% do custo total de produção. Estima-se que para a safra de 2002 o custo da operação de pulverização, incluindo máquinas e produtos fitossanitários, representou 38,9% do custo de produção da laranja na árvore, sem considerar a colheita e que somente os defensivos utilizados representam aproximadamente 24% do custo (Agriannual, 2003).

Atualmente, os equipamentos mais utilizados na citricultura para o controle de pragas e doenças são os pulverizadores de jato transportado de fluxo divergente equipados com bicos hidráulicos. Porém esses equipamentos têm mostrado baixa eficiência no controle fitossanitário, especialmente quando o alvo está posicionado no interior da copa. Na tentativa de minimizar tal problema utilizam volume de calda elevado.

A necessidade da redução de custos nas aplicações de defensivos agrícolas na citricultura, aliada à preocupação com o meio ambiente, constituíram os motivos

fundamentais para a elaboração desse trabalho. Assim, o principal objetivo desse trabalho foi avaliar e desenvolver sistemas de aplicação de defensivos agrícolas na citricultura, visando a redução do volume de calda e dos impactos ambientais.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Importância da Cultura da laranja (*Citrus sinensis*, L. Osbeck)

De acordo com Vieira (1976), no início do século praticamente toda a produção de citros do Brasil foi destinada ao consumo interno, sendo comercializado apenas o excedente em mercados e feiras livres. Com o aumento da área cultivada o volume excedente foi se tornando significativo, tanto que em 1911, foi realizada a primeira exportação de laranja, destinada à Argentina.

Segundo Moreira e Moreira (1991), o início do processo para que o Brasil detivesse atualmente o primeiro lugar como produtor e exportador de suco concentrado ocorreu em 1962/63 com a ocorrência de uma forte geada na Florida (Estados Unidos da América), abriu-se a oportunidade para a exportação brasileira do suco concentrado congelado de laranja (FCOJ - *Frozen Concentrated Orange Juice*), ocasionando um aumento das áreas plantadas principalmente no estado São Paulo.

A expansão que vinha sendo rápida até 1965, passou a ser "febril" após o ano de 1970, onde anualmente foram plantadas milhões de árvores (Moreira e Moreira, 1991). De acordo com Maia (1996), isto ocorreu devido à chegada das indústrias processadoras de laranja na década de 70, sendo que 90% instalaram-se no estado de São Paulo, chegando a processar até 80% da produção.

De acordo com Amaro et al. (1991), a cultura citrícola encontra-se disseminada por todo o território nacional, com grande importância econômica e social para

diversos estados, onde se situa entre as dez principais culturas. O estado de São Paulo (ESP) responsável por, pelo menos, 75% da produção nacional de laranja. Reis (1995) afirma que o ESP detinha 85% da produção brasileira em 1995, aumentando em 10 pontos percentuais a sua participação no mercado em relação à década de 80.

Neves et al. (1991) afirmam que no início da década de 90, houve um aumento significativo da oferta e conseqüentemente os preços do FCOJ ficaram em baixa no mercado. A recuperação da produção de laranja na Florida (EUA) foi responsável por essa queda nos preços no início da década de 90 (Silva, 1994).

Neves (1996) destaca que o Brasil é o maior produtor mundial de suco concentrado de laranja, pois de acordo com um levantamento na safra de 93/94, o mundo inteiro produziu cerca de 2,13 milhões de toneladas, sendo que deste montante o Brasil foi responsável por 1,13 milhão, ou seja, cerca de 53% da produção mundial.

Segundo dados da FAO - Food and Agriculture Organization -(2002), na década de 90 o Brasil detinha cerca de 35% da produção mundial de laranja, já na safra de 2001/02 esse valor passou para aproximadamente 28%, devido ao aumento da produção norte americana. Mesmo com essa queda, o Brasil ainda é o maior produtor de laranja do mundo, seguido pelos Estados Unidos da América com 18,3% da produção mundial, México com 6,7%, China com 5,2%, Índia com 4,9% e Espanha com 4,45% .

Quanto ao mercado de suco concentrado de laranja, o Brasil detém mais de 80% do suco exportado no mundo FAO (2002).

A ABECITRUS - Associação Brasileira de Exportadores de Cítricos (2004) afirma que a exportação de FCOJ foi de aproximadamente 1,35 milhão de toneladas na safra de 2.003/2004.

4.2 Ácaro da Leprose - *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes,1939)

O ácaro da leprose dos citros é uma das principais pragas da cultura dos citros no estado de São Paulo, causando sérios danos à produção de laranja por ser vetor do vírus da Leprose, o qual pode comprometer seriamente a produtividade da planta atacada. Segundo Campos e Omoto (2002) a estratégia utilizada para controlar o ácaro da leprose tem sido a pulverização com defensivos agrícolas. Em 1999, foram gastos mais de US\$ 70 milhões

com acaricidas na citricultura brasileira, o que corresponde a aproximadamente 18% do custo de produção e cerca de 85 a 90% dos acaricidas comercializados no Brasil.

Por ser uma das pragas mais importantes para a citricultura, existem diversos trabalhos realizados com a ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939). Na década de 70 foram desenvolvidos trabalhos relacionados ao comportamento e as diferentes fases de desenvolvimento da praga, como os trabalhos de Martinelli et al. (1976) e Suplicy Filho et al. (1977). Na década de 80 e 90 foram desenvolvidos inúmeros trabalhos relacionados ao controle químico como os de Oliveira et al. (1983), Silva et al. (1986), Calafiori et al. (1986), Motta et al. (1987), Raga et al. (1996), Chiavegato e Fraga (1997), Alves et al. (2000).

Quando se refere a tecnologia de aplicação de defensivos – produtos não sistêmicos - é importante conhecer os hábitos das pragas, pois dessa forma estará se conhecendo o alvo que se deseja atingir. Segundo Matioli et al (1998) uma das espécies mais abundantes nas folhas de *Citrus sinensis* é a *Brevipalpus phoenicis* (Tenuipalpidae). Segundo os autores, as populações do ácaro da leprose aumentam nos meses de novembro, dezembro e janeiro devido à alta temperatura e umidade relativa do ar, apesar de se encontrar esse ácaro na planta durante todo o ano. Quando se refere a folhas, os ácaros preferem a superfície abaxial das folhas e não foi encontrada diferença significativa quanto à distribuição desse artrópode nas faces norte, sul, leste e oeste da planta.

Segundo Trindade e Chiavegato (1994), o desenvolvimento dos ácaros da leprose são afetados pela temperatura. Os autores observaram que a uma temperatura de 23°C a duração da fase imatura (ovo-adulto) foi 29,9 dias, enquanto que a 27°C a duração da fase foi 23,9 dias. Resultados parecidos foram observados por Sadana e Kumari (1991) quando acompanharam o desenvolvimento do ácaro da leprose em laboratório, variando as condições ambientais em 20, 25 ou 30°C e 50, 70 ou 90% de umidade relativa do ar. Para os autores a melhor condição ambiente para os ácaros é de 25 ou 30°C e 70 % de umidade relativa do ar, onde constataram o menor tempo de desenvolvimento, o maior período de oviposição, a maior fertilidade e viabilidade dos ovos.

Albuquerque et al. (1997) avaliaram a relação entre as incidências de verrugose e a leprose dos citros em frutos de laranja-pêra. Os resultados obtidos mostraram que os frutos com maior incidência de verrugose apresentaram menores lesões de leprose, a explicação para esse fato é que em frutos sadios os ácaros podem se movimentar melhor do

que em frutos com verrugose. Embora os dados obtidos por Chiavegato e Kharfan (1993), indicam que mais de 50% das fêmeas dos ácaros estão em frutos com verrugose, em segundo lugar ficaram os ramos com 20%.

Gravena (2002) afirma que para se fazer a inspeção do ácaro da leprose deve-se avaliar 2 frutos maduros, internos e de preferência com verrugose em cada planta inspecionada.

4.3 Tecnologia de aplicação de defensivos

Para que uma aplicação de defensivos seja eficiente, é necessário que o produto atinja o alvo desejado (planta ou parte dela onde pode-se encontrar a praga ou doença que se deseja controlar). Porém, a aplicação de defensivo eficaz é aquela que deposita o produto somente no local onde se deseja atingir (ausência de deriva) e que propicie condições de cobertura, deposição e distribuição ideais para cada praga ou doença.

Diversos fatores influenciam na aplicação de defensivos, fazendo com que a quantidade de produtos que se aplica não atinja o alvo. Segundo Courshee (1960) cerca de 45 a 70% dos produtos aplicados não atingiam o alvo desejado e as derivas das aplicações alcançavam distâncias entre 10 e 1.000 m do local da aplicação. Holownicki et al. (2000a) afirmam que as aplicações de defensivos em pomares são consideradas ineficientes porque no processo mais de 50% dos produtos aplicados são perdidos. Isso além de causar uma perda econômica para o produtor também pode causar poluição ambiental.

Um dos parâmetros utilizados para a avaliação de uma aplicação de defensivos é a cobertura, que indica a quantidade de gotas por cm^2 . Segundo Courshee (1967) citado por Matuo (1990), uma das maneiras de aumentar a cobertura é aumentar o volume de aplicação (L/ha) ou reduzir o diâmetro das gotas.

Outro parâmetro é a deposição de defensivos na planta, onde estima-se a diferença entre o aplicado e o retido na planta. E por fim a distribuição do produto na planta, conforme a metodologia proposta por Palladini (1990) utilizada por Raetano (1996), onde subdividem a planta em setores em função da altura e profundidade em relação à copa da planta.

Para o controle máximo de pragas e doenças é necessário obter a

maior deposição de produto possível e a cobertura deve ser homogênea (De Moor et al., 2000). Para isso é necessário regular a assistência a ar do pulverizador em função da arquitetura da planta, utilizar defletores de ar, utilizar bicos ideais para cada tipo de aplicação.

4.4 Fatores que influenciam na qualidade da aplicação de defensivos na citricultura

3.4.1 Geradores de gotas

Segundo Matuo (1990) o bico é o órgão final de um pulverizador e sua função é a geração de gotas e tem influencia na vazão e distribuição. De acordo com a classificação de bicos de Matthews (1979) citada por Matuo (1990), os bicos são caracterizados pela energia envolvida na formação das gotas (Tabela 1).

Tabela 1 Classificação dos tipos de bicos hidráulicos e suas aplicações. (adaptado de Matthews (1979) por Matuo (1990)).

Energia	Tipo	Utilização
Hidráulica	Impacto	Bico de baixa pressão produzindo gotas grandes, geralmente utilizados para aplicação de herbicidas
	Leque	Utilizado para pulverizações em superfícies planas como solo.
	Cone	Utilizado para pulverizações de folhagens
Gasosa	Pneumática	Utilizado para pulverizações de folhagens, principalmente árvores e arbustos
Centrífuga	Disco ou gaiola rotativa	Aplicação de volumes mínimos com controle do tamanho de gotas (CDA). Baixa rotação dos discos para gotas grandes. Alta rotação para gotas pequenas.
Cinética	Vibratório	Utilizado para gerar gotas grandes e uniformes, evitando a deriva.
Térmica		Utilizado para tratamento espacial em armazéns e florestas.
Elétrica	Eletrostático	Gotas eletricamente carregadas e atraídas por objetos aterrados.

Em trabalhos desenvolvidos por Furness e Pinczewski (1985) para aplicações a volumes baixos, para as culturas de citros e videira, foram utilizados bicos com discos rotativos (energia centrífuga). Segundo Raisigl e Felber (1991) esses tipos de bicos

podem reduzir em mais de 50% o volume de calda aplicado quando comparados aos bicos hidráulicos. Embora esses bicos reduzam o volume de calda, os autores afirmam que esses bicos de discos rotativos precisam de maior manutenção, podendo apresentar problemas em função do produto utilizado.

Sander (1991) relata que os atomizadores rotativos (micronair) são frequentemente utilizados em pulverizações aéreas. O autor avaliou um atomizador desenvolvido para pulverizadores de jato transportado e também observou que esses bicos podem reduzir 50% o volume de calda na pulverização. Ainda afirmam que a turbulência na forma de redemoinhos causam um aumento na retenção de gotas pelas folhas. Um problema observado é que a presença do atomizador na saída de ar do pulverizador reduz o volume de ar emitido e conseqüentemente a tendência das gotas atravessarem a copa.

4.4.2 Assistência a ar

A assistência a ar é uma técnica utilizada a mais de cem anos. Segundo Hislop (1991) utilizavam esse método para aplicar alguns produtos químicos em pó nas culturas, através da corrente de ar gerada por foles. De acordo com Large (1940) citado por Hislop (1991) o primeiro pulverizador com assistência a ar foi desenvolvido na França em 1885 para aplicação de calda bordalesa na viticultura.

Um fator muito importante na aplicação de defensivos em plantas arbóreas é a assistência a ar. Porém existem muitas particularidades nesse sistema que podem afetar positivamente ou negativamente a eficácia da pulverização. Como exemplo, somente a velocidade do ar pode ser fundamental nesse processo. Verecke et al. (2000) salientam que uma velocidade do ar muito baixa pode proporcionar uma cobertura insuficiente do alvo, já uma velocidade muito elevada pode fazer com que os defensivos atravessem a árvore ao invés de pararem nela. Os autores avaliaram a distribuição de ar de pulverizadores com ventilador axial e radial e observaram que os ventiladores axiais geram ventos com velocidade baixa (15 a $33 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) e volume alto (30.000 a $38.000 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$). Já os ventiladores radiais geram velocidade alta ($50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) e volume baixo ($12.240 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$).

Embora a assistência a ar pareça algo simples, existem muitos fatores

que podem influenciar na qualidade da aplicação de defensivos, como velocidade, direção, volume, entre outros. Furness e Pinczewski (1985) avaliaram a distribuição da pulverização obtida de pulverizadores com jatos de ar convergentes e divergentes com aplicações a volume baixo e alto em pomares de citros. Os autores observaram que os pulverizadores com jato de ar convergentes utilizando um volume de calda de 650 L/ha proporcionavam uma maior uniformidade de cobertura (gotas/cm²) nas folhas de laranja e a cobertura desses equipamentos eram semelhantes aos pulverizadores com jato divergentes utilizando volumes de calda entre 8.000 e 10.000 L/ha. O pulverizador com jato convergente aplicando 650 L/ha cobriu 90% da superfície adaxial e 50% da superfície abaxial das folhas com no mínimo 500 gotas/cm². Além disso, os pulverizadores com jato convergente proporcionaram uma maior deposição e variabilidade menor de gotas/cm² nos locais mais difíceis de se atingir.

Van Ee e Ledebuhr (1988), citados por Svensson (2001), afirmam que a distribuição dos depósitos é maior e mais uniforme, quando se utiliza varias saídas de ar dirigidas ao centro da árvore (jato de ar convergente), quando comparados à tecnologia convencional com apenas uma saída (jato de ar divergente).

Atualmente as perdas das aplicações de defensivos têm diminuído consideravelmente devido a melhora na descarga de ar dos pulverizadores em função da introdução de novas técnicas de sistema de descarga de ar. Devido a esse fato, Holownicki et al. (2000b) realizaram um trabalho visando desenvolver um sistema de assistência a ar com ajuste automático em função do tamanho da planta e direção do vento durante o tratamento do pomar, pois de acordo com os resultados dos experimentos, regulagens corretas do ar em função do tamanho da planta podem reduzir significativamente as perdas. Segundo os autores a menor perda foi observada com o aumento da deflexão do ângulo dos jatos de ar acima de 30° para trás, proporcionando a menor perda (42,8%).

Abi-Saab e Antuniassi (2000) avaliaram a pulverização com jato transportado (com assistência a ar) na cobertura folia com defensivos nas superfícies de videiras. Os autores observaram que as pulverizações com assistência a ar apresentaram resultados de cobertura significativamente maiores que em aplicações realizadas sem a assistência a ar embora não tenham observado diferenças na deposição e perdas de defensivos.

Cerruto et al. (1998) desenvolveram um trabalho onde avaliaram a cobertura (gotas por cm²), considerando como variáveis independentes o fluxo de ar

disponibilizado pelo ventilador, o lado da pulverização e a velocidade de deslocamento do equipamento. Quanto ao fluxo de ar foram avaliados três tratamentos (sem ar, 5,5 m³/s e 6,8 m³/s) e os resultados obtidos indicaram que o aumento do volume de ar eleva a porcentagem de cobertura e a quantidade de gotas por cm², a diferença entre o pulverizador desligado e com 5,5 m³/s foi um aumento de 227 para 315 gotas por cm² (aumento de 39%), esse número foi de 389 gotas por cm² (aumento de 71%) quando o ventilador gerou 6,8 m³/s. Quanto a cobertura os acréscimos foram de 21% e 62% para os tratamentos de 5,5 e 6,8 m³/s, respectivamente.

Svensson (2001) afirma que normalmente a velocidade das gotas sejam equivalentes à velocidade do ar, porém o autor acredita que essa hipótese seja válida apenas para gotas pequenas.

4.4.3 Fatores climáticos

Pfalzer (1993) afirma que o vento durante a aplicação de defensivos é a principal causa da contaminação do operador e do meio ambiente, enfatizando que para uma aplicação adequada a velocidade do vento não pode ultrapassar 3 m/s, condizente com o manual da British Crop Protection Council (1991) que sugere que a aplicação de defensivos agrícolas seja realizada com velocidades de vento entre 0,9 m/s (3,2 km/h) e 2,7 m/s (9,6 km/h).

Segundo Lavers (1993), a temperatura do ambiente e a umidade relativa do ar influenciam significativamente na eficiência da aplicação de defensivos, quando se utiliza como meio de transporte a água. A alta temperatura aliada à baixa umidade relativa pode reduzir rapidamente o tamanho das gotas por evaporação. Além disso, a turbulência atmosférica pode aumentar com a elevação da temperatura e conseqüentemente essas gotas podem ser perdidas, pois não conseguirão atingir o alvo.

Estudando a deposição da pulverização em citros sob diferentes condições meteorológicas, Hoffmann e Salyani (1996) explicam que há um aumento na deposição da pulverização, quando esta é realizada no período noturno, devido à menor temperatura e à maior umidade relativa do ar quando comparada à pulverização diurna. A umidade da superfície das folhas contribui para o aumento da deposição neste período. Porém,

mesmo quando as folhas estão secas, no período noturno a deposição é maior que a realizada durante o dia.

4.4.4 Deposição dos defensivos agrícolas e cobertura das folhas

Para avaliar a qualidade de uma pulverização, deve-se observar a deposição – quantidade de produto que atinge o alvo – e a cobertura das folhas – como esse produto é distribuído na folha. Segundo Matthews (1992), quando a pulverização é de volume alto, o objetivo é obter uma cobertura total da cultura (ponto de escorrimento), embora isto seja difícil de acontecer, especialmente numa copa densa. O autor afirma ainda que uma pulverização com volume menor de calda gera uma aplicação com pequenas gotas cobrindo a área da folha, e que o controle tem sido tão bom quanto às pulverizações realizadas até o escorrimento.

Avaliando o desempenho de pulverizadores para citros, Whitney et al. (1986) realizaram um ensaio de deposição da pulverização para diversos pulverizadores, variando o volume de calda por área e a velocidade do ar. Para o ensaio foi escolhido um pomar de laranja “Valência” com aproximadamente 4,9m de altura e com alinhamento das ruas no sentido norte e sul. As folhas foram coletadas a 0° do azimute e a 90° do azimute. Os autores observaram que para todos os tratamentos a deposição da calda foi superior nas folhas localizadas a 90° do azimute que nas folhas localizadas a 0°. Nas posições externas (>1,8m em relação ao centro da planta) a redução média foi de 40% nas folhas a 0° do azimute e nas posições internas essa redução foi de apenas 6%. Isso revela a maior dificuldade de se atingir o interior da planta e a parte localizada no sentido do alinhamento da fileira de plantas.

Salyani (1988), em estudos da influência do tamanho das gotas na eficiência da deposição da pulverização em citros, concluiu que a distância ao alvo e velocidade afetaram a eficiência da deposição e que o tamanho da gota tem um efeito significativo na eficiência da deposição, detectando que o melhor tamanho de gota foi de 240 a 340 µm, para pulverização em citros.

Salyani e Whitney (1990), estudando o efeito da velocidade do ar na deposição dentro da copa das plantas de laranja, chegaram à resultados semelhantes, entretanto argumentam ainda que a folhagem densa e pontos de amostragem mais internos à copa

apresentam menores deposições da pulverização.

Segundo a equação de Courshee (1967) citada por Matuo (1990), pode-se obter uma cobertura elevada aumentando o volume de aplicação (L/ha) e/ou aumentar a taxa de recuperação das gotas, que em condições normais se consegue utilizando tamanho de gota mais eficientemente coletadas pelo alvo. A diminuição do diâmetro das gotas também proporciona um aumento no grau de cobertura do alvo.

Um estudo sobre avaliação da cobertura de pulverização em pomares de maçã realizado por Derksen e Breth (1994) identificou o que o desgaste dos bicos hidráulicos e a pressão utilizada como os principais problemas da baixa cobertura das folhas.

Derksen e Grey (1995) avaliaram a deposição de defensivos em pomares de maçã. Nesse estudo foram comparados alguns modelos de pulverizadores, quando observaram que o equipamento com maior ventilador conseguiu maior depósito principalmente nas partes mais densas e difíceis de proteger, detectando que maiores volumes de ar elevam os depósitos na parte superior das plantas. As velocidades de deslocamento de 0,9 e 1,3 m/s não influenciaram significativamente a deposição dos produtos fitossanitários.

Segundo Raetano (1996), a combinação de menores velocidades de deslocamento, arranjo com maior número de bicos e maiores pressões de trabalho propiciam uma melhor cobertura do alvo, deposição e penetração das pulverizações em plantas de citros.

Segundo Farooq e Salyani (2002), quando avaliaram a penetração da pulverização em pomares de citros, detectaram que os depósitos na parte superior da planta são menores que na inferior e essas diferenças são ainda maiores nas regiões mais distantes da pulverização. Os autores explicam que essa diferença pode ser explicada pela maior densidade foliar existente nas partes mais altas da planta.

4.4.5 Volume de calda

Hernandez e Escobio (1986), estudando o efeito de diferentes formas de aplicação utilizando pulverizadores de ventilador axial em pragas de citros em Cuba, constataram que o volume de calda de 516 L/ha foi o tratamento que proporcionou melhor qualidade de pulverização, aliada à alta produtividade.

Estudando a deposição da pulverização em cinco diferentes volumes

de aplicação em citros, Salyani e McCoy (1990) constataram que a medida que o volume aumentava, reduzia a média e a variabilidade da deposição na parte externa da copa, entretanto isto não foi observado na parte interna da planta, portanto quando o alvo é interno, o simples aumento no volume de calda não é suficiente para aumentar a deposição.

Salyani (1994) e Hoffmann e Salyani (1996) afirmam que volumes de calda menores proporcionam menores perdas, porém, os autores salientam que o coeficiente de variação (CV) da deposição geralmente diminui com o aumento do volume pulverizado.

Rigolin e Tersi (1999) desenvolveram um trabalho com o objetivo de reduzir o custo no controle de ácaros. Desta forma, reduziram o volume de calda através da utilização de bicos que proporcionaram gotas menores. Os autores relatam que com essa mudança conseguiram reduzir o volume de calda em 20%, sem alterar a concentração de produtos no tanque do pulverizador. Porém, existem restrições desfavoráveis para o sucesso desta pulverização, como tamanho da planta, tipo do ácaro e condições climáticas favoráveis.

Um estudo desenvolvido por Cunningham e Harden (1999) comparou quatro modelos de pulverizadores, sendo um deles convencional que aplica cerca de 10.000 L/ha e os outros variaram entre 500 e 6.000 L.ha⁻¹. O estudo indica que o pulverizador com "torre de ar" aplicando 6.000 L/ha produziu deposições semelhantes ao pulverizador de pistola que utiliza 10.000 L/ha, devido a menor perda de produto ocasionada pelo escorrimento. Para os volumes de calda inferiores os resultados não se mostraram satisfatórios, salientando-se, porém que a concentração dos produtos no tanque não foram alteradas; este pode ser o motivo da inviabilidade das pulverizações com baixo volume.

Farooq e Salyani (2002) avaliaram a penetração da pulverização da calda em pomares de laranja "Valencia", utilizando 2 modelos de pulverizadores com sistema de jato plano com velocidade de deslocamento de 3,2 e 4,8 km.h⁻¹. Os volumes de calda utilizados foram de 250, 980 e 1945 L.ha⁻¹. Os resultados obtidos apresentam uma redução da deposição da calda em função da profundidade da copa. Com o aumento do volume de calda de 250 para 980 L.ha⁻¹ houve um acréscimo dos depósitos em profundidade, porém quando se elevou para 1945 L.ha⁻¹ não houve acréscimo significativo.

4.4.6 Dimensionamento de bicos

Segundo Salyani (1988) o tamanho de gotas ideal está na faixa de 240 a 340 μm atribuindo-se a isso a influência da velocidade da gota (em função da velocidade do ar), volume aplicado (em função do tipo do alvo), propriedades da superfície da folha (tensão superficial). O autor verificou que gotas produzidas por bicos hidráulicos de orifícios pequenos são as menos eficientes.

Avaliando a distribuição e a deposição de gotas nas pulverizações realizadas com turboatomizadores, Raetano (1996) determinou que um arranjo de 35 bicos JA 2, que proporcionavam o menor volume de calda dos bicos analisados, mostraram-se adequados para a aplicação de defensivos em citros a 2.110 kpa (300 psi).

4.4.7 Pressão de trabalho

Segundo Hernandez e Escobio (1986), constataram que a melhor pressão de trabalho para controle de pragas em citros foi de 2.011 kpa (286 psi).

A pressão de trabalho recomendada para turboatomizadores é de, no máximo, 1.406 kpa (200 psi), pressões maiores que esta aumentam o desgaste do conjunto mecânico sem melhorar a qualidade da aplicação (Boggio, 1995).

4.4.8 Velocidade de deslocamento

Whitney et al. (1988) estudaram o efeito da velocidade de deslocamento em dois tipos de pulverizadores no controle de *Mycosphaerella citri* e na deposição de cobre. Nas folhas da parte inferior da planta não foram observadas diferenças significativas na deposição de cobre, entretanto nas folhas superiores a deposição de cobre foi maior em menores velocidades de deslocamento. Isto pode ser explicado pela posição das zonas de amostragem. Também, o controle da doença não foi afetado por nenhum dos fatores envolvidos, ou seja, os mesmos não apresentaram diferenças significativas.

Beattie et al. (1991) obtiveram o melhor controle da praga com pulverizador deslocando a 2,0 km/h e aplicando 3.000 L/ha.

Segundo Salyani e Whitney (1989) e Salyani (1994), velocidades de deslocamento situadas entre 1,6 e 6,4 km/h não influenciaram na média de deposição no interior das copas das laranjeiras; entretanto a variabilidade aumenta com o acréscimo de velocidade. Os autores ainda afirmam que a disposição dos pontos de coleta na copa tem um efeito significativo na avaliação da deposição e mostrou interações com a velocidade de deslocamento, ou seja, nos locais mais distante da pulverização a variabilidade aumenta com o acréscimo da velocidade.

Para Boggio (1995) a velocidade de deslocamento está relacionada com o tipo de equipamento e a região da planta que se deseja alcançar - alvo. No caso das máquinas de jato lançado (“pistola”) se a velocidade de deslocamento for elevada os operadores não conseguirão promover uma boa cobertura de calda na planta; se a velocidade for muito baixa, haverá sobreposição da aplicação em partes da planta, causando um desperdício de produto. Para os pulverizadores de jato transportado, a velocidade de trabalho tem maior importância, pois quando houver necessidade de atingir o interior da copa, a velocidade deverá permitir que a cortina de ar consiga penetrar na planta. Caso se deseje uma aplicação externa à copa, a velocidade pode ser maior.

Raetano (1996), estudando a distribuição e a deposição de gotas nas pulverizações realizadas com turboatomizadores, concluiu que as velocidades de 3,6 e 5,1 km/h são adequadas para a aplicação de defensivos na citricultura com os modelos Arbus 2000/Export e 2000/850, independente da pressão de trabalho e arranjo de bicos.

Para Cerruto et al. (1998) pulverizações com volumes de calda igual, porém com mudança nas dimensões dos bicos e redução na velocidade de deslocamento resultam em um maior número de gotas por cm^2 e maior uniformidade na superfície coberta. Na velocidade de 0,74m/s foram obtidas 465 gotas por cm^2 e a 1,05m/s houve uma redução para 389 gotas por cm^2 .

4.4.9 Comparações entre modelos de pulverizadores

Whitney et al. (1986) determinaram parâmetros de desempenho para pulverizadores na cultura de citros acionados pela TDP, onde a potência requerida pelos modelos ensaiados variaram de

12 a 46 kW. Ainda no mesmo estudo, os autores determinaram que os pulverizadores de volume baixo, eletrostáticos ou não, apresentaram a maior variabilidade de deposição dentre os pontos amostrados nas copas das plantas de laranja valência, com valores de 105% e 115%, respectivamente.

Comparando pulverizadores convencionais de volumes médio e alto e pistolas manuais com o de "cortina de ar" para o controle de *Guignardia citricarpa* Keily em laranja "Valência", Beattie et al. (1989) salientaram que o pulverizador de "cortina de ar" apresentou a mesma eficiência na pulverização que a pistola manual, com um volume de calda 72% menor e conseqüentemente com o menor custo.

Com a finalidade de encontrar alternativas de trabalho que tenham a mesma eficiência e menor custo que os métodos convencionais de pulverização, Juste et al. (1990), avaliaram quatro máquinas de aplicação de defensivos (pistola manual, bicos oscilantes, jato transportado - convencional e pulverizadores à baixa pressão), para os parâmetros: penetração, tamanhos de gotas, escorrimento e controle de pragas. Os volumes de calda utilizados pelas máquinas variaram de 1,26 L.planta⁻¹ até 16,2 L.planta⁻¹ em função do tipo da máquina e da praga a ser controlada. Os autores detectaram que o escorrimento foliar foi muito maior para o pulverizador com osciladores (20,8%) e a pistola manual (9,1%), enquanto para o pulverizador convencional e para o pulverizador à baixa pressão, as perdas foram as menores constatadas, 5,2% e 1,5%, respectivamente. No tocante ao controle de pragas, os pulverizadores convencionais e à baixa pressão obtiveram um controle superior a 95% para pragas localizadas na parte externa da copa, porém, quando o alvo foi o interior da copa, somente o pulverizador à baixa pressão obteve um desempenho razoável, com 75% de controle. Os resultados indicam que seria necessário um aumento de volume de ar para os pulverizadores convencionais obterem um melhor alcance dentro da copa das plantas, através da utilização de ventiladores maiores.

Ensaio um pulverizador com sistema de "cortina de ar" e outro convencional, visando comparar as características da deposição da pulverização em plantas de citros quando pulverizadas apenas de um lado, Whitney e Salyani (1990) não encontraram diferenças significativas nos coeficientes de variação para árvores de grapefruit ou laranja, embora a média de depósito nas folhas tenha sido significativamente menor, cerca de 35 %, para os pulverizadores "cortina de ar", A Figura 1 mostra as diferenças básicas entre um

pulverizador convencional e um com "cortina de ar".

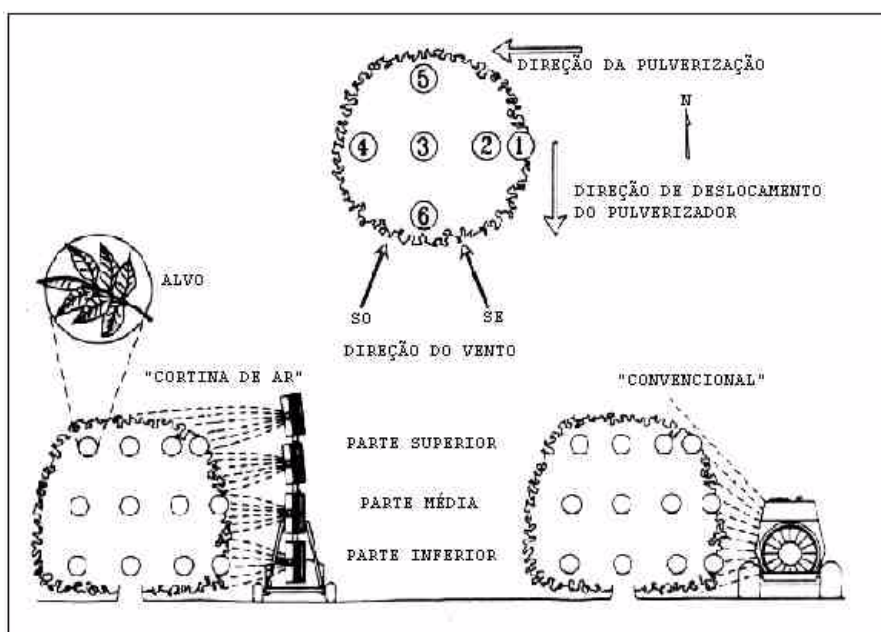


Figura 1 Esquema comparativo do pulverizador convencional com um pulverizador do tipo "cortina de ar". Adaptado de Whitney e Salyani (1990).

Whitney e Salyani (1991), realizando ensaios entre um pulverizador de jato transportado e um pulverizador de "cortina de ar" (com 4 ventiladores transversais), concluíram que o volume de ar movimentado por lado é $25 \text{ m}^3/\text{s}$ e $14,8 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente. Além disso, a deposição realizada pelo pulverizador convencional foi maior que o de "cortina de ar".

Porém, Beattie et al. (1991) realizaram ensaios semelhantes e resultados distintos. No estudo foram comparados pulverizadores aplicando 960 a 10.700 L/ha e os resultados obtidos revelaram que o pulverizador mais eficiente foi o "cortina de ar" com 4 ventiladores e atomizadores rotativos, aplicando 3.000 L/ha. Esse tratamento apresentou um controle da praga semelhante ao do pulverizador com pistolas oscilantes aplicando 10.700 L/ha.

Na comparação de duas máquinas terrestres e duas aéreas (pulverizadores com volume alto e baixo, helicóptero e avião), Salyani e Cromwell (1992) concluíram que não existe diferença substancial entre os pulverizadores terrestres e os aéreos no tocante à deriva, e que aplicações a volume baixo aparentam ser mais susceptíveis à deriva.

Já a seleção de bicos e o volume pulverizado em máquinas terrestres têm uma influência significativa na deriva.

Bayat et al. (1994), analisando a deposição das gotas aplicadas de três pulverizadores convencionais e um com carga eletrostática, afirmaram que o pulverizador eletrostático aumentou a deposição, mas não conseguiu reduzir a variabilidade no sentido vertical das zonas de amostragem das plantas.

4.4.10 Perdas

Na aplicação de defensivos parte do volume de calda atinge o alvo desejado e outra parte atinge alvos indesejados ou se perde durante a aplicação pela ação do vento ou evaporação, que são denominados de perda ou deriva.

Holownicki et al. (2000a) avaliaram as perdas nas pulverizações realizadas em pomar de macieiras. Utilizando o sistema convencional (pulverizador com jato divergente) detectaram que o total das perdas (solo + ar) variou entre 39,1 a 71,4% do volume de calda aplicado, em função do porte da planta e espaçamento.

4.5 Metodologias para avaliação qualitativa da aplicação de defensivos

Segundo Baldoin et al. (2000) existem diversas técnicas para avaliar a pulverização no campo como medição de corantes utilizando colorimetria fotoelétrica, peso dos depósitos, estimativa visual dos depósitos em cartões e fluorometria. Quando o objetivo é avaliar a deriva, deve-se observar as gotas que são levadas pelo fluxo de ar, para isso é necessário coletar e medir a quantidade de líquido no ar a uma determinada distância da pulverização.

4.5.1 Cobertura

A técnica de avaliar as pulverizações através da adição de corantes à calda de pulverização é bastante antiga (Edwards et al (1961), Bullock et al (1968) e Sharp

(1973)) e ainda freqüentemente utilizada (Abi Saab (1996) e Palladini 2000).

O trabalho desenvolvido por Abi Saab e Antuniassi (2000) teve por objetivo avaliar o efeito da pulverização com jato transportado na cobertura de defensivos nas superfícies das folhas de videiras. Nesse trabalho foi utilizado para avaliação da cobertura um corante fluorescente derivado de uréia/formaldeído (Luxcor LRM 100), na seguinte proporção 715g de corante em 100L de água.

4.5.2 Deposição

Salyani e Whitney (1988) avaliaram metodologias para ensaios de campo visando a determinação da deposição da pulverização. Foram analisadas quatro metodologias e todas obtiveram resultados confiáveis. Porém, considerando as limitações no campo e no laboratório, a análise de colorimetria de amostras de folhas parece ser o método mais desejável para avaliar a deposição em pulverizações de citros.

Velini et al. (1995) desenvolveram outra técnica para estimar o depósito de pulverizações em diferentes superfícies, o da condutividade elétrica, onde se utiliza sais como o NaCl e o KCl para modificar a condutividade elétrica das soluções aquosas. Os autores relatam ainda que o método é capaz de detectar concentrações da ordem de 0,0001% com um erro máximo de 2%.

Avaliando condições operacionais de turboatomizadores na distribuição e deposição da pulverização em citros, Raetano (1996) utilizou pigmentos fluorescentes para analisar o tamanho das gotas e a distribuição da pulverização. Para o estudo da deposição da calda o autor utilizou o método da leitura da condutividade elétrica na água de lavagem das folhas pulverizadas.

A mesma metodologia foi utilizada por Abi Saab (1996) quando avaliou um sistema de aplicação de defensivos utilizado em videiras no município de Londrina/PR. O autor salienta que o método da condutividade elétrica é muito simples e eficiente, pois nenhum alvo artificial seria capaz de reproduzir fielmente as folhas das plantas.

Baldoin et al. (2000) compararam dois métodos para avaliar a deposição de pulverizações em pomares. O primeiro método é o da espectrofotometria que consistiu em coletar as amostras em papéis absorventes e dissolver os corantes em água

destilada para avaliar a cor da solução em um espectrofotômetro. O segundo foi o da análise de imagens onde as gotas foram coletadas em papéis sensíveis a água e óleo e observada a porcentagem de área coberta pelo corante. Segundo os autores o método da análise de imagens é indicado para pulverizações com volume baixo, onde a porcentagem de cobertura não ultrapasse 15 a 20% da área, possibilitando a contagem das gotas. Outro problema desse método é que não é possível quantificar os depósitos, pois não leva em conta a concentração das gotas. Já com o método da espectrofotometria é possível quantificar os depósitos através da cor da solução, sendo a melhor maneira de avaliar diferentes volumes de aplicação.

4.5.3 Distribuição de gotas

Palladini e Matuo (1991) estabeleceram alguns parâmetros para avaliação da distribuição das gotas em planta cítrica. Essa metodologia consiste em dividir a planta em 24 setores de amostragem (combinação de 3 alturas x 4 quadrantes x 2 profundidades), sendo: alturas - Baixo (B) até 1,20 m de altura, Média (M) de 1,20 a 2,40 m e Alto (A) superior a 2,40 m; Quadrantes na horizontal - Frontal (I), Laterais (II e IV) e Oposto (III) à pulverização; Profundidades - Externa (E) até 0,40 m para o interior da copa a partir da periferia, e Interna (I) além de 0,40 m.

4.5.4 Distribuição e deposição da pulverização no controle de pragas

O trabalho de Raetano (1996) avaliou as condições operacionais de turboatomizadores na distribuição e deposição da pulverização em citros. Um dos parâmetros utilizados para a análise foi o acompanhamento do controle populacional de 3 tipos de ácaros: Ácaro purpúreo (*P. citri*), Ácaro da leprose (*B. phoenicis*), Ácaro da falsa ferrugem (*P. oleivora*).

5 MATERIAL E MÉTODOS

O controle do ácaro da leprose (*Brevipalpus phoenicis*) tem como pré-requisito uma boa cobertura em todas as partes da planta, inclusive na parte interna, pois eles têm o hábito de ficar no interior da planta (principalmente nas épocas do ano em que a planta não possui frutos e ramos novos). Além disso, os acaricidas atualmente empregados são de contato não possuindo ação sistêmica.

O presente trabalho foi dividido em 3 fases para atender os objetivos propostos. Na primeira fase foram avaliados 3 equipamentos utilizados atualmente na citricultura, sendo que dois trabalham com volumes elevados (4.000 a 6.000L.ha⁻¹) e outro com volume reduzido (1.500 a 2.000L.ha⁻¹). Visando detectar as características de cada equipamento com relação a cobertura da aplicação, deve-se lembrar que no último caso a concentração do produto é maior para compensar o volume de calda reduzido. Os dados obtidos nessa etapa foram utilizados para iniciar o desenvolvimento do protótipo da segunda etapa do trabalho.

Na segunda fase foi iniciado o processo de desenvolvimento e avaliação de novas máquinas visando uma melhor cobertura das plantas e a redução do volume de calda atualmente empregado na citricultura. Para essa fase foi desenvolvida uma máquina semelhante à máquina que trabalha com volume reduzido (2.000L.ha⁻¹) e foi comparada com a original, avaliando-se a cobertura das folhas. Essa máquina foi desenvolvida pelo setor de engenharia da empresa Máquinas Agrícolas Jacto SA. Os dados obtidos nessa

fase serviram como fator determinante para o desenvolvimento da terceira fase desse trabalho.

Na terceira fase foram desenvolvidas duas novas máquinas, sendo que uma delas tem o princípio de funcionamento diferente das existentes no mercado brasileiro, sendo a principal característica o fluxo de ar convergente. Ambas foram comparadas com a máquina que utiliza um volume alto (4.000 a 6.000 L.ha⁻¹), com o objetivo de reduzir o volume de calda utilizado e melhorar a cobertura e a deposição dos defensivos sem aumentar a concentração desses produtos. Essas duas máquinas foram desenvolvidas pelo setor de engenharia da empresa Máquinas Agrícolas Jacto SA. e para chegar aos protótipos finais foram realizados ensaios intermediários com papéis hidrossensíveis para determinar alguns ajustes e alterações, bem como definir a regulagem “ideal” para o ensaio definitivo.

Deve-se ressaltar que a citação de marcas comerciais não implica em recomendação de uso, além dessas serem de propriedade e responsabilidade dos respectivos fabricantes.

5.1 Fase 1

O presente ensaio foi realizado na Fazenda São Manoel no município de Bariri - estado de São Paulo, sendo realizada no período de 25 a 31 de julho de 2002. Foram utilizadas plantas de variedade Natal e porta-enxerto Cleópatra com espaçamento de 8m x 4,5m, 14 anos de idade, formato da copa globosa, 6m de altura e 6m de diâmetro de copa.

5.1.1 Material

Foram utilizados na presente pesquisa três modelos de pulverizadores: Arbus Valência, Arbus Super Export e Martignani (Figura 2) e materiais diversos que possibilitaram a avaliação dos mesmos.



Figura 2 Modelo dos equipamentos em operação nas parcelas: (a) Valência, (b) Super Export e (c) Martignani.

Os equipamentos (a) e (b) são pulverizadores à pressão com jato transportado tracionado e acionado por trator, com ventilador axial de 850 mm de diâmetro e fluxo de ar divergente, gerando uma velocidade do vento de 129 km.h^{-1} e um volume de ar deslocado de $1.032 \text{ m}^3.\text{min}^{-1}$, que atualmente são os mais utilizados na citricultura brasileira (pulverizadores convencionais). A diferença entre eles é a altura em que está posicionado o ventilador, o equipamento (a) tem o eixo do ventilador a 2020 mm do solo enquanto o (b) a 1550 mm.

O equipamento (c) é semelhante à máquina “torre de ar” utilizada no estudo de Cunningham & Harden (1999), é um pulverizador pneumático de jato transportado, tracionado por trator e acionado por motor próprio de 51,2 kW, possui um ventilador radial com fluxo de ar plano.

Para avaliação dos equipamentos foram utilizados corantes, defensivos agrícolas, baldes plásticos, sacos plásticos, sacos de papel, trena, réguas plásticas, barbante, calculadoras, balanças, dispensador, vidrarias, entre outros.

5.1.2 Métodos

5.1.2.1 Preparo da calda

Para avaliação da cobertura da pulverização foi necessário utilizar um corante reflexivo sob iluminação violeta (Luxcor LRM 100) na concentração de 0,15% (1,5kg de corante para 1.000L de água) e um solvente para o corante, no caso foi utilizado o Manzate na concentração de 0,042% (420g para cada 1.000L de água).

Para melhor homogeneização da calda misturou-se os dois produtos em pó e em seguida foi adicionando-se água para formar uma pasta, somente após a mistura completa desses produtos ocorreu a diluição para formar a calda.

5.1.2.2 Tratamentos

Foram delineados 4 tratamentos visando comparar os 3 equipamentos em volume reduzido com o tratamento 1 (T1) em volume alto (padrão), que foi considerado como testemunha por ser a regulagem mais utilizada atualmente. Os tratamentos podem ser visualizados na Tabela 2.

Tabela 2 Descrição dos tratamentos para pulverização em citros.

Tratamento	Equipamento	Volume de calda (L/ha)	Pressão (lbf.pol ⁻²)	Arranjo de bicos
T1 (V6000)	Valência	5600	200	13 (J5-3) + 12 (J4-2)
T2 (V2000)	Valência	2000	60	48 (JA-2)
T3 (E2000)	Super Export	2000	60	48 (JA-2)
T4 (MART)	Baixo Volume	2000	25	-

5.1.2.3 Condições operacionais

As aplicações foram realizadas com velocidade média de deslocamento 2 km.h^{-1} , com umidade relativa do ar (UR) entre 30 e 70% e velocidade de vento entre 2 e 3 km.h^{-1} . As medições para determinar a UR foram realizadas no talhão dentro das copas das árvores e a velocidade do vento entre as fileiras de plantas à 2 m de altura do solo. As condições climáticas e operacionais estão descritas na Tabela 3.

Tabela 3 Condições climáticas e operacionais no momento das pulverizações.

Trat	Rep	Data	Horário	Umidade Relativa (%)	Temperatura (°C)	Velocidade (km.h^{-1})	Volume de Calda (L.ha^{-1})	Volume Médio (L.ha^{-1})
T1	R1	25/07/2002	11:40	45,5	27,8	1,95	5624,1	
T1	R2	26/07/2002	09:00	68,3	24,3	1,93	5678,9	
T1	R3	27/07/2002	10:20	56,2	26,4	1,96	5587,5	
T1	R4	29/07/2002	09:35	67,5	24,6	1,98	5550,9	
T1	R5	30/07/2002	10:23	57,8	25,8	1,94	5660,6	
T1	R6	31/07/2002	09:18	62,4	24,9	1,97	5569,2	5611,9
T2	R1	25/07/2002	11:47	44,4	28,8	1,95	2220,6	
T2	R2	26/07/2002	09:20	67,8	24,5	1,97	2200,2	
T2	R3	27/07/2002	10:00	57,9	25,9	1,94	2226,6	
T2	R4	29/07/2002	09:48	64,3	25,8	1,92	2253,0	
T2	R5	30/07/2002	10:07	59,7	25,1	1,94	2231,4	
T2	R6	31/07/2002	09:40	60,3	25,4	1,93	2237,4	2228,2
T3	R1	25/07/2002	12:28	33,4	30,5	1,97	2194,2	
T3	R2	26/07/2002	09:10	68	24,3	1,96	2201,4	
T3	R3	27/07/2002	10:32	55,3	26,8	1,94	2226,6	
T3	R4	29/07/2002	09:37	67,5	25,4	1,97	2199,0	
T3	R5	30/07/2002	10:18	57,9	25,6	1,94	2229,0	
T3	R6	31/07/2002	09:20	62,4	24,9	1,95	2215,8	2211,0
T4	R1	25/07/2002	13:00	33,2	30,8	1,96	2045,2	
T4	R2	26/07/2002	09:35	67,4	24,9	1,94	2064,1	
T4	R3	27/07/2002	10:07	58,6	25,5	1,93	2071,9	
T4	R4	29/07/2002	09:50	64,3	25,8	1,97	2033,0	
T4	R5	30/07/2002	10:04	59,9	25	1,95	2051,9	
T4	R6	31/07/2002	09:40	60,3	25,4	1,97	2035,2	2050,2

5.1.2.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o de parcelas subdivididas com 4 tratamentos e 6 repetições. As unidades experimentais (parcelas) foram constituídas por 3 fileiras de 4 plantas cada, sendo marcadas previamente 2 plantas na linha central para proceder às avaliações. As demais plantas foram consideradas como bordadura, porém também receberam o tratamento com a calda considerando dessa maneira a sobreposição das pulverizações.

Em cada planta foram amostrados 12 pontos (3 alturas, 2 profundidades em relação a extremidade da copa e 2 posições na copa) e em cada ponto foram coletadas 10 folhas, totalizando 120 folhas por planta ou 240 folhas por parcela.

Devido ao fato da umidade relativa do ar, temperatura e velocidade do vento influenciarem na aplicação de defensivos, todos os tratamentos foram realizados em condições similares, evitando assim a influência dos fatores meteorológicos nos resultados.

5.1.2.5 Amostragem das folhas nas plantas

O pomar utilizado apresentava plantas de massa foliar uniforme, com altura próxima a 6 metros. No centro de cada parcela foram coletadas folhas de 2 plantas, considerando a interação entre as seguintes regiões de amostragem, em cada planta (Figura 3):

- Parte alta (A)
- Parte média (M)
- Parte baixa (B)
- Parte externa (E)
- Parte interna (I)
- Posição de ângulo “zero” em relação ao deslocamento (0° .)
- Posição de ângulo 90° em relação ao deslocamento (90° .)

Portanto o fatorial 2 “ângulos” x 2 “posições” x 3 “alturas” resultaram em 12 pontos de amostragem: 90AE, 90AI, 90ME, 90MI, 90BE, 90BI, 0AE, 0AI, 0ME, 0MI, 0BE e 0BI.

Em cada posição foram coletadas 10 folhas, as quais foram armazenadas individualmente em sacos de papel para posterior análises em laboratório. Considerando-se todas as posições e plantas avaliadas, o total de análises atingiu 5.760 folhas, correspondendo a 11.520 análises de cobertura (face inferior e superior).

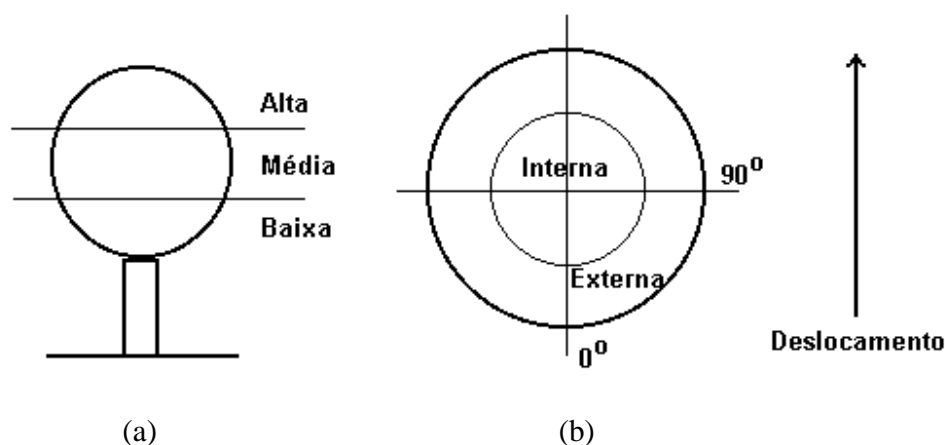


Figura 3 Posições de amostragem das folhas nas plantas: (a) vista lateral, (b) vista superior.

5.1.2.6 Parâmetros para avaliação

Após a aplicação da calda com corante fluorescente e a coleta das folhas, a avaliação da cobertura das folhas pela calda nas faces superior e inferior foi realizada utilizando-se o método de avaliação da cobertura sob luz violeta por escala visual pré determinada (em porcentagem de cobertura da folha), com dois avaliadores (sistema “duplo-cego”). Os valores foram contabilizados pela média dos avaliadores.

5.2 Fase 2

O experimento foi realizado na Fazenda São Manoel localizada no município de Bariri, estado de São Paulo, sendo realizada no período de 01 a 04 de março de 2003 em pomar comercial com características idênticas àquelas citadas na primeira fase desta pesquisa.

5.2.1 Material

Na presente pesquisa foram utilizados dois modelos de pulverizadores: Protótipo 1 e Martignani e materiais diversos que possibilitaram a avaliação destes equipamentos (Figura 4).



Figura 4 Equipamentos em operação nas parcelas: (a) Protótipo 1 e (b) Martignani.

O equipamento (a) é um protótipo com características semelhantes ao (b), porém esse é tracionado e acionado pelo trator, o sistema de ventilação possui um ventilador radial, que gera ventos na velocidade de 300 km.h^{-1} , necessitando de uma potência mínima de 130cv. Essa máquina foi desenvolvida visando obter melhor eficiência, no tocante à tecnologia de aplicação de defensivos.

O equipamento (b) Martignani é o mesmo utilizado na fase 1 desse trabalho.

Os materiais utilizados na avaliação dos equipamentos foram idênticos aqueles descritos para a fase 1.

5.2.2 Métodos

5.1.2.1 Preparo da calda

A calda utilizada como solução traçante foi idêntica aquela da fase 1, constituída pelo corante reflexivo Luxcor LRM 100 à 0,15% e Manzate à 0,042% em água.

5.2.2.2 Tratamentos

Foram delineados 2 tratamentos visando comparar a cobertura da pulverização dos equipamentos trabalhando com volume de calda reduzido (2.000 L.ha⁻¹). Os tratamentos podem ser visualizados na Tabela 4.

Tabela 4 Descrição dos tratamentos para pulverização em citros.

Tratamento	Equipamento	Volume de calda (L/ha)	Pressão (lbf/pol ²)	Arranjo de bicos
T1 (JACTO)	Protótipo 1	2000	60	24 bicos pneumáticos
T2 (MART)	Martignani	2000	60	24 bicos pneumáticos

5.2.2.3 Condições operacionais

As aplicações foram realizadas com velocidade média de deslocamento 1,8 km.h⁻¹, com umidade relativa do ar entre 60 e 80% e velocidade de vento entre 0 e 2 km.h⁻¹. As condições climáticas e operacionais estão descritas na Tabela – 5.

Tabela 5 Condições climáticas e operacionais no momento da pulverização em citros.

Trat	Rep	Data	Horário	Umidade Relativa (%)	Temperatura (°C)	Velocidade (km.h ⁻¹)	Volume de Calda (L.ha ⁻¹)	Volume Médio (L.ha ⁻¹)
T1	R1	01/03/2003	15:00	60	33	1,78	2024,7	
T1	R2	01/03/2003	16:00	71,2	32	1,64	2195,6	
T1	R3	03/03/2003	10:00	80	29,5	1,77	2041,0	
T1	R4	03/03/2003	10:15	78,4	29,7	1,90	1896,6	
T1	R5	04/03/2003	11:30	65	32	1,89	1906,6	2012,9
T2	R1	01/03/2003	15:00	60	33	1,65	2186,4	
T2	R2	01/03/2003	16:00	71,2	32	1,80	2001,6	
T2	R3	03/03/2003	10:00	80	29,5	1,88	1919,8	
T2	R4	03/03/2003	10:15	78,4	29,7	1,80	2006,6	
T2	R5	04/03/2003	11:30	65	32	1,72	2097,9	2042,5

5.2.2.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o de parcelas subdivididas com 2 tratamentos e 5 repetições. As unidades experimentais (parcelas), os pontos de amostragem, a coleta das folhas nas plantas e os parâmetros de avaliação foram idênticos aos da fase 1.

5.3 Fase 3

O experimento foi conduzido na Fazenda São Manoel localizada no município de Bariri, estado de São Paulo, no mesmo talhão utilizado para as fases 1 e 2, sendo realizada no período de 04 de novembro a 06 de dezembro de 2003.

5.3.1 Material

Na terceira fase da pesquisa foram utilizados três modelos de pulverizadores: Arbus Valência, Protótipo 2 (4 VENT) e Protótipo 3 (2 VENT), e materiais diversos que possibilitaram a avaliação desses equipamentos.

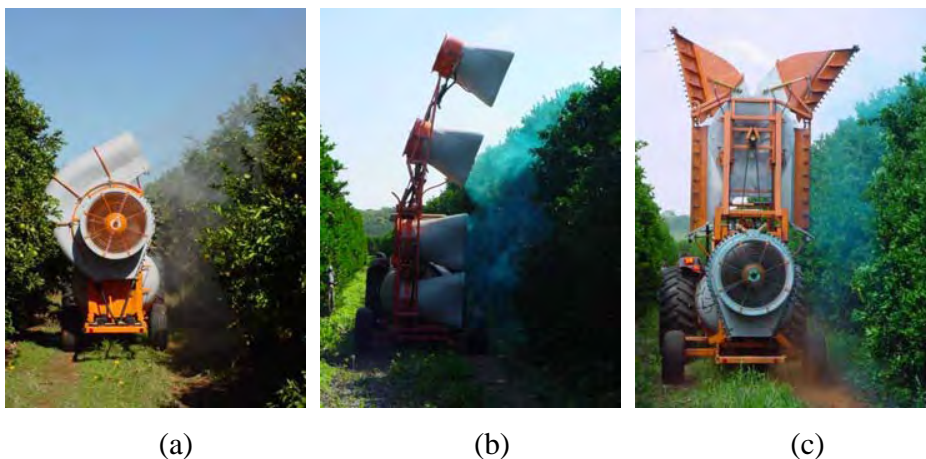


Figura 5 Equipamentos em operação nas parcelas: (a) Valência, (b) Protótipo 2 – “4 ventiladores” e (c) Protótipo 3 – “Duplo Ventilador”.

O equipamento (a) é um pulverizador à pressão com jato transportado tracionado e acionado por trator, com ventilador axial de 850 mm de diâmetro e fluxo divergente, que atualmente é o mais utilizado na citricultura (pulverizador convencional), semelhante ao utilizado na fase 1.

O equipamento (b) trabalha com princípios diferentes dos anteriormente avaliados. O sistema é composto por 4 ventiladores axiais com 625 mm de diâmetro, gerando $1.430 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ de vento a uma velocidade de $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ e o conjunto de ventiladores formam um fluxo de ar convergente. A máquina utiliza bicos hidráulicos com ramais de 19 bicos por ventilador. A potência mínima necessária para tracionar e acionar esse equipamento é de 75cv. Cunningham & Harden (1999) trabalharam com um equipamento semelhante e denominaram de “cortina de ar”.

O equipamento (c) é um protótipo com características semelhantes ao (a), porém ele possui dois ventiladores com 850 mm de diâmetro, posicionados a 1450 mm e 2550 mm de altura entre o centro do ventilador e o solo. A potência mínima requerida do trator é de 110cv. Essa máquina foi desenvolvida visando obter melhor eficiência, no tocante à capacidade operacional por pulverizar para os dois lados simultaneamente.

Outros materiais como corantes, defensivos agrícolas, baldes plásticos, sacos plásticos, sacos de papel, trena, régua plástica, barbante, calculadoras, balanças, dispensador, vidrarias, entre outros foram utilizados nesse estudo.

5.3.2 Métodos

5.3.2.1 Pré-testes

Para determinar alguns ajustes na estrutura da máquina e definir a regulagem definitiva para o experimento final, foram realizados pré-ensaios com as máquinas utilizando-se papéis hidrossensíveis colocados nas mesmas posições onde são coletadas as folhas do ensaio.

Os papéis foram colocados em fichas comparativas e avaliou-se a cobertura visualmente, porém não foi desenvolvido nenhuma escala de notas, mas foi

considerado a qualidade da cobertura.

5.3.2.2 Preparo da calda

A composição da calda de pulverização foi idêntica àquela utilizada nas fases 1 e 2 desta pesquisa, porém foi adicionado 0,6% do traçador Azul Brilhante (FD&C-1) para avaliar a deposição por espectrofotometria.

5.3.2.3 Tratamentos

Foram delineados 5 tratamentos visando comparar a cobertura da pulverização dos equipamentos trabalhando com volume de calda reduzido (2.000 L.ha⁻¹ e 4.000 L.ha⁻¹) com a pulverização convencional (6.000 L.ha⁻¹). Os tratamentos podem ser visualizados na Tabela 6.

Tabela 6 Descrição dos tratamentos para pulverização em citros.

Tratamento	Equipamento	Volume de calda (L.ha ⁻¹)	Pressão (lbf.pol ⁻²)	Arranjo de bicos
T1 (VAL 6.000)	Valência	6000	200	13 J5-3 + 12 J4-2
T2 (4 VENT 4.000)	4 Ventiladores	4000	120	19 JA-0,5 + 19 JA-1,0 + 18 JA-1,5 + 20 JA-2,0
T3 (4 VENT 2.000)	4 Ventiladores	2000	120	10 JA-0,5 + 10 JA-1,0 + 10 JA-1,5 + 10 JA-2,0
T4 (2 VENT 4.000)	Duplo Ventilador	4000	105	21 JA-1,5 + 17 JA-2,0 + 15 JA-3,0
T5 (2 VENT 2.000)	Duplo Ventilador	2000	130	6 JA-1,0 + 11 JA-1,5 + 5 JA-2,0 + 6 JA-3,0

5.3.2.4 Condições operacionais

As aplicações foram realizadas com velocidade média de deslocamento 1,6 km.h⁻¹, com umidade relativa entre 50 e 90% e velocidade de vento entre 0 e 2 km.h⁻¹. As condições climáticas e operacionais estão descritas na Tabela 7.

Tabela 7 Condições climáticas e operacionais no momento do ensaio.

Trat	Repetição	Data	Horário	Umidade Relativa (%)	Temperatura (°C)	Velocidade (km.h ⁻¹)	Volume de Calda (L.ha ⁻¹)	Volume Médio (L.ha ⁻¹)
T1	R1	04/11/2003	14:00	52	29,6	1,60	6041,3	
T1	R2	03/12/2003	12:50	67,3	30,8	1,55	6214,8	
T1	R3	06/11/2003	10:00	89	24,1	1,56	6179,5	6145,2
T2	R1	04/11/2003	16:30	50,5	29,5	1,58	4005,3	
T2	R2	11/11/2003	10:00	69,8	29	1,58	4023,8	
T2	R3	20/11/2003	10:00	92,1	24	1,64	3879,9	3969,7
T3	R1	03/12/2003	13:30	63,8	32,3	1,55	2143,5	
T3	R2	03/12/2003	11:30	72,2	30,3	1,54	2147,7	
T3	R3	06/11/2003	12:00	82,5	25,9	1,59	2080,5	2123,9
T4	R1	11/11/2003	12:15	56,5	33,3	1,68	4087,2	
T4	R2	03/12/2003	11:45	69,2	31,7	1,50	4584,1	
T4	R3	06/11/2003	11:00	79,5	25,5	1,52	4519,2	4396,8
T5	R1	11/11/2003	11:30	58	32,1	1,61	2160,7	
T5	R2	11/11/2003	10:40	68,7	29,3	1,64	2126,8	
T5	R3	20/11/2003	10:30	87	24,5	1,56	2231,9	2173,1

5.3.2.5 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi de parcelas subdivididas com 5 tratamentos e 3 repetições. As unidades experimentais (parcelas) e a amostragem de folhas nas plantas foram constituídas como nas fases 1 e 2.

Nessa etapa, além das folhas, foram coletados 3 frutos por planta ou 6 por parcela para avaliar os depósitos em frutos.

5.3.3.6 Amostragem de frutos nas plantas

Somente para a avaliação dos depósitos foram colhidos 3 frutos por planta ou 6 por parcela na região interna da copa. Região essa que se coletam frutos para

inspeção rotineira da população do ácaro, segundo metodologia de Gravena (2002).

Após a aplicação os frutos foram recolhidos e armazenados em sacos plásticos previamente identificados para posterior análise.

5.3.3.7 Coleta de lâminas

Para quantificar a perda por deriva e/ou escorrimento foram utilizadas 12 lâminas de vidro, sendo 6 colocadas sob a copa das 2 plantas de cada parcela e mais 6 colocadas no meio da rua (3 de cada lado da fileira de plantas), conforme apresentado na Figura 6.

Após a aplicação o material foi recolhido e armazenado em sacos plásticos previamente identificados para posterior análise.

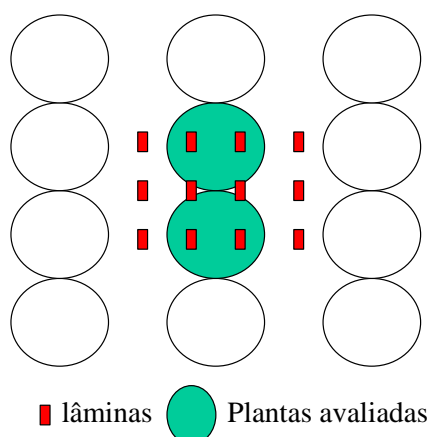


Figura 6 Esquema da parcela das plantas e a localização das lâminas de vidro para coleta de deriva.

5.3.2.8 Obtenção da calda depositada nas folhas, frutos e lâminas

Após a coleta dos materiais foi realizada a lavagem dos materiais coletados (folhas, frutos e lâminas) com 30 ml de calda contendo 0,5% de Agral (espalhante adesivo). A solução de cada folha, fruto e lâmina foram recolhidas separadamente em frascos e identificada para posterior análise em laboratório.

5.3.2.9 Determinação da área de exposição dos alvos

Para a determinação da área foliar de cada folha colhida foram anotadas as medidas de comprimento e largura. No caso dos frutos, foram registradas as medidas de altura e diâmetro.

a) Fórmula para determinação da área das folhas:

$$AF = 0,652 \times Cf \times Lf$$

Onde: AF = área foliar (cm²);

Cf = comprimento da folha (cm);

Lf = largura da folha (cm).

b) Fórmula para determinação da área dos frutos:

$$AFr = 4 \times \pi \times [(Cfr + Lfr)/4]^2$$

Onde: AFr = área do fruto (cm²);

Cfr = comprimento do fruto (cm);

Lfr = largura do fruto (cm).

c) Fórmula para determinação da área das lâminas de vidro:

$$Alv = Bl \times Al$$

Onde: Alv = área da lâmina de vidro (cm²);

Bl = base da lâmina de vidro (cm);

Al = altura da lâmina de vidro (cm).

5.3.2.10 Parâmetros para avaliação da cobertura e depósitos da pulverização

A avaliação da cobertura das folhas foi realizada utilizando o mesmo princípio das fases 1 e 2 desse experimento.

A quantificação da concentração de corantes na calda foi obtida pela leitura da densidade óptica da solução de lavagem dos materiais colhidos em espectrofotômetro, e conseqüentemente a determinação dos depósitos em função da área de exposição das folhas, frutos e lâminas. Os dados foram submetidos ao modelo de Gompertz para a análise, utilizado por Costa (2003).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na primeira fase apontaram diferenças significativas na cobertura foliar com defensivos entre os tratamentos, possibilitando assim o desenvolvimento de um protótipo para aplicar defensivos em volume baixo (1.500 a 2.000 L.ha⁻¹), bem como melhorar a cobertura da pulverização para volumes baixos de calda. A avaliação da cobertura dessas duas máquinas foram o objetivo da segunda fase desse trabalho.

Observando os dados da segunda etapa do trabalho não foi possível detectar diferenças significativas entre o protótipo 1 e a máquina existente no mercado. Portanto partiu-se para a terceira fase do projeto, onde foram desenvolvidas 2 máquinas, visando trabalhar com um volume de calda intermediário (4.000 L.ha⁻¹) e reduzido (2.000 L.ha⁻¹). Nessa fase foram realizados vários pré-ensaios para definir algumas modificações na estrutura da máquina e determinar a regulagem que seria utilizada para o ensaio final. Dessa maneira pode-se afirmar que cada etapa serviu de base para a próxima.

Deve-se lembrar que a citação de marcas comerciais não implica em recomendação de uso, além de serem de propriedade e responsabilidade dos respectivos fabricantes.

6.1 Fase 1

As Tabelas 8 a 19 apresentam os resultados desta etapa do trabalho, através das análises estatísticas dos dados de porcentagem de cobertura das folhas pela calda de pulverização. De maneira geral, observa-se valores baixos de CV em todas as análises, assim como foram obtidos valores significativos de F para todas as interações entre parcelas e subparcelas. Este fato indica que em todas as análises os resultados dos tratamentos dependem das posições de amostragem e vice-versa, comprovando a adequação do delineamento experimental proposto.

As Tabelas 8 a 10 apresentam as análises da porcentagem de cobertura nas faces das folhas em função da posição no perfil vertical das plantas. Considerando-se a significância de F para interações, a análise dos resultados fica restrita à diferença de médias nas análises das interações (Tabelas 9 e 10).

Na Tabela 9 observa-se que para a face superior das folhas todos os tratamentos apresentaram comportamento semelhante, com melhor resultado na parte baixa da planta, sendo que a cobertura diminui quando a coleta se direciona para a parte mais alta. Na face inferior o tratamento MART mantém este mesmo comportamento, enquanto nos demais observa-se uma inversão, ou seja, os resultados passam a ser melhores na parte superior.

Os resultados da Tabela 10 mostram que na face superior o tratamento MART apresenta cobertura semelhante ao V6000 nas posições baixa e média, enquanto na comparação com V2000 e E2000 os resultados são melhores em todas as posições. Para a face inferior, o tratamento MART apresenta desempenho significativamente melhor do que os demais para as posições baixa e média, enquanto o V6000 apresenta melhor desempenho que o MART apenas na parte alta da planta.

Tabela 8 Análise de variância das médias de porcentagem de cobertura nas faces das folhas, em função da posição no perfil vertical das plantas.

Tratamento	Posição	Faces	
		Superior	Inferior
V6000	Alta	67.88	73.02
V6000	Média	80.67	60.02
V6000	Baixa	87.20	56.95
V2000	Alta	38.42	46.30
V2000	Média	55.72	42.55
V2000	Baixa	62.25	40.45
E2000	Alta	34.38	47.57
E2000	Média	60.02	52.02
E2000	Baixa	68.03	42.25
MART	Alta	46.55	52.10
MART	Média	75.85	72.18
MART	Baixa	82.92	70.62
Valores de F			
Trat.		170.74 **	123.49 **
Pos.		569.53 **	10.12 **
Trat. x Pos.		13.39 **	42.24 **
CV (%)		4.77	5.81

No teste F, “ns” representa ausência de significância ao nível de 5%; os valores significativos são indicados como (**) e (*) para 1% e 5%, respectivamente.

Tabela 9 Interação entre tratamentos e posições de coleta no perfil vertical: análise das posições em função de cada tratamento (% de cobertura).

Tratamento	Posição	Faces	
		Superior	Inferior
V6000	Alta	67.88 c	73.02 a
V6000	Média	80.67 b	60.02 b
V6000	Baixa	87.20 a	56.95 b
V2000	Alta	38.42 c	46.30 a
V2000	Média	55.72 b	42.55 a
V2000	Baixa	62.25 a	40.45 a
E2000	Alta	34.38 c	47.57 ab
E2000	Média	60.02 b	52.02 a
E2000	Baixa	68.03 a	42.25 b
MART	Alta	46.55 c	52.10 b
MART	Média	75.85 b	72.18 a
MART	Baixa	82.92 a	70.62 a

Em cada análise, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 10 Interação entre tratamentos e posições de coleta no perfil vertical: análise dos tratamentos em função de cada posição (% de cobertura).

Posição	Tratamento	FACES	
		Superior	Inferior
Alta	V6000	67.88 a	73.02 a
Alta	V2000	38.42 c	46.30 b
Alta	E2000	34.38 c	47.57 b
Alta	MART	46.55 b	52.10 b
Média	V6000	80.67 a	60.02 b
Média	V2000	55.72 b	42.55 d
Média	E2000	60.02 b	52.02 c
Média	MART	75.85 a	72.18 a
Baixa	V6000	87.20 a	56.95 b
Baixa	V2000	62.25 b	40.45 c
Baixa	E2000	68.03 b	42.25 c
Baixa	MART	82.92 a	70.62 a

Em cada análise, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As Tabelas 11 a 13 apresentam as análises da porcentagem de cobertura em função da face de exposição das folhas (superior e inferior), considerando-se a média das posições de amostragem. Dada a significância de F para interações, a análise dos resultados fica restrita à diferença de médias nas análises das interações (Tabelas 6 e 7).

Observa-se na Tabela 12 que o tratamento MART foi o único que apresentou igualdade de cobertura nas faces, mostrando que o mesmo apresenta distribuição mais uniforme que os demais. Na comparação entre tratamentos em cada face (Tabela 13), apenas o V6000 foi melhor que o MART na face superior, enquanto na inferior MART e V6000 foram iguais entre si e melhores que os demais.

Tabela 11 Análise de variância das médias de porcentagem de cobertura em função das faces das folhas.

Tratamento	Face	Cobertura %
V6000	Superior	78.57
V6000	Inferior	63.33
V2000	Superior	52.13
V2000	Inferior	43.10
E2000	Superior	54.13
E2000	Inferior	47.27
MART	Superior	68.43
MART	Inferior	64.97
Valores de F		
Trat.		344.21 **
Pos.		131.83 **
Trat. x Pos.		10.80 **
CV (%)		4.42

No teste F, “ns” representa ausência de significância ao nível de 5%; os valores significativos são indicados como (**) e (*) para 1% e 5%, respectivamente.

Tabela 12 Interação entre tratamentos e face das folhas: análise das faces em função de cada tratamento (% de cobertura).

Tratamento	Face	Cobertura %
V6000	Superior	78.57 a
V6000	Inferior	63.33 b
V2000	Superior	52.13 a
V2000	Inferior	43.10 b
E2000	Superior	54.13 a
E2000	Inferior	47.27 b
MART	Superior	68.43 a
MART	Inferior	64.97 a

Em cada análise, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 13 Interação entre tratamentos e face das folhas: análise dos tratamentos em função de cada face (% de cobertura).

Face	Tratamento	Cobertura %
Superior	V6000	78.57 a
Superior	V2000	52.13 c
Superior	E2000	54.13 c
Superior	MART	68.43 b
Inferior	V6000	63.33 a
Inferior	V2000	43.10 b
Inferior	E2000	47.27 b
Inferior	MART	64.97 a

Em cada análise, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As Tabelas 14 a 16 apresentam as análises da porcentagem de cobertura nas faces das folhas em função da posição no perfil horizontal das plantas. Novamente, considerando-se a significância de F para interações, a análise dos resultados fica restrita à diferença de médias nas análises das interações (Tabelas 9 e 10).

Na comparação entre a parte externa e interna das plantas para cada tratamento, considerando-se a face superior, apenas V2000 apresentou menor cobertura na parte interna, sendo que os demais tiveram distribuição uniforme. Na face inferior, apenas o MART apresentou distribuição uniforme, enquanto os demais tiveram menor cobertura na parte interna da planta. Na comparação entre tratamentos para cada parte da planta, V6000 foi melhor que o MART na face superior, enquanto na face inferior houve igualdade entre os mesmos.

Tabela 14 Análise de variância das médias de porcentagem de cobertura nas faces das folhas, em função da posição no perfil horizontal das plantas.

Tratamento	Posição	Faces	
		Superior	Inferior
V6000	Externo	78.00	72.73
V6000	Interno	79.17	53.97
V2000	Externo	56.72	57.10
V2000	Interno	47.52	26.50
E2000	Externo	53.08	58.57
E2000	Interno	55.20	33.52
MART	Externo	66.93	66.40
MART	Interno	69.93	57.95
Valores de F			
Trat.		170.67 **	53.34 **
Pos.		1.93 ns	266.69 **
Trat. x Pos.		29.38 **	14.02 **
CV (%)		2.88	8.24

No teste F, “ns” representa ausência de significância ao nível de 5%; os valores significativos são indicados como (**) e (*) para 1% e 5%, respectivamente.

Tabela 15 Interação entre tratamentos e posição no perfil horizontal das plantas: análise das posições em função de cada tratamento (% de cobertura).

Tratamento	Posição	Faces	
		Superior	Inferior
V6000	Externo	78.00 a	72.73 a
V6000	Interno	79.17 a	53.97 b
V2000	Externo	56.72 a	57.10 a
V2000	Interno	47.52 b	26.50 b
E2000	Externo	53.08 a	58.57 a
E2000	Interno	55.20 a	33.52 b
MART	Externo	66.93 a	66.40 a
MART	Interno	69.93 a	57.95 a

Em cada análise, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 16 Interação entre tratamentos e posição no perfil horizontal das plantas: análise dos tratamentos em função de cada posição (% de cobertura).

Posição	Tratamento	Faces	
		Superior	Inferior
Externo	V6000	78.00 a	72.73 a
Externo	V2000	56.72 c	57.10 c
Externo	E2000	53.08 d	58.57 bc
Externo	MART	66.93 b	66.40 ab
Interno	V6000	79.17 a	53.97 a
Interno	V2000	47.52 d	26.50 b
Interno	E2000	55.20 c	33.52 b
Interno	MART	69.93 b	57.95 a

Em cada análise, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As Tabelas 17 a 19 apresentam as análises da porcentagem de cobertura nas faces das folhas em função da localização das folhas (ângulo) em relação à direção de deslocamento do pulverizador. Assim como nos demais casos, a análise dos resultados fica restrita à diferença de médias nas análises das interações (Tabelas 9 e 10) em função da significância de F para interações.

Na comparação entre 90° e 0° para cada tratamento na face superior, apenas E2000 apresentou distribuição uniforme e menor, com os demais gerando coberturas melhores na posição 90°. Na face inferior das folhas apenas MART foi uniforme, enquanto V6000, V2000 e E2000 apresentaram melhor desempenho a 90°. Comparando-se os tratamentos para cada posição, MART e V6000 obtiveram melhores resultados numéricos em ambas as faces para a posição 90°. Na posição 0° V6000 foi melhor que MART na face superior da folha, enquanto ambos foram semelhantes na face inferior.

Tabela 17 Análise de variância das médias de porcentagem de cobertura nas faces das folhas, em função da posição das mesmas (ângulo em graus) em relação à direção de deslocamento do pulverizador.

Tratamento	Posição	Faces	
		Superior	Inferior
V6000	90	86.33	73.92
V6000	0	70.83	52.75
V2000	90	58.80	49.38
V2000	0	45.45	34.25
E2000	90	56.57	57.58
E2000	0	52.42	34.60
MART	90	74.12	65.92
MART	0	62.58	58.40
Valores de F			
Trat.		180.79 **	53.47 **
Pos.		242.66 **	107.81 **
Trat. x Pos.		11.89 **	4.71 *
CV (%)		3.91	10.44

No teste F, “ns” representa ausência de significância ao nível de 5%; os valores significativos são indicados como (**) e (*) para 1% e 5%, respectivamente.

Tabela 18 Interação entre tratamentos e posição (ângulo em graus) das folhas em relação à direção de deslocamento do pulverizador: análise das posições em função de cada tratamento (% de cobertura).

Tratamento	Posição	Faces	
		Superior	Inferior
V6000	90	86.33 a	73.92 a
V6000	0	70.83 b	52.75 b
V2000	90	58.80 a	49.38 a
V2000	0	45.45 b	34.25 b
E2000	90	56.57 a	57.58 a
E2000	0	52.42 a	34.60 b
MART	90	74.12 a	65.92 a
MART	0	62.58 b	58.40 a

Em cada análise, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 19 Interação entre tratamentos e posição (ângulo em graus) das folhas em relação à direção de deslocamento do pulverizador: análise dos tratamentos em função de cada posição (% de cobertura).

Posição	Tratamento	Fases	
		Superior	Inferior
90	V6000	86.33 a	73.92 a
90	V2000	58.80 b	49.38 c
90	E2000	56.57 b	57.58 bc
90	MART	74.12 a	65.92 ab
0	V6000	70.83 a	52.75 a
0	V2000	45.45 d	34.25 b
0	E2000	52.42 c	34.60 b
0	MART	62.58 b	58.40 a

Em cada análise, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

6.2 Fase 2

As Tabelas 20 a 23 apresentam os resultados dos dados de porcentagem de cobertura das folhas pela calda de pulverização desta etapa do trabalho, através das análises estatísticas. De maneira geral, observa-se valores baixos de CV em todas as análises, assim como foram obtidos valores significativos de F para todas as interações entre parcelas (tratamentos) e subparcelas (posições). Este fato indica que em todas as análises os resultados dos tratamentos dependem das posições de amostragem e vice-versa.

A Tabela 20 apresenta as análises da porcentagem de cobertura nas faces das folhas em função da posição no perfil vertical das plantas. Considerando-se a significância de F para interações, a análise dos resultados fica restrita à diferença de médias nas análises das interações.

Analisando a média de porcentagem de cobertura em todo o perfil da face superior das folhas de cada tratamento na Tabela 20, pode-se observar que os tratamentos JACTO (66,84%) e MART (66,20%) não apresentaram diferenças significativas entre si. Ao avaliar a superfície inferior das folhas ocorre o mesmo comportamento JACTO (58,21%) e MART (60,77%).

Pode-se afirmar ainda que para a cobertura na parte superior da folha é significativamente menor na região alta da planta (52,97%) quando comparadas com as outras duas regiões (média – 72,55% e baixa – 74,04%). A menor cobertura na parte superior das folhas e das plantas ocorre pela altura e distância do pulverizador em relação à planta. Analisando a parte inferior das folhas essa diferença inexistente, sendo de 57,23% para a região alta, 60,33% para a média e 60,92% para a baixa, não sendo estatisticamente diferentes.

Tabela 20 Análise de variância e interação entre os tratamentos das médias de porcentagem de cobertura nas faces das folhas, em função da posição no perfil vertical das plantas.

Tratamento	Posição	Faces			
		Superior	Inferior		
JACTO	Alta	49,36	54,70		
JACTO	Média	73,62	59,98		
JACTO	Baixa	77,54	59,96		
MART	Alta	56,58	59,76		
MART	Média	71,48	60,68		
MART	Baixa	70,54	61,88		
Médias					
Tratamentos					
JACTO		66,84	58,21		
MART		66,20	60,77		
Posição					
Alta		52,97 b	57,23		
Médias		72,55 a	60,33		
Baixa		74,04 a	60,92		
Valores de F			Pr > F	Pr > F	
Trat.		0,15	0,7120	0,40	0,5424
Pos.		30,06	<.0001	2,19	0,1447
Trat. x Pos.		2,84	0,0880	0,70	0,5093
CV (%)		10,19		7,13	

A Tabela 21 a apresenta as análises da porcentagem de cobertura em função da face de exposição das folhas (superior e inferior), considerando-se a média das posições de amostragem. Dada a significância de F para interações, a análise dos resultados fica restrita à diferença de médias nas análises das interações.

Pode-se observar na Tabela 21 que a porcentagem de cobertura no tratamento MART (63,59%) é semelhante ao JACTO (62,53%), não havendo diferença

estatística significativa.

Observando-se a média geral de todos os tratamentos pode-se afirmar que a cobertura na face superior da folha (66,51%) é significativamente maior que na inferior (59,51%), apresentando uma diferença de 7 pontos percentuais entre a face superior e a inferior.

Tabela 21 Análise de variância e interação entre tratamentos das médias de porcentagem de cobertura em função das faces das folhas.

Tratamento	Faces	Cobertura
JACTO	Superior	66,84
JACTO	Inferior	58,22
MART	Superior	66,18
MART	Inferior	60,80
Médias		
Tratamentos		
JACTO		62,53
MART		63,59
Faces		
Superior		66,51 a
Inferior		59,51 b
Valores de F		Pr > F
Trat.		0,14 0,7183
Face		16,72 0,0035
Trat. x face		0,90 0,3717
CV (%)		6,08

A Tabela 22 apresenta as análises da porcentagem de cobertura nas faces das folhas em função da posição no perfil horizontal das plantas. Novamente, considerando-se a significância de F para interações, a análise dos resultados fica restrita à diferença de médias nas análises das interações.

Na Tabela 22 observa-se que para a face superior da folha, os resultados foram semelhantes, no tratamento JACTO (66,83%) e no MART (66,19%). Avaliando-se a face inferior da folha houve uma diferença um pouco maior entre os tratamentos, porém sem diferenças significativas, sendo 58,21% para o JACTO e 60,77% para o MART.

Com relação à média de todos os tratamentos, pode-se afirmar que para a face superior da folha existe uma cobertura ligeiramente maior na região interna da

planta que apresentou 67,73% de cobertura contra 65,29% na região externa da planta, porém deve-se salientar que não diferiram estatisticamente. O mesmo não ocorre quando se trata da face inferior da folha que apresentou 65,10% para a região externa e 53,88 para a região interna, diferindo significativamente.

Tabela 22 Análise de variância e as interações entre tratamentos das médias de porcentagem de cobertura nas faces das folhas, em função da posição no perfil horizontal das plantas.

Tratamento	Posição	Faces		
		Superior	Inferior	
JACTO	Externo	64,68	63,20	
JACTO	Interno	68,97	53,22	
MART	Externo	65,90	67,00	
MART	Interno	66,48	54,53	
Médias				
Tratamentos				
JACTO		66,83	58,21	
MART		66,19	60,77	
Posição				
Externo		65,29	65,10 a	
Interno		67,73	53,88 b	
Valores de F			Pr > F	Pr > F
Trat.		0,14	0,7154	0,40 0,5426
Pos.		1,92	0,2031	42,96 0,0002
Trat. x Pos.		1,11	0,3228	0,53 0,4890
CV (%)		5,91		6,44

A Tabela 23 apresenta as análises da porcentagem de cobertura nas faces das folhas em função da localização das folhas (ângulo) em relação à direção de deslocamento do pulverizador. Assim como nos demais casos, a análise dos resultados fica restrita à diferença de médias nas análises das interações.

Com base nos dados apresentados na Tabela 23 pode-se afirmar que para a face superior da folha os tratamentos JACTO (66,83%) e MART (66,20%) são idênticos estatisticamente. O mesmo ocorre quando se avalia a face inferior da folha, onde os resultados foram de 58,22% para o JACTO e 60,77% para o MART.

Ao avaliar as interações entre os ângulos, pode-se afirmar que não houve diferença significativa para as coberturas à 0°. (64,20%) e 90°. (68,83%) na face

superior da folha. Porém na face inferior houve diferença entre o ângulo de 0°. (53,20%) e o de 90°. (65,79%).

Tabela 23 Análise de variância e interação entre os tratamentos das médias de porcentagem de cobertura nas faces das folhas, em função da posição das mesmas (ângulo em graus) em relação à direção de deslocamento do pulverizador.

Tratamento	Posição	Faces		
		Superior	Inferior	
JACTO	90	68,78	64,80	
JACTO	0	64,88	51,64	
MART	90	68,88	66,78	
MART	0	63,52	54,76	
Médias				
Tratamentos				
JACTO		66,83	58,22	
MART		66,20	60,77	
Posição				
90		68,83	65,79 a	
0		64,20	53,20 b	
Valores de F			Pr > F	Pr > F
Trat.		0,14	0,7160	0,40 0,5440
Pos.		2,08	0,1873	42,74 0,0002
Trat. x Pos.		0,05	0,8259	0,09 0,7748
CV (%)		10,79		7,24

6.3 Etapa 3

6.3.1 Pré-ensaios

6.3.1.1 Arbus 4 Ventiladores

Nessa fase foram realizados vários ensaios com intuito de observar o comportamento da máquina e realizar alguns ajustes necessários para o melhor desempenho na aplicação de defensivos em pomares cítricos. Na Figura 7 observa-se o Protótipo 2 na versão inicial.



Figura 7 Equipamentos: (esquerda) Valência – considerado como pulverizador convencional e (direita) Arbus “4 ventilador” – na fase inicial dos ensaios de campo.

Com base nas avaliações realizadas foi possível sugerir algumas modificações como: aumentar o número de ventiladores de 3 para 4 – para que a máquina alcance 6 metros de altura; reduzir o espaço entre os ventiladores; direcionar a pulverização para a saia da planta; deixar o último ventilador inclinado de cima para baixo, para que fique mais próximo da planta; e proporcionar aos ventiladores movimentos na vertical para que fosse possível um melhor direcionamento da pulverização.

Na Figura 8 pode-se observar o protótipo na fase final, versão com a qual foi realizado o ensaio final.



Figura 8 Equipamento Arbus 4 ventilador (4 VENT) na versão final em operação na parcela aplicando calda com corantes.

Após a concepção do modelo final foram realizados outros ensaios para definir a regulagem, onde foram definidos tipos dos bicos, localização vertical dos bicos, pressão de trabalho, rotação dos ventiladores e a velocidade de deslocamento da máquina. Pode-se observar no anexo 1 as planilhas de campo com os papéis hidro-sensíveis e o relatório com as recomendações sugeridas.

6.3.1.2 Arbus Ventilador duplo

Nessa fase foram realizados vários ensaios com intuito de observar o comportamento da máquina e realizar alguns ajustes necessários para o melhor desempenho na aplicação de defensivos. Na Figura 9 observa-se o Protótipo 3 na versão inicial.



Figura 9 Equipamentos: (direita) Valência – considerado como pulverizador convencional e (esquerda) Arbus “Ventilador Duplo” (2 VENT) – na fase inicial dos ensaios de campo.

Com base nas avaliações realizadas foi possível sugerir algumas modificações como: Aumentar o número (concentração) de bicos na parte superior da máquina; Elevar o conjunto do ventilador dianteiro de 1500 para 2500 mm, pois a ventilação e concentração de bicos em dobro em relação à parte superior, o que poderia ser a causa do excesso de cobertura na parte inferior da planta.

Na Figura 10 pode-se observar o protótipo na fase final, versão com a qual foi realizado o ensaio final.



Figura 10 Vista do equipamento Arbus “Ventilador Duplo” (2 VENT) na versão final em operação na parcela aplicando calda com corantes.

Após a conclusão do modelo final foram realizados outros ensaios para definir a regulagem, onde foram definidos tipos dos bicos, localização vertical dos bicos, pressão de trabalho, rotação dos ventiladores e a velocidade de deslocamento da máquina.

6.3.2 Experimento final

6.3.2.1 Análise de cobertura das folhas

As Tabelas 24 a 31 apresentam os resultados dos dados de porcentagem de cobertura das folhas pela calda de pulverização desta etapa do trabalho, através das análises estatísticas. De maneira geral, observa-se valores baixos de CV em todas as análises, assim como foram obtidos valores significativos de F para as análises de posição

vertical na planta (alto, médio e baixo) e posição em relação ao ângulo da pulverização (0° e 90°), entre parcelas e subparcelas. Este fato indica que nessas análises os resultados dos tratamentos dependem das posições de amostragem e vice-versa, comprovando a adequação do delineamento experimental proposto.

As Tabelas 24 a 26 apresentam as análises da porcentagem de cobertura nas faces das folhas em função da posição no perfil vertical das plantas. Considerando-se a significância de F para interações, a análise dos resultados fica restrita à diferença de médias nas análises das interações.

Analisando a média de porcentagem de cobertura em todo o perfil da face superior das folhas de cada tratamento na Tabela 24, pode-se observar que os tratamentos VAL 6.000 (78,17%) e 4 VENT 4.000 (77,61%) não apresentaram diferenças significativas entre si, porém são superiores quando comparadas aos tratamentos 2 VENT 4.000 (69,37%) e 2 VENT 2.000 (69,02%), que por sua vez tiveram melhor desempenho que o tratamento 4 VENT 2.000 (57,96%). Entre a melhor nota e a pior existe uma diferença de 20,21 pontos percentuais ou aproximadamente 34,8% de acréscimo na cobertura.

Pode-se afirmar ainda que para a cobertura na parte superior da folha é significativamente menor na região alta da planta (60,66%) quando comparadas com as outras duas regiões (média – 73,87% e baixa – 76,74%). Analisando a parte inferior das folhas essa diferença inexistente, variando de 55,49% a 57,88%, não sendo estatisticamente diferentes.

Tabela 24 Análise de variância e interação entre os tratamentos das médias de porcentagem de cobertura nas faces das folhas, em função da posição no perfil vertical das plantas.

Tratamento	Posição	Faces			
		Superior	Inferior		
VAL 6.000	Alta	70,23	63,70		
VAL 6.000	Média	82,07	71,30		
VAL 6.000	Baixa	82,20	64,73		
4 VENT 4.000	Alta	71,50	67,77		
4 VENT 4.000	Média	80,33	68,70		
4 VENT 4.000	Baixa	81,00	70,27		
4 VENT 2.000	Alta	52,73	46,00		
4 VENT 2.000	Média	56,30	41,30		
4 VENT 2.000	Baixa	64,83	45,60		
2 VENT 4.000	Alta	57,80	54,07		
2 VENT 4.000	Média	74,93	49,20		
2 VENT 4.000	Baixa	75,37	48,47		
2 VENT 2.000	Alta	51,03	47,77		
2 VENT 2.000	Média	75,73	58,90		
2 VENT 2.000	Baixa	80,30	48,40		
Médias					
Tratamentos					
VAL 6.000		78,17	66,58		
4 VENT 4.000		77,61	68,91		
4 VENT 2.000		57,96	44,30		
2 VENT 4.000		69,37	50,58		
2 VENT 2.000		69,02	51,69		
Posição					
Alta		60,66	55,86		
Médias		73,87	57,88		
Baixa		76,74	55,49		
Valores de F			Pr > F	Pr > F	
Trat.		8,41	0,0031	24,15	0,0001
Pos.		103,53	0,0001	1,68	0,2123
Trat. x Pos.		6,65	0,0003	3,32	0,0140
CV (%)		4,64		6,82	

Tabela 25 Interação entre tratamentos e posições de coleta no perfil vertical: análise das posições em função de cada tratamento (% de cobertura).

		FACES	
		Superior	Inferior
VAL 6.000	Alta	70,23 b	63,70 a
VAL 6.000	Média	82,07 a	71,30 a
VAL 6.000	Baixa	82,20 a	64,73 a
4 VENT 4.000	Alta	71,50 b	67,77 a
4 VENT 4.000	Média	80,33 a	68,70 a
4 VENT 4.000	Baixa	81,00 a	70,27 a
4 VENT 2.000	Alta	52,73 b	46,00 a
4 VENT 2.000	Média	56,30 ab	41,30 a
4 VENT 2.000	Baixa	64,83 a	45,60 a
2 VENT 4.000	Alta	57,80 b	54,07 a
2 VENT 4.000	Média	74,93 a	49,20 a
2 VENT 4.000	Baixa	75,37 a	48,47 a
2 VENT 2.000	Alta	51,03 b	47,77 a
2 VENT 2.000	Média	75,73 a	58,90 a
2 VENT 2.000	Baixa	80,30 a	48,40 a

Em cada análise, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 26 Interação entre tratamentos e posições de coleta no perfil vertical: análise dos tratamentos em função de cada posição (% de cobertura).

		FACES	
		Superior	Inferior
Alta	VAL 6.000	70,23 a	63,70 ab
Alta	4 VENT 4.000	71,50 a	67,77 a
Alta	4 VENT 2.000	52,73 b	46,00 cd
Alta	2 VENT 4.000	57,80 b	54,07 bc
Alta	2 VENT 2.000	51,03 b	47,77 cd
Média	VAL 6.000	82,07 a	71,30 a
Média	4 VENT 4.000	80,33 a	68,70 ab
Média	4 VENT 2.000	56,30 b	41,30 d
Média	2 VENT 4.000	74,93 a	49,20 cd
Média	2 VENT 2.000	75,73 a	58,90 bc
Baixa	VAL 6.000	82,20 a	64,73 a
Baixa	4 VENT 4.000	81,00 a	70,27 a
Baixa	4 VENT 2.000	64,83 b	45,60 b
Baixa	2 VENT 4.000	75,37 a	48,47 b
Baixa	2 VENT 2.000	80,30 a	48,40 b

Em cada análise, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A Tabela 27 a apresenta as análises da porcentagem de cobertura em função da face de exposição das folhas (superior e inferior), considerando-se a média das posições de amostragem. Dada a falta de significância de F para interações, pode-se afirmar que não houve correlação entre os tratamentos e a cobertura nas faces superior e inferior da folha.

Pode-se observar na Tabela 27 que a porcentagem de cobertura no tratamento 4 VENT 4.000 (73,27%) é semelhante ao VAL 6.000 (72,35%), por não haver diferença estatística, porém deve-se lembrar que no tratamento VAL 6.000 o volume de calda é 50% maior que no 4 VENT 4.000. Quando são comparadas aos tratamentos 2 VENT 4.000 (59,98%) e 2 VENT 2.000 (60,35%) as notas são maiores estatisticamente. Por fim tem-se o tratamento 4 VENT 2.000 (51,15%) que apresentou a menor nota de todos os demais. Houve uma diferença de 22,12 pontos percentuais entre a maior e a menor nota de cobertura.

Observando-se a média geral de todos os tratamentos pode-se afirmar que a cobertura na face superior da folha (70,43%) é significativamente maior que na inferior (56,14%), apresentando uma diferença de 14,29 pontos percentuais entre a face superior e a inferior.

Tabela 27 Análise de variância e interação entre tratamentos das médias de porcentagem de cobertura em função das faces das folhas.

Tratamento	Posição	Cobertura
VAL 6.000	Superior	78,17
VAL 6.000	Inferior	66,53
4 VENT 4.000	Superior	77,60
4 VENT 4.000	Inferior	68,93
4 VENT 2.000	Superior	58,00
4 VENT 2.000	Inferior	44,30
2 VENT 4.000	Superior	69,37
2 VENT 4.000	Inferior	50,60
2 VENT 2.000	Superior	69,00
2 VENT 2.000	Inferior	51,70
Médias		
Tratamentos		
VAL 6.000		72,35 a
4 VENT 4.000		73,27 a
4 VENT 2.000		51,15 c
2 VENT 4.000		59,98 b
2 VENT 2.000		60,35 b
Posição		
Superior		70,43 a
Inferior		56,41 b
Valores de F		Pr > F
Trat.	16,87	0,0002
Face	197,77	0,0001
Trat. x face	3,41	0,0526
CV (%)	4,30	

A Tabela 28 apresenta as análises da porcentagem de cobertura nas faces das folhas em função da posição no perfil horizontal das plantas. Novamente, considerando-se a significância de F para interações, a análise dos resultados fica restrita à diferença de médias nas análises das interações.

Na Tabela 28 observa-se que para a face superior da folha, os tratamentos VAL 6.000 (78,17%) e 4 VENT 4.000 (77,6%) obtiveram um melhor desempenho ao que se refere a porcentagem de cobertura das folhas, sendo superiores aos tratamentos 2 VENT 4.000 (69,3%) e 2 VENT 2.000 (69,02%), que por sua vez foram melhores que o

4 VENT 2.000 (57,97%). Avaliando-se a face inferior da folha houve um melhor desempenho dos tratamentos 4 VENT 4.000 (68,93%) e VAL 6.000 (66,55%) quando comparado aos demais 2 VENT 2.000 (51,67%), 2 VENT 4.000 (50,58%) e 4 VENT 4.000 (44,32%) que não diferiram entre si.

Com relação à média de todos os tratamentos, pode-se afirmar que para a face superior da folha existe uma maior cobertura na região interna da planta que apresentou 72,82% de cobertura contra 68,02% na região externa da planta. O mesmo não ocorre quando se trata da face inferior da folha que apresentou 56,96% para a região externa e 55,86 para a região interna.

Tabela 28 Análise de variância e as interações entre tratamentos das médias de porcentagem de cobertura nas faces das folhas, em função da posição no perfil horizontal das plantas.

Tratamento	Posição	Faces			
		Superior	Inferior		
VAL 6.000	Externo	76,93	68,13		
VAL 6.000	Interno	79,40	64,97		
4 VENT 4.000	Externo	76,27	67,97		
4 VENT 4.000	Interno	78,93	69,90		
4 VENT 2.000	Externo	53,77	43,50		
4 VENT 2.000	Interno	62,17	45,13		
2 VENT 4.000	Externo	66,60	52,03		
2 VENT 4.000	Interno	72,07	49,13		
2 VENT 2.000	Externo	66,53	53,17		
2 VENT 2.000	Interno	71,50	50,17		
Médias					
Tratamentos					
VAL 6.000		78,17 a	66,55 a		
4 VENT 4.000		77,60 a	68,93 a		
4 VENT 2.000		57,97 c	44,32 b		
2 VENT 4.000		69,30 b	50,58 b		
2 VENT 2.000		69,02 b	51,67 b		
Posição					
Externo		68,02 b	56,96 a		
Interno		72,82 a	55,86 a		
Valores de F			Pr > F	Pr > F	
Trat.		8,42	0,0031	24,11	0,0001
Pos.		20,64	0,0011	0,45	0,5190
Trat. x Pos.		1,05	0,4283	0,51	0,7280
CV (%)		4,10		7,99	

As Tabelas 29 a 31 apresentam as análises da porcentagem de cobertura nas faces das folhas em função da posição das folhas (ângulo) em relação à direção de deslocamento do pulverizador. Assim como nos demais casos, a análise dos resultados fica restrita à diferença de médias nas análises das interações.

Com base nos dados apresentados na Tabela 29 pode-se afirmar que para a face superior da folha os tratamentos VAL 6.000 (78,15%) e 4 VENT 4.000 (77,62%) foram melhores que o 4 VENT 2.000 (57,97%). Os tratamentos 2 VENT 4.000 (69,37%) e 2 VENT 2.000 (69,03%) não diferiram de nenhum dos 3 anteriores. Entre a maior e a menor cobertura existe uma diferença de 20,18 pontos percentuais. Já na face inferior houve um melhor desempenho dos tratamentos 4 VENT 4.000 (68,95%) e VAL 6.000 (66,57%) com relação aos demais 2 VENT 2.000 (51,67%), 2 VENT 4.000 (50,6%) e 4 VENT 2.000 (44,28%). Existindo uma diferença de 24,67 pontos percentuais entre a maior e a menor nota.

Ao avaliar as interações entre os ângulos, pode-se afirmar que não houve diferença significativa para as coberturas à 0°. (69,45%) e 90°. (71,4%) na face superior da folha. Porém na face inferior houve diferença entre o ângulo de 0°. (52,46%) e o de 90°. (60,37%).

Tabela 29 Análise de variância e interação entre os tratamentos das médias de porcentagem de cobertura nas faces das folhas, em função da posição das mesmas (ângulo em graus) em relação à direção de deslocamento do pulverizador.

Tratamento	Posição	Faces		
		Superior	Inferior	
VAL 6.000	90	82,53	72,77	
VAL 6.000	0	73,77	60,37	
4 VENT 4.000	90	75,97	68,07	
4 VENT 4.000	0	79,27	69,83	
4 VENT 2.000	90	56,67	42,77	
4 VENT 2.000	0	59,27	45,80	
2 VENT 4.000	90	72,63	58,93	
2 VENT 4.000	0	66,10	42,27	
2 VENT 2.000	90	69,20	59,30	
2 VENT 2.000	0	68,87	44,03	
Médias				
Tratamentos				
VAL 6.000		78,15	66,57	
4 VENT 4.000		77,62	68,95	
4 VENT 2.000		57,97	44,28	
2 VENT 4.000		69,37	50,60	
2 VENT 2.000		69,03	51,67	
Posição				
90		71,40	60,37	
0		69,45	52,46	
Valores de F			Pr > F	Pr > F
Trat.		8,44	0,0030	24,07
Pos.		4,57	0,0582	41,31
Trat. x Pos.		7,14	0,0055	12,04
CV (%)		3,54		5,97

Tabela 30 Interação entre tratamentos e posição (ângulo em graus) das folhas em relação à direção de deslocamento do pulverizador: análise das posições em função de cada tratamento (% de cobertura).

Tratamento	Ângulo	Faces	
		Superior	Inferior
VAL 6.000	90	82,53 a	72,77 a
VAL 6.000	0	73,77 b	60,37 b
4 VENT 4.000	90	75,97 a	68,07 a
4 VENT 4.000	0	79,27 a	69,83 a
4 VENT 2.000	90	56,67 a	42,77 a
4 VENT 2.000	0	59,27 a	45,80 a
2 VENT 4.000	90	72,63 a	58,93 a
2 VENT 4.000	0	66,10 a	42,27 b
2 VENT 2.000	90	69,20 a	59,30 a
2 VENT 2.000	0	68,87 a	44,03 b

Em cada análise, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 31 Interação entre tratamentos e posição (ângulo em graus) das folhas em relação à direção de deslocamento do pulverizador: análise dos tratamentos em função de cada posição (% de cobertura).

Ângulo	Tratamento	Faces	
		Superior	Inferior
90	VAL 6.000	82,53 a	72,77 a
90	4 VENT 4.000	75,97 ab	68,07 a
90	4 VENT 2.000	56,67 c	42,77 c
90	2 VENT 4.000	72,63 b	58,93 b
90	2 VENT 2.000	69,20 b	59,30 b
0	VAL 6.000	73,77 ab	60,37 a
0	4 VENT 4.000	79,27 a	69,83 a
0	4 VENT 2.000	59,27 c	45,80 b
0	2 VENT 4.000	66,10 bc	42,27 b
0	2 VENT 2.000	68,87 b	44,03 b

Em cada análise, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

6.3.2.2 Análise de deposição de calda

6.3.2.2.1 Análise da eficiência dos equipamentos

Pode-se observar na Figura 11 que as melhores deposições para a posição 90AE foram obtidas pelo equipamento 4 VENT com mais de $1,2 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha para cada 1.000 L de calda aplicado. Em segundo lugar ficou o equipamento VAL com $1,05 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha, embora não diferença estatística quando comparado ao tratamento 4 VENT 4000. Por fim, observa-se os tratamentos com o equipamento 2 VENT, que obtiveram um depósito de $0,87$ e $0,84 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha para 4.000 e $2.000 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$, respectivamente.

Observa-se que nos tratamentos que utilizam o equipamento 4 VENT cerca de 40% das folhas receberam menos que $1 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$, enquanto que os demais essa porcentagem ficou entre 60 e 70%.

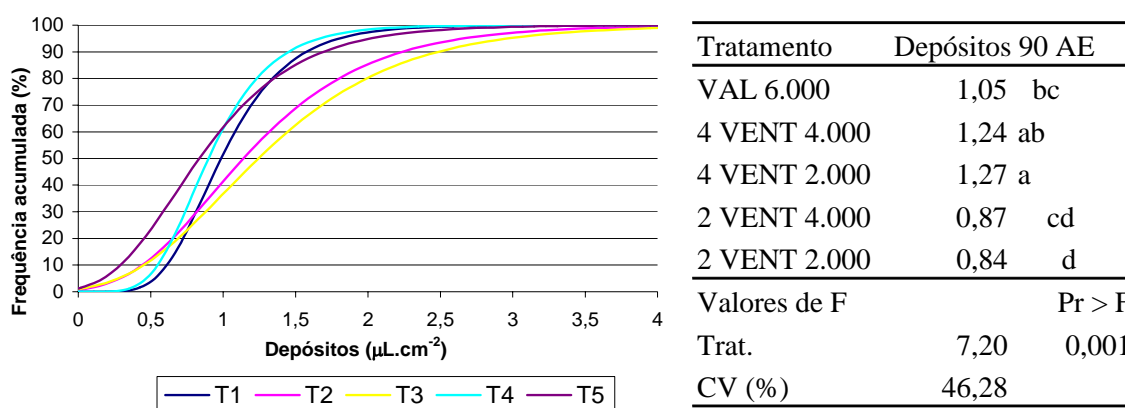


Figura 11 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 90AE. Valores corrigidos para $1.000 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Na Figura 12 observa-se as deposições para a posição 90AI. Pode-se afirmar que todos os tratamentos foram equivalentes, com exceção do tratamento 2 VENT 4.000, que obteve menores depósitos $0,50 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha para cada 1.000 L de calda

aplicado. Os demais tratamentos obtiveram depósitos médios entre 0,84 a 1,05 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ e não diferiram estatisticamente entre si.

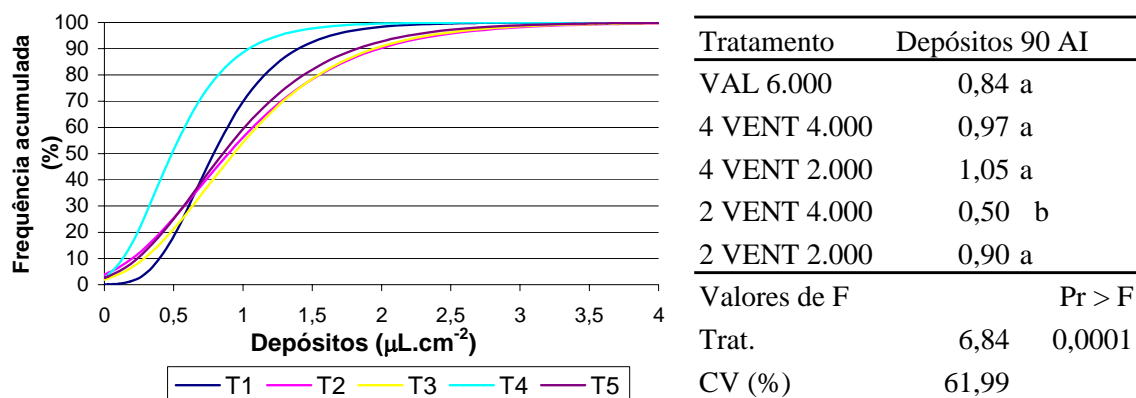


Figura 12 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 90AI. Valores corrigidos para $1.000\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Pode-se observar na Figura 13 que as melhores deposições para a posição 90ME foram obtidas pelo equipamento 4 VENT com mais de $1,25 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha para cada 1.000 L de calda aplicado. Os demais equipamentos (tratamentos 1, 4 e 5) não diferiram entre si, obtendo depósitos entre 0,82 e $0,95 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha.

Nessa posição pode-se verificar que para o tratamento 4 VENT 4.000 apenas 35% das folhas coletadas receberam menos que $1 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$, enquanto os outros tratamentos que utilizam equipamentos diferentes essa faixa passa para 55 a 65%.

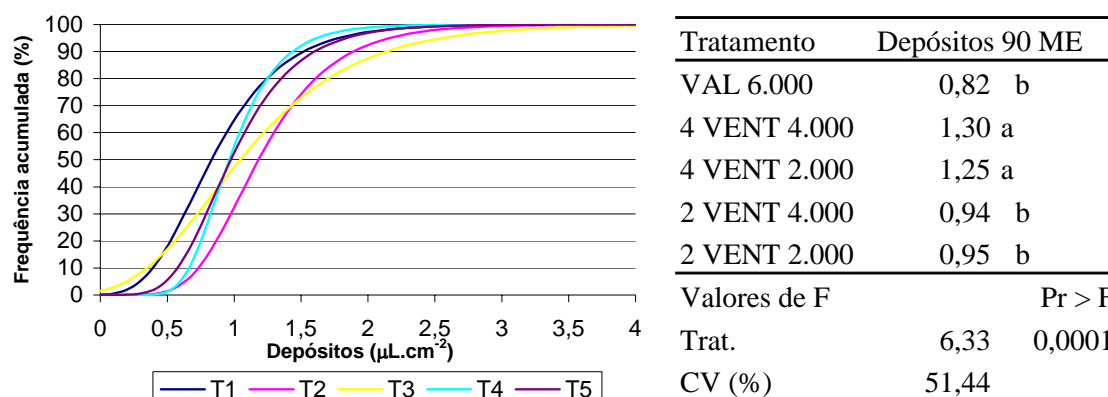


Figura 13 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 90ME. Valores corrigidos para 1.000 L.ha⁻¹.

Da mesma maneira pode-se observar na Figura 14 que as melhores deposições para a posição 90MI foram obtidas pelo equipamento 4 VENT com mais de 1,09 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha para cada 1.000 L de calda aplicado. Os demais equipamentos (tratamentos 1, 4 e 5) não diferiram entre si, obtendo depósitos entre 0,72 e 0,81 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha.

A quantidade de folhas que receberam menos de 1 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ para os tratamentos que utilizam o equipamento 4 VENT é de aproximadamente 50%, nas demais esse valor passa para 65 a 80%.

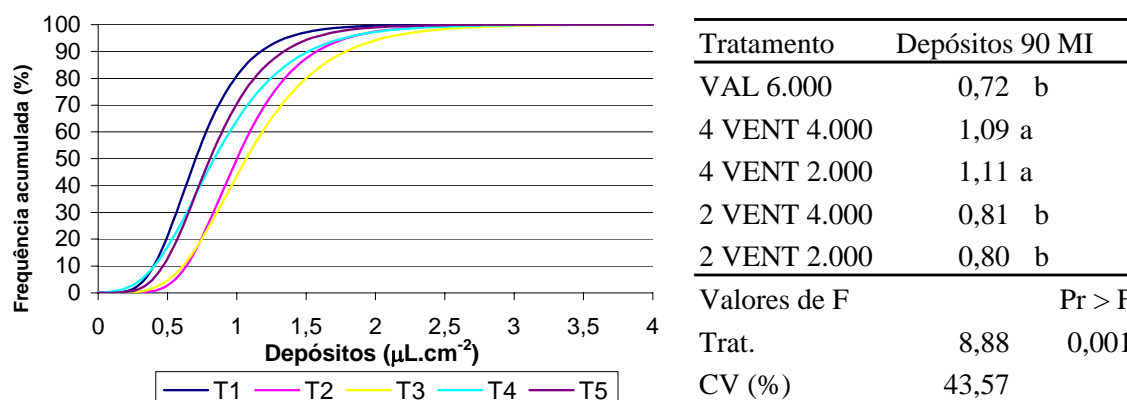


Figura 14 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 90MI. Valores corrigidos para 1.000L.ha⁻¹.

Na Figura 15 observa-se os depósitos na posição 90BE. O tratamento 4 VENT 4.000 foi o que obteve melhor deposição com $1,44 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha, seguido pelo tratamento 4 VENT 2.000 com $1,16 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha. Os demais tratamentos não diferiram entre si, variando entre $0,77$ e $0,90 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha.

Enquanto no tratamento 4 VENT 4.000 cerca de 20% das folhas coletadas receberam menos que $1 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$, os demais tratamentos que utilizam outros equipamentos a quantidade de folhas com menos de $1 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ foi de 60 a 80%.

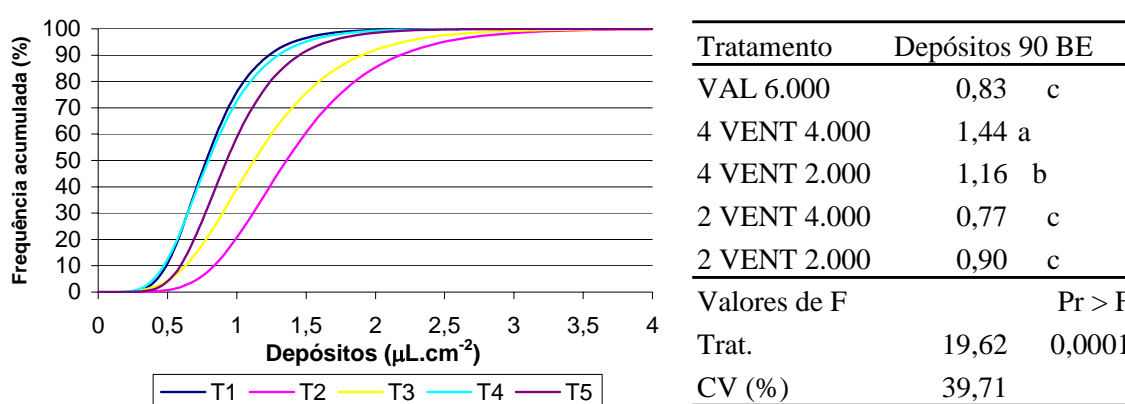


Figura 15 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 90BE. Valores corrigidos para $1.000 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Pode-se observar na Figura 16 que as melhores deposições para a posição 90BI foram obtidas pelo equipamento 4 VENT com mais de $1,19 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha para cada 1.000 L de calda aplicado. Os demais equipamentos (tratamentos 1, 4 e 5) não diferiram entre si, obtendo depósitos entre $0,68$ e $0,75 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha.

Como nas demais posições a 90° , os tratamentos do equipamento 4 VENT apresentaram melhor desempenho, pois cerca de 35 a 40% das folhas coletadas receberam menos de $1 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$, enquanto nos demais tratamentos esse percentual chegou a superar 80%.

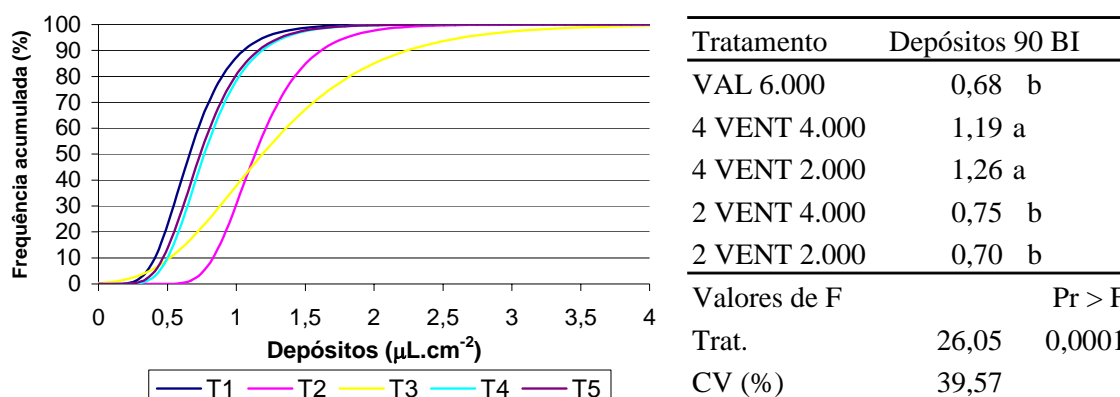


Figura 16 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 90BI. Valores corrigidos para 1.000L.ha⁻¹.

Na Figura 17 observa-se a deposição da posição 0AE. Os tratamentos 4 VENT 2.000, 4 VENT 4.000 e 2 VENT 2.000 foram os que obtiveram melhores deposições, com 1,16, 1,07 e 1,01 $\mu\text{L.cm}^{-2}$ de folha para cada 1.000 L de calda aplicado, respectivamente. Os demais tratamentos não diferiram entre si, obtendo depósitos entre 0,49 e 0,58 $\mu\text{L.cm}^{-2}$ de folha.

Nessa região cerca de 55% das folhas receberam menos que 1 $\mu\text{L.cm}^{-2}$, para os tratamentos 4 VENT 4.000, 4 VENT 2.000 e 2 VENT 2.000. Para o tratamento que utiliza o equipamento convencional (VAL) e o 2 VENT 4.000 esse percentual chega próximo a 90%.

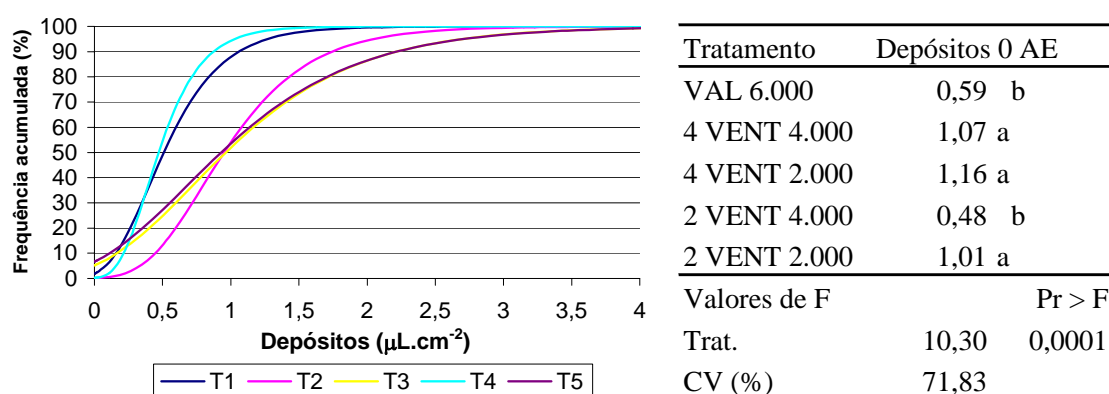


Figura 17 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 0AE. Valores corrigidos para 1.000 L.ha⁻¹.

Observa-se na Figura 18 os depósitos da posição 0AI. O melhor tratamento obtido foi o 4 VENT 2.000 com $0,95 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha, seguido pelo 4 VENT 4.000 com $0,64 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha, na seqüência 2 VENT 2.000 com $0,54 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha, 2 VENT 4.000 com $0,46 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha e por fim VAL 6.000 com $0,37 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha. Pode-se verificar que o equipamento 4 VENT possui melhor desempenho que os demais.

Observa-se que os tratamentos que utilizam o equipamento 4 VENT foram os que apresentaram menor porcentagem de folhas com menos de $1 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$, embora esses números sejam elevados 50% (4 VENT 4.000) e 80% (4 VENT 2.000). Nos demais tratamentos esses percentuais superaram 90%. Isso comprova que essa posição seja a mais difícil de se conseguir depósitos, uma possível explicação é que esteja na parte superior – onde existe maior densidade de folhas e ramos-, esse é o local é o mais distante do pulverizador – 0° . com o alinhamento de plantio- e por estar no interior da planta. Whitney et al. (1986), Salyani e Whitney (1990), Raetano (1996) e Farooq e Salyani (2002) observaram tendências semelhantes a essa, embora estivessem trabalhando com condições operacionais e equipamentos diferentes aos utilizados nesse trabalho.

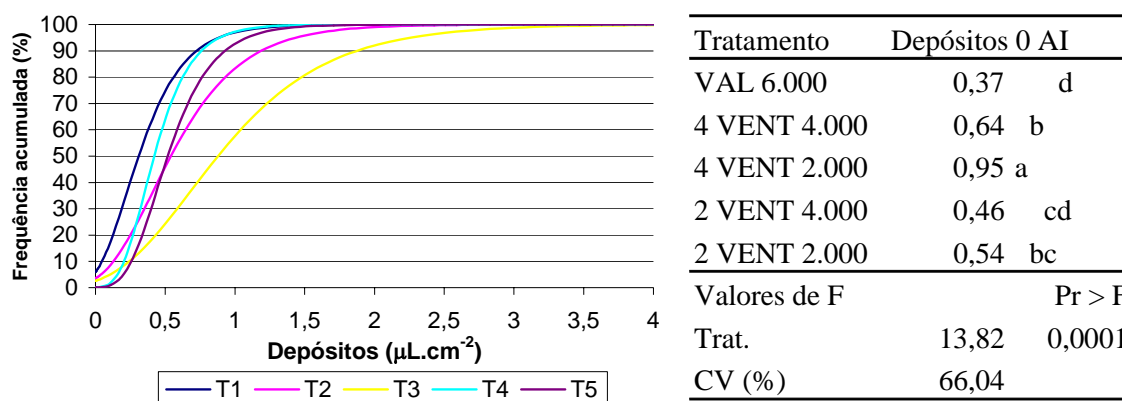


Figura 18 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 0AI. Valores corrigidos para $1.000 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Na Figura 19 observa-se os depósitos na posição 0ME. O tratamento 4 VENT 4.000 foi o que obteve melhor deposição com $1,35 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha, seguido pelo tratamento 4 VENT 2.000 com $0,90 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha. Os demais tratamentos não diferiram entre si, variando entre $0,50$ e $0,62 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha.

No tratamento 4 VENT 4.000 menos de 20 % das folhas receberam depósitos inferiores a $1 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$, nos demais esse percentual variou entre 75 a 95%.

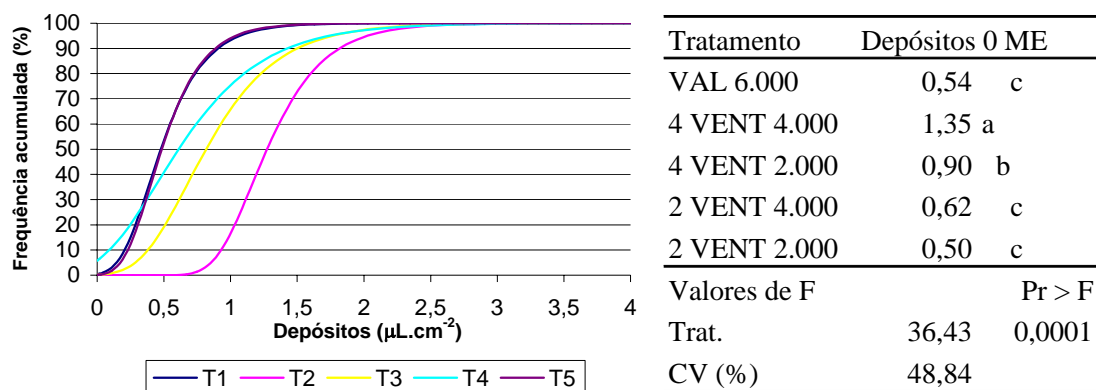


Figura 19 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 0ME. Valores corrigidos para $1.000 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Na Figura 20 observa-se os depósitos obtidos na posição 0MI, pode-se afirmar que o melhor tratamento foi o 4 VENT 4.000 que proporcionou $1,26 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha. Seguido pelos tratamentos 4 VENT 2.000 ($0,72 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha), VAL 6.000 ($0,65 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha) e 2 VENT 4.000 ($0,61 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha), e por fim o tratamento 2 VENT 2.000 com $0,48 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha, embora esse não tenha diferença significativa com o 2 VENT 4.000.

Nessa posição o tratamento 4 VENT 4.000 apresentou apenas 30% das folhas com menos de $1 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$, enquanto os demais tratamentos apresentaram 75 a 95%.

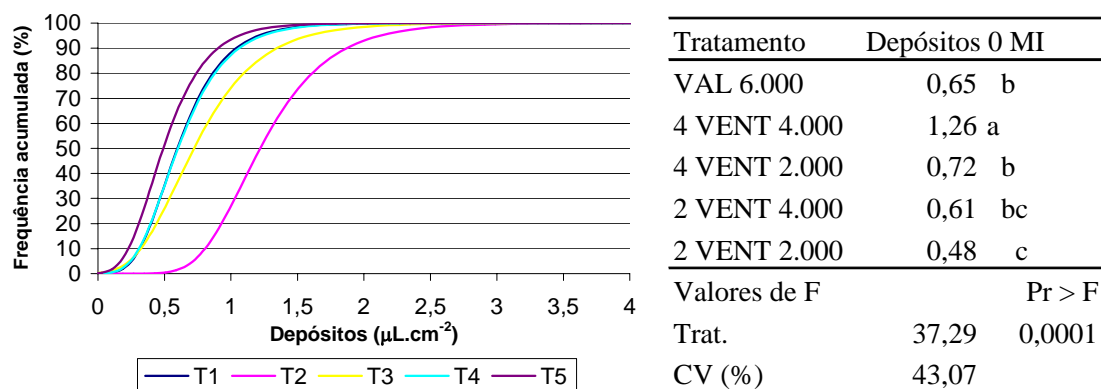


Figura 20 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 0MI. Valores corrigidos para $1.000 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Como pode-se observar na Figura 21, o tratamento que proporcionou maior deposição na posição 0BE foi o 4 VENT 4.000 com $1,56 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha, seguido pelo 4 VENT 2.000 com $1,04 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha. Os demais tratamentos não diferiram significativamente entre si, obtendo valores de depósitos entre $0,73$ e $0,80 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha.

No tratamento 4 VENT 4.000 somente 5% das folhas apresentaram deposições menores que $1 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$. Nos demais tratamentos esse percentual foi de 60 a 85%.

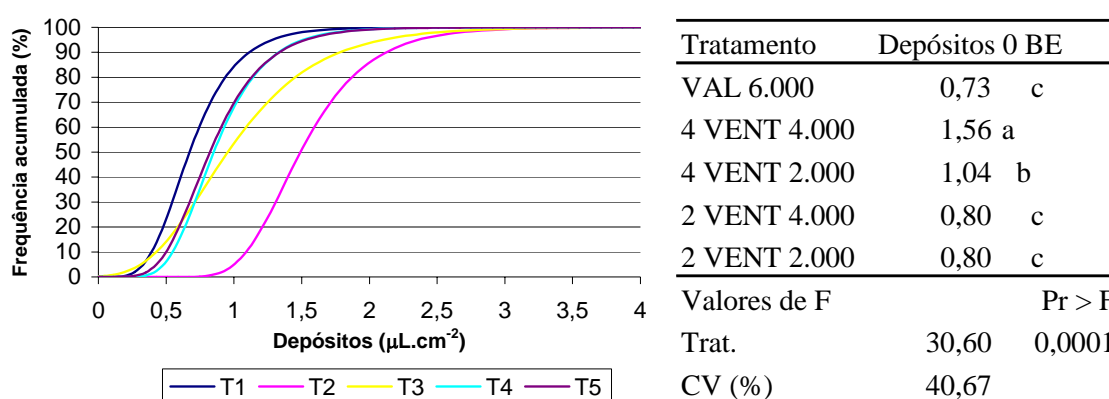


Figura 21 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 0BE. Valores corrigidos para $1.000 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$.

A Figura 22 apresenta os depósitos obtidos na posição 0BI, nota-se que os tratamentos 4 VENT 4.000 e 4 VENT 2.000 apresentaram as melhores deposições $1,28$ e $1,34 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha, respectivamente. Em segundo lugar ficou o tratamento 2 VENT 4.000 com $0,92 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha e por último ficaram os tratamentos VAL 6.000 ($0,68 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha) e 2 VENT 2.000 ($0,65 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha).

Observa-se que nos tratamentos que utilizaram o equipamento 4 VENT apenas 30% das folhas coletadas receberam menos que $1 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$, enquanto nos demais tratamentos de 60 a 90% das folhas receberam esses depósitos.

Os dados obtidos são proporcionais a cada 1.000 L de calda aplicada por ha. Essa análise foi realizada para anular a influência dos diferentes volumes de calda aplicados por cada máquina e/ou tratamento, visando avaliar somente a eficiência dos equipamentos. Dessa maneira é possível afirmar que em todas as posições o equipamento 4 VENT obteve as melhores deposições de calda em $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha, ou seja, é o equipamento que proporciona melhor eficiência na deposição.

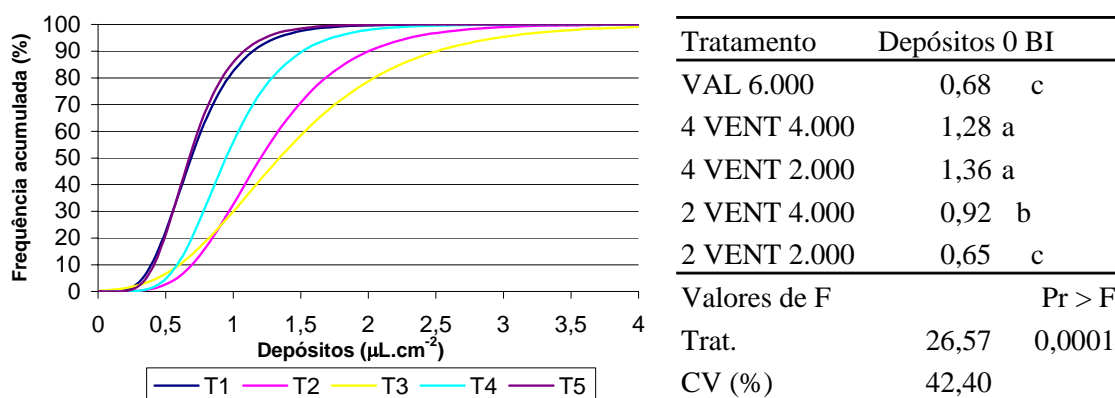


Figura 22 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 0BI. Valores corrigidos para 1.000 $\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Na Tabela 32 observa-se que os melhores tratamentos foram o 4 VENT 4.000 e o 4 VENT 2.000, com 0,69 e 0,52 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de fruto, respectivamente. O tratamento 2 VENT 4.000 proporcionou valores de depósitos intermediários 0,36 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de fruto, embora não tenha diferenças significativas com o 4 VENT 2.000 (0,52 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de fruto), o 2 VENT 2.000 (0,29 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de fruto) e o VAL 6.000 (0,21 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de fruto).

Tabela 32 Análise de variância da deposição da pulverização nos frutos comparando interação entre os tratamentos. Valores corrigidos para 1.000 L.ha⁻¹.

Tratamento	Depósitos Frutos	
VAL 6.000	0,21	c
4 VENT 4.000	0,69	a
4 VENT 2.000	0,52	ab
2 VENT 4.000	0,36	bc
2 VENT 2.000	0,29	c
Valores de F		Pr > F
Trat.	7,54	0,0001
CV (%)	71,19	

Comparando-se todas as posições juntas (Figura 23), pode-se afirmar que as melhores deposições foram obtidas com o equipamento 4 VENT. Sendo que a que destacou foi a regulagem que utilizava 4.000 L.ha⁻¹, com 1,20 µL.cm⁻² de folha, seguido pela regulagem com 2.000 L.ha⁻¹ (1,12 µL.cm⁻² de folha). Os demais tratamentos ficaram em terceiro lugar e não diferiram estatisticamente entre si.

Portanto, pode-se afirmar que o equipamento 4 VENT apresenta melhores deposições tanto nas folhas como nos frutos.

A diferença fundamental entre os equipamentos é que o 4 VENT utiliza o fluxo de ar convergente à planta, já as demais utilizam um fluxo de ar divergente. Isso pode ter sido a causa do melhor desempenho dessa máquina. Furness e Pinczewski (1985) e Van Ee e Ledebuhr (1988), citados por Svensson (2001) também avaliaram os tipos de fluxo de ar e constataram melhor eficiência dos fluxos convergentes.

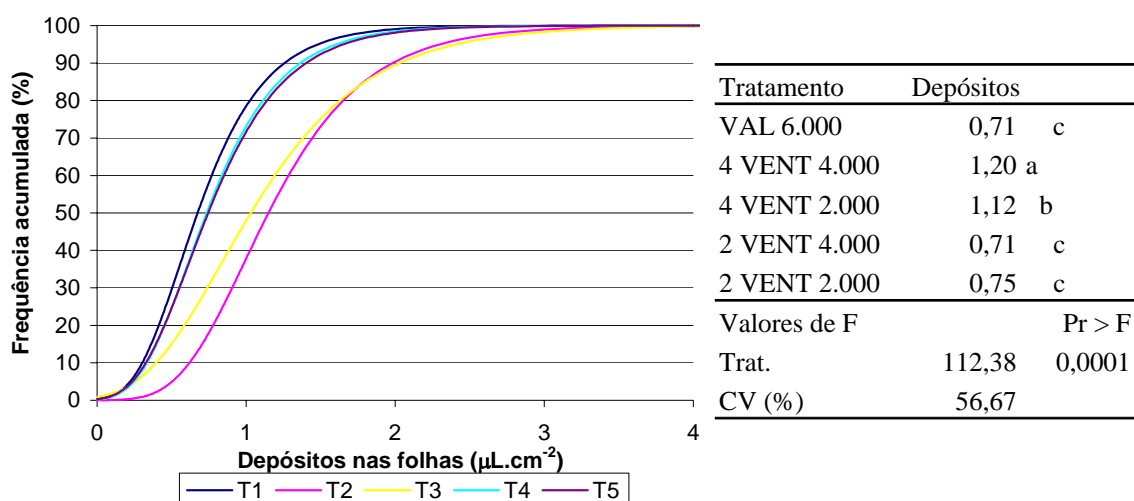


Figura 23 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos em todas as posições. Valores corrigidos para 1.000 L.ha⁻¹.

Observa-se que para todos os tratamentos existe uma tendência dos depósitos serem menores nas regiões de 0^o. e internas por estarem mais distantes do pulverizador e nas regiões mais altas pelo fato do maior enfolhamento. Por isso a posição 0AI se torna a mais difícil de conseguir depósitos.

6.3.2.2.2 Análise dos tratamentos

Pode-se observar na Figura 24 que as melhores deposições para a posição 90AE foram obtidas pelo tratamento VAL 6.000 com 6,46 µL.cm⁻² de folha. Em segundo lugar ficou o 4 VENT 4.000 com 4,91 µL.cm⁻² de folha, na seqüência o 2 VENT 4.000 com 3,81 µL.cm⁻², o 4 VENT 2.000 com 2,70 µL.cm⁻² e o 2 VENT 2.000 com 1,82 µL.cm⁻². Todos os tratamentos diferiram estatisticamente.

Para essa posição pode-se afirmar que o principal fator para o aumento de depósitos nas folhas é o acréscimo do volume de calda empregado, em segundo plano fica o modelo do equipamento e suas características.

Pode-se observar que no tratamento VAL 6.000 apenas 30 % das

folhas receberam menos que $5 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$, enquanto que no segundo melhor tratamento esse percentual é de 60%.

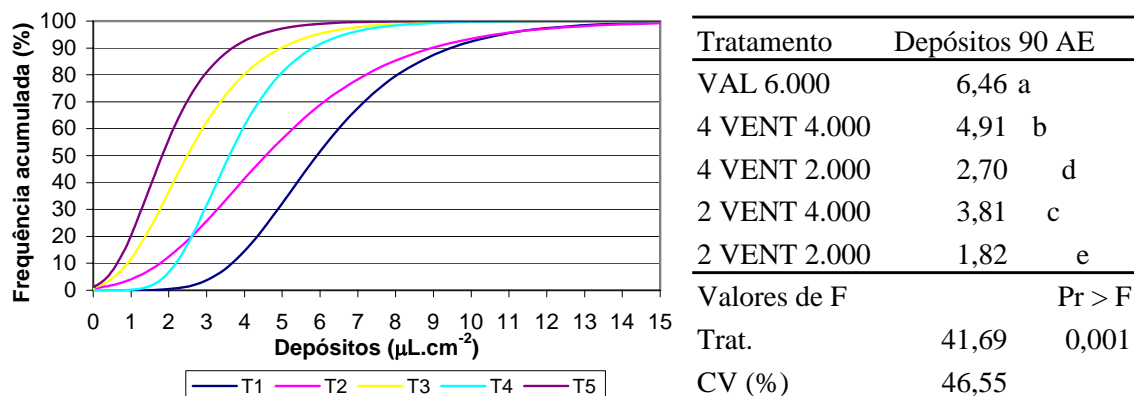


Figura 24 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 90AE.

Na Figura 25 observa-se as deposições para a posição 90AI. O tratamento VAL 6.000 foi o que apresentou maiores depósitos ($5,19 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$), seguido pelo 4 VENT 4.000. Em terceiro lugar ficaram os demais tratamentos, que não diferiram entre si, variando entre $1,95$ a $2,23 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$. Nota-se que existe uma tendência para melhoria dos depósitos conforme o aumento no volume de calda, porém não tão acentuada como na posição externa (90AE).

No tratamento VAL 6.000 cerca de 60% das folhas receberam menos de $5 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$, enquanto que no segundo melhor tratamento esse percentual seja de 70%.

Comparando a posição 90AI com a 90AE pode-se observar que os depósitos diminuem na posição interna e mesmo que haja diferença entre os melhores tratamentos (VAL 6.000 e 4 VENT 4.000), essa diferença diminui com relação à folhas com menos de $5 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$.

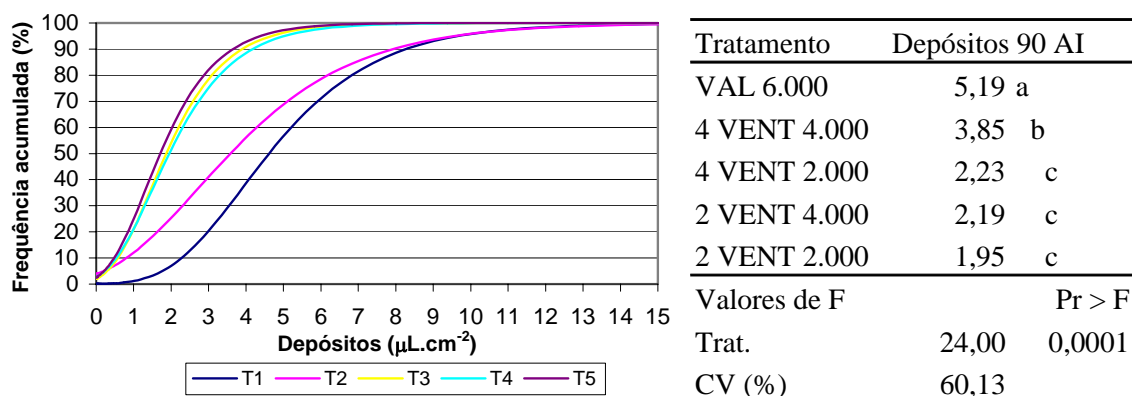


Figura 25 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 90AI.

Pode-se observar na Figura 26 que as melhores deposições para a posição 90ME foram obtidas pelos tratamentos 4 VENT 4.000 e VAL 6.000 que apresentaram depósitos de 5,14 e 5,06 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$, respectivamente. Em segundo lugar ficou o 2 VENT 4.000 com 4,11 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$, e por fim os tratamentos com 2.000 $\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$, sendo que o 4 VENT depositou 2,66 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ e o 2 VENT 2,05 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$.

Nessa posição pode-se verificar uma maior interferência do modelo de equipamento, pois o 4 VENT aplicando 4.000 $\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ depositou o mesmo volume de calda que o VAL trabalhando com 6.000 $\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Os tratamentos com melhor desempenho (4 VENT 4.000 e VAL 6.000) apresentaram cerca de 55% das folhas coletadas com menos de 5 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$, enquanto nos demais tratamentos esse valor é de 85 a 100%.

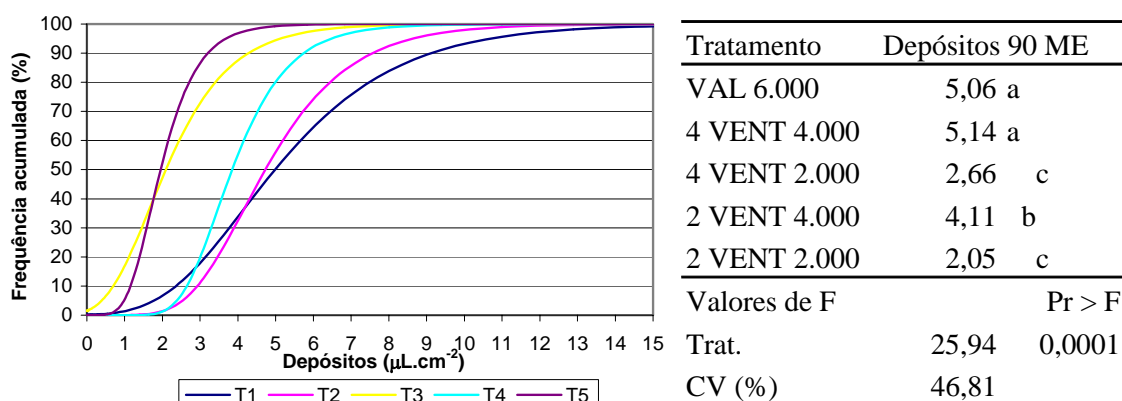


Figura 26 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 90ME.

A Figura 27 apresenta as deposições para a posição 90MI. Nessa posição observa-se a mesma tendência que na posição 90ME. Os maiores depósitos foram obtidos pelos tratamentos VAL 6.000 e 4 VENT 4.000, apresentando 4,43 e 4,34 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha. Na seqüência o 2 VENT 2.000 (3,56 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$) e por fim o 4 VENT 2.000 e o 2 VENT 2.000 com 2,36 e 1,73 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$, respectivamente.

Observa-se que embora as tendências sejam semelhantes, a quantidade de folhas com menos de 5 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ passa para 70 a 75% nos melhores tratamentos, deve-se ressaltar que na posição 90ME esses mesmos tratamentos apresentaram um percentual de 55% das folhas, confirmando a redução nos depósitos na posição interior da copa.

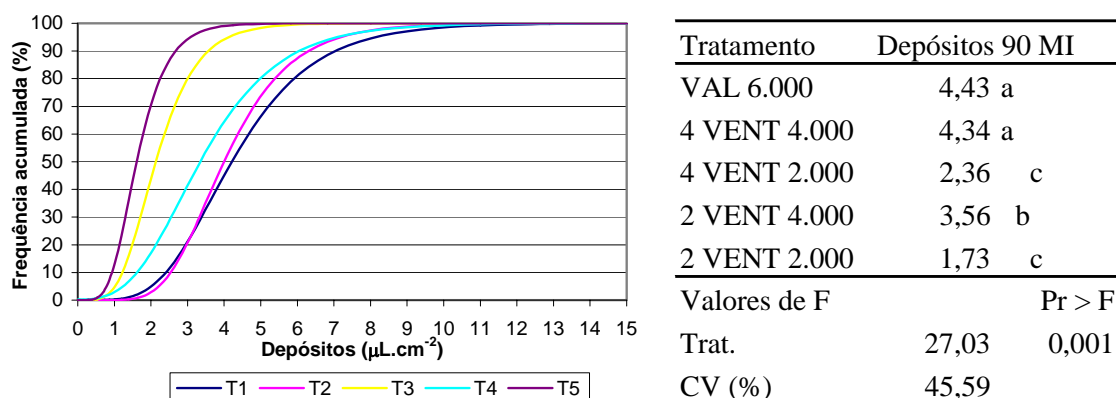


Figura 27 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 90MI.

Na Figura 28 pode-se observar os depósitos na posição 90BE. Seguindo os mesmos padrões dos pontos 90ME e 90MI ocorrem os depósitos nessa posição. Os melhores tratamentos são o 4 VENT 4.000 (5,72 $\mu\text{L.cm}^{-2}$ de folha) e o VAL 6.000 (5,12 $\mu\text{L.cm}^{-2}$), seguido pelo tratamento 2 VENT 2.000 que apresentou 3,39 $\mu\text{L.cm}^{-2}$ e por fim os tratamentos que utilizam 2.000 L.ha^{-1} , o 4 VENT 2.000 (2,47 $\mu\text{L.cm}^{-2}$) e o 2 VENT 2.000 (1,97 $\mu\text{L.cm}^{-2}$).

Observa-se que enquanto os tratamentos 4 VENT 4.000 e VAL 6.000 apresentaram cerca de 40 e 60% de folhas com menos de 5 $\mu\text{L.cm}^{-2}$, respectivamente. Os demais tratamentos apresentaram 90% ou mais.

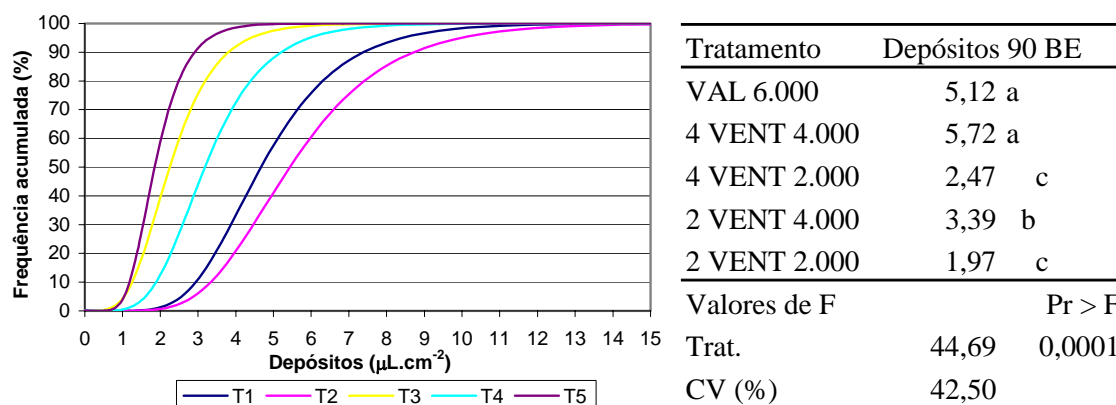


Figura 28 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 90BE.

Pode-se observar na Figura 29 que as melhores deposições para a posição 90BI foram obtidas pelo tratamento 4 VENT 4.000 com 4,72 $\mu\text{L.cm}^{-2}$ de folha. Em segundo lugar ficou o tratamento VAL 6.000 (4,16 $\mu\text{L.cm}^{-2}$). Na seqüência vieram os tratamentos 2 VENT 4.000 (3,28 $\mu\text{L.cm}^{-2}$), o 4 VENT 2.000 (2,67 $\mu\text{L.cm}^{-2}$) e o 2 VENT 2.000 (1,52 $\mu\text{L.cm}^{-2}$). Deve-se lembrar que todos os tratamentos apresentaram diferenças estatísticas.

Deve-se observar que mesmo aplicando um volume de calda menor que o VAL 6.000, o tratamento 4 VENT 4.000 apresentou deposições maiores ou iguais na

região inferior da planta (90 BE e 90 BI), isso pode representar um desperdício de calda como pode ser visto na seção 5.3.2.2.3 onde avalia-se as perdas no solo. Portanto seria possível reduzir a vazão dos bicos nessa região da planta e se necessário aumentar na parte superior onde o tratamento VAL 6.000 apresentou depósitos maiores.

Pode-se observar que os melhores tratamentos (4 VENT 4.000 e VAL 6.000) apresentaram cerca de 70% das folhas coletadas com menos de 5 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$, enquanto os demais tratamentos mais de 90%. Nota-se que os depósitos diminuíram com relação à posição 90BE. Nota-se também uma redução nos depósitos quando compara-se com a posição 90BE.

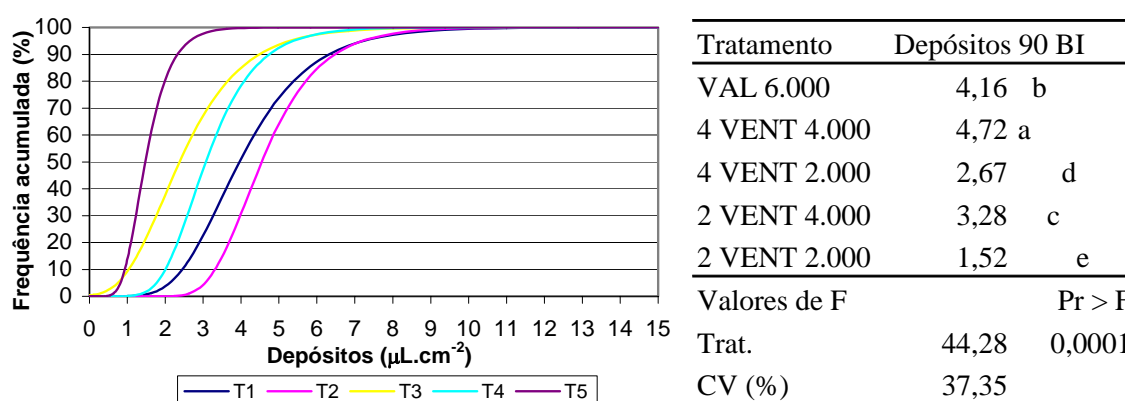


Figura 29 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 90BI.

Na Figura 30 observa-se a deposição da posição 0AE. Os tratamentos 4 VENT 4.000 e VAL 6.000 apresentaram os melhores depósitos 4,25 e 3,60 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$. Na seqüência ficaram os tratamentos 4 VENT 2.000 (2,46 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$), 2 VENT 2.000 (2,20 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$) e 4 VENT 4.000 (2,11 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$) que não apresentaram diferenças entre si.

Os melhores tratamentos apresentaram cerca de 70 a 80% das folhas com menos de 5 $\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$, enquanto os demais tratamentos apresentaram mais de 90% das folhas.

Comparando-se com a posição 90AE (onde muda-se apenas a distância do alvo ao pulverizador, pois estão localizados na mesma região da planta –AE) observa-se uma redução média de 45% dos depósitos no tratamento VAL 6.000 e de 13% para o 4 VENT 4.000. Pode-se afirmar que nas posições mais distantes existe uma redução nos

depósitos, porém isso pode ser amenizado com a adoção de equipamentos com diferentes princípios de funcionamento.

A posição OAE é uma das regiões alvo para o controle do ácaro da leprose (*Brevipalpus phoenicis*), pois é um local de difícil acesso à pulverização e onde os ácaros ficam alojados. Observa-se uma alta deposição do tratamento 4 VENT 4.000 nessa região, embora não exista diferença estatística do modelo convencional (VAL 6.000).

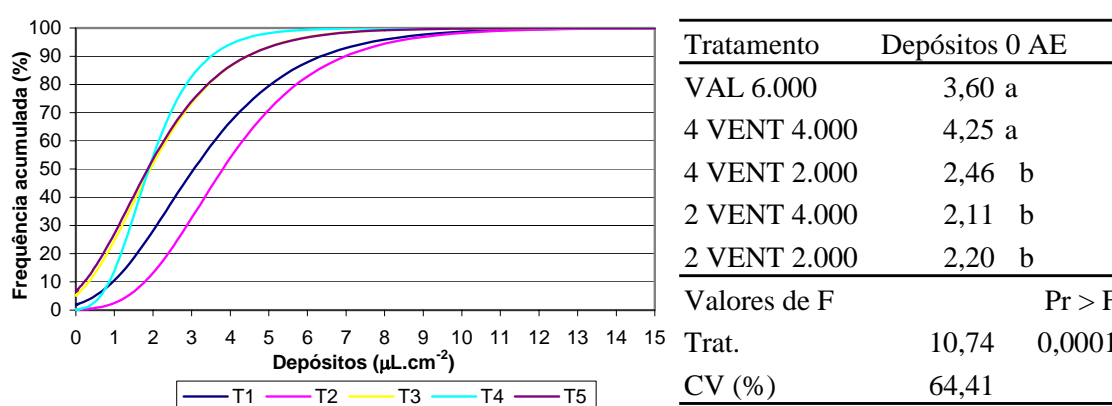


Figura 30 Freqüência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição OAE.

A Figura 31 apresenta os depósitos da posição OAI. Com exceção do tratamento 2 VENT 2.000 que apresentou $1,17 \mu \text{L.cm}^{-2}$, os demais tratamentos obtiveram desempenho semelhante, variando entre $2,00$ e $2,52 \mu \text{L.cm}^{-2}$. Embora não haja diferenças entre esses tratamentos, o 4 VENT 4.000 apresentou depósitos maiores que os demais.

Observa-se que em todos os tratamentos que mais de 90% das folhas coletadas apresentaram depósitos com menos de $5 \mu \text{L.cm}^{-2}$, confirmando a maior dificuldade de obter depósitos nessa região. De todos os pontos da planta esse foi o que manifestou maior resistência a deposição para todos os tratamentos. Conforme já observado por Whitney et al. (1986), Salyani e Whitney (1990), Raetano (1996) e Farooq e Salyani (2002).

Assim como a região OAE, essa também é uma posição de fundamental importância no controle dessa praga. Mais uma vez salienta-se a necessidade de

se reduzir a vazão na parte inferior da planta e aumentar na parte superior. Pois nesse ponto os depósitos foram em média metade dos outros pontos da parte superior da planta (90AE, 90AI e 0AE).

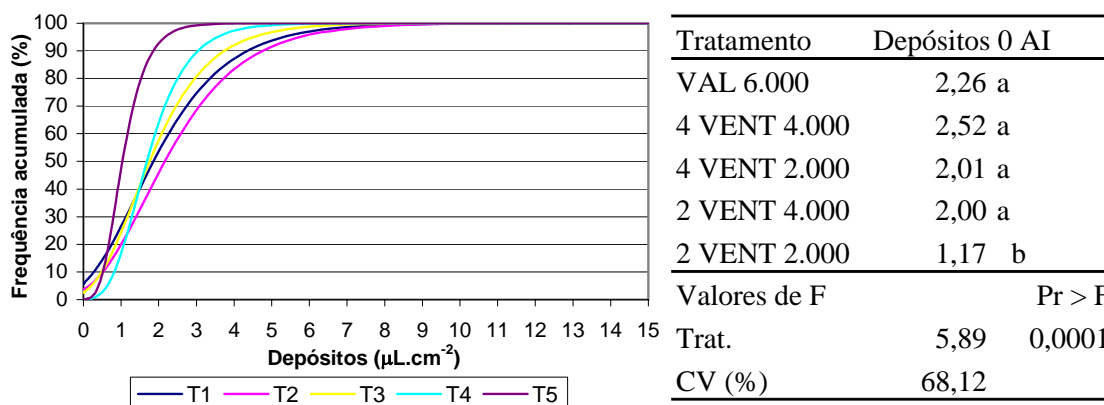


Figura 31 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 0AI.

Na Figura 32 é possível observar os depósitos da posição 0ME. O tratamento 4 VENT 4.000 foi o que obteve melhor deposição com $5,36 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha, seguido pelos tratamentos VAL 6.000 ($3,29 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$) e 2 VENT 4.000 ($2,74 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$). Na seqüência o tratamento 4 VENT 2.000 com $1,91 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha e por último o 2 VENT 2.000 ($1,08 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$).

Nota-se que o tratamento 4 VENT 4.000 obteve cerca de 50% das folhas coletadas com menos de $5 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$, enquanto nos demais tratamentos essa faixa foi de 85 a 100%.

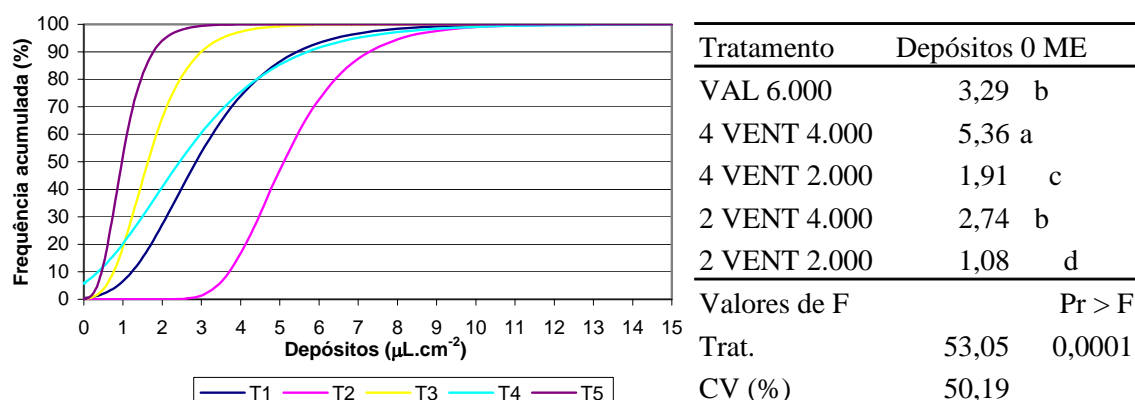


Figura 32 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 0ME.

A Figura 33 apresenta os depósitos obtidos na posição 0MI. Pode-se afirmar que o melhor tratamento foi o 4 VENT 4.000 que proporcionou $4,99 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha. Seguido pelos tratamentos VAL 6.000 ($4,02 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha), 2 VENT 4.000 ($2,67 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha), e por fim o 4 VENT 2.000 ($1,52 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha) e o 2 VENT 2.000 com $1,04 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha que não diferiram entre si.

O tratamento 4 VENT 4.000 apresentou cerca de 55% das folhas coletadas com menos de $5 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$. Os demais tratamentos apresentaram no mínimo 80% e no máximo a totalidade.

Observa-se que na região intermediária à planta e entre as plantas (no alinhamento de plantio) – 0ME e 0MI - que o tratamento 4 VENT 4.000 apresentou depósitos superiores a todos os demais tratamentos. Pode-se afirmar que essa região entre plantas é uma das mais importantes para o controle do ácaro da leprose, tanto que é nessa região que se faz as inspeções para determinar a necessidade ou não das pulverizações (Gravena, 2003).

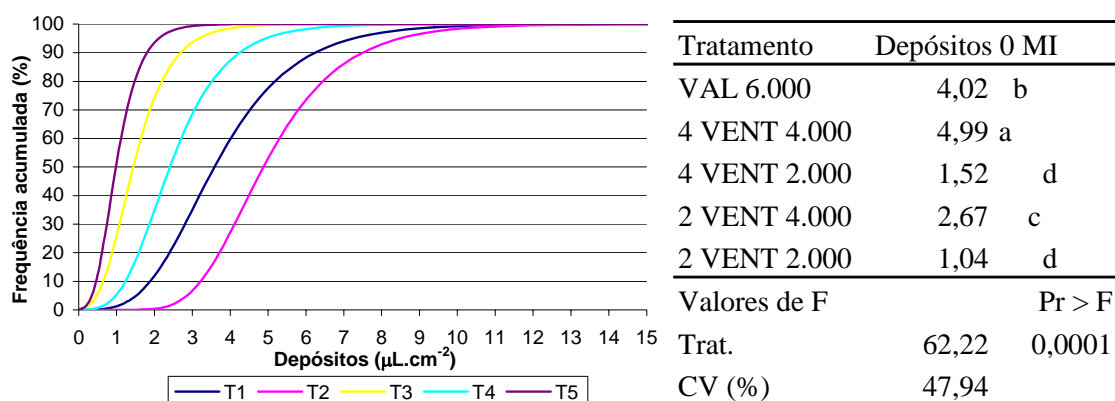


Figura 33 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 0MI.

Como pode-se observar na Figura 34, o tratamento que proporcionou maior deposição na posição 0BE foi o 4 VENT 4.000 com $6,20 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha, seguido pelo VAL 6.000 ($4,51 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$), 2 VENT 4.000 ($3,50 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$) e por fim os tratamentos que utilizam $2.000 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$, 4 VENT 2.000 ($2,22 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$) e 2 VENT 2.000 ($1,74 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$).

Nessa posição nota-se que o tratamento 4 VENT 4.000 apresentou cerca de 25% das folhas com menos de $5 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$, enquanto nas demais esse número foi de no mínimo 70%.

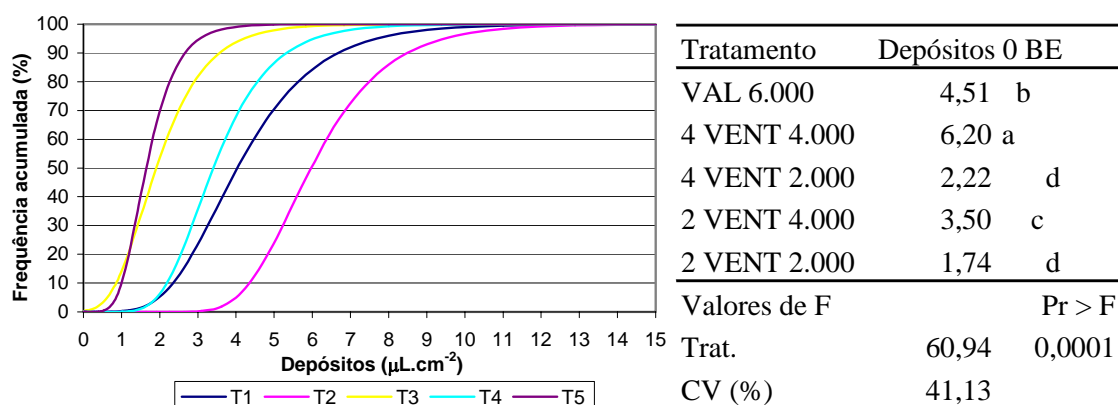


Figura 34 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 0BE.

A Figura 35 apresenta os depósitos obtidos na posição 0BI, nota-se que o tratamento 4 VENT 4.000 apresentou a maior deposição $5,08 \mu\text{L.cm}^{-2}$ de folha. Em segundo lugar ficaram os tratamentos VAL 6.000 ($4,18 \mu\text{L.cm}^{-2}$) e 2 VENT 4.000 ($4,02 \mu\text{L.cm}^{-2}$). Na seqüência o 4 VENT 2.000 com $2,89 \mu\text{L.cm}^{-2}$ de folha e por último o 2 VENT 2.000 ($1,42 \mu\text{L.cm}^{-2}$ de folha).

Observa-se que aproximadamente 55% das folhas coletadas receberam menos de $5 \mu\text{L.cm}^{-2}$ no tratamento 4 VENT 4.000. O tratamento VAL 6.000 apresentou 70% das folhas e o 2 VENT 4.000, 80%. Os demais tratamentos que utilizam 2.000 L.ha^{-1} , apresentaram mais de 90% das folhas.

Nas posições inferiores e entre plantas (0BE e 0BI) observa-se um melhor desempenho no tocante aos depósitos de calda nas folhas do tratamento 4 VENT 4.000. Pode-se afirmar que esse equipamento apresentou os melhores desempenhos em todos os pontos da planta, com exceção de dois pontos 90AE e 90AI.

Como avaliação geral, observou-se que houve maiores deposições nas partes externas à copa em relação às internas e das localizadas à 90° . com relação às posicionadas à 0° , como já era esperado.

Não foi discrepante a diferença de deposição entre as posições mais baixas com relação às altas como verificaram os autores Farooq e Salyani (2002). Porém isso ocorreu devido à regulagem das máquinas, onde foram utilizados bicos com maior vazão nas partes superiores das máquinas, antevendo esse problema.

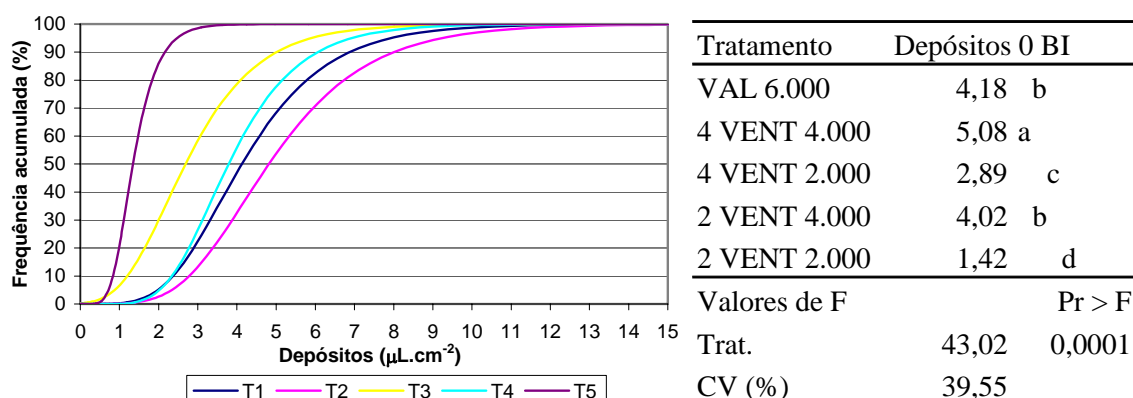


Figura 35 Frequência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos na posição 0BI.

Na Tabela 33 observa-se que o melhor tratamento para deposição em frutos é o 4 VENT 4.000 que apresentou 2,74 $\mu\text{L.cm}^{-2}$ de fruto, seguido pelo 2 VENT 4.000 (1,58 $\mu\text{L.cm}^{-2}$), VAL 6.000 (1,30 $\mu\text{L.cm}^{-2}$) e o 4 VENT 2.000 (1,10 $\mu\text{L.cm}^{-2}$). Por último o 2 VENT 2.000 com 0,63 $\mu\text{L.cm}^{-2}$, embora não tenha apresentado diferenças quando comparado com o tratamento 4 VENT 2.000.

Omoto (2004) utiliza 1,56 mg.cm^{-2} de calda nos frutos nos ensaios de laboratório para avaliar se existe resistência dos ácaros aos defensivos utilizados. Levando em consideração essa deposição, pode-se afirmar que somente os tratamentos que utilizaram 4.000 L.ha^{-1} , obtiveram a quantidade mínima de depósitos. Observa-se ainda que a máquina 4 VENT promoveu depósitos nos frutos 75% maiores do que estes parâmetro comparativo.

Os frutos são alvos importantes para o controle desse ácaro, principalmente quando os frutos estiverem no estágio “ping-pong” – entre 3 e 4 cm de diâmetro e ainda apresentam coloração verde – pois se contaminados nesse estágio os danos são prejudiciais por causarem a queda dos frutos. Nesse caso o tratamento 4 VENT 4.000 apresentou um desempenho muito superior aos demais por depositar mais que o dobro de calda nos frutos, quando comparado com o tratamento convencional.

Tabela 33 Análise de variância da deposição da pulverização nos frutos comparando interação entre os tratamentos.

Tratamento	Depósitos Frutos	
VAL 6.000	1,30	b
4 VENT 4.000	2,74	a
4 VENT 2.000	1,10	bc
2 VENT 4.000	1,58	b
2 VENT 2.000	0,63	c
Valores de F		Pr > F
Trat.	12,69	0,0001
CV (%)	63,78	

Comparando-se todas as posições juntas (Figura 36), pode-se afirmar que as melhores deposições foram obtidas pelo tratamento 4 VENT 4.000 ($4,76 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$), seguido pelo VAL 6.000 ($4,36 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$), 2 VENT 4.000 ($3,12 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$), 4 VENT 2.000 ($2,37 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$) e 2 VENT 2.000 ($1,64 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$). Deve-se lembrar que as diferenças entre os depósitos são significativas.

Pode-se afirmar que o acréscimo no volume de calda é uma das maneiras de se conseguir maiores depósitos na planta, porém diferenças no sistema de funcionamento das máquinas podem ser mais eficientes. Beattie et al. (1991) avaliaram um pulverizador semelhante ao protótipo 2 (4 VENT) e observaram que esse tipo de máquina propicia melhores depósitos que os convencionais.

Observa-se nos tratamentos com $2.000 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ que os depósitos podem ser 2 (4 VENT 2.000) ou 3 (2 VENT 2.000) vezes menor que o melhor tratamento 4 VENT 4.000. Pode ser uma solução utilizar uma calda mais concentrada com defensivos, entre 2 ou 3 vezes mais que o convencional, respectivamente. Deve-se lembrar que isso é apenas uma hipótese que deveria ser avaliada com outros ensaios para validar o modelo.

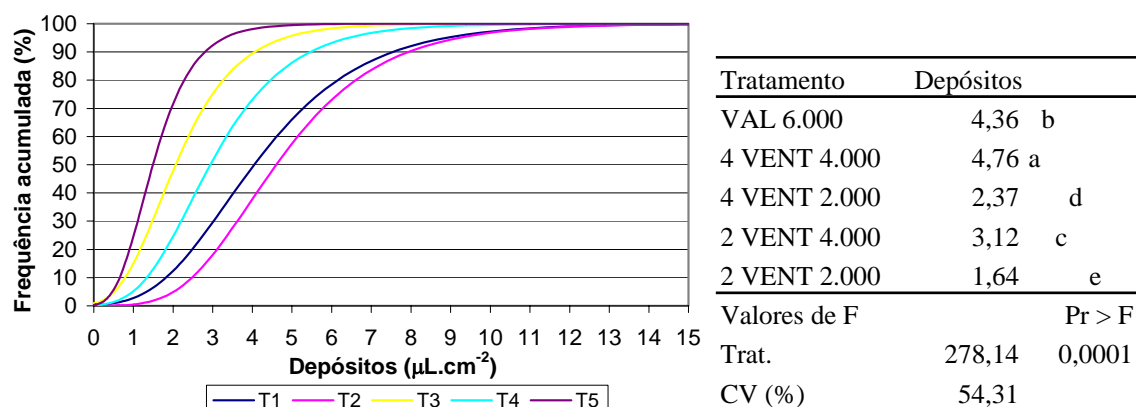


Figura 36 Freqüência acumulada e análise de variância da deposição da pulverização comparando interação entre os tratamentos em todas as posições.

6.3.2.2.3 Estimativa de depósitos e derivas

Na Tabela 34 pode-se observar a estimativa de depósitos obtidos nas folhas. Nota-se que os tratamentos que utilizam o equipamento 4 VENT geraram depósitos de 67,7% e 67,4%, para o tratamento com 4.000 e 2.000 L.ha⁻¹. Os demais tratamentos obtiveram desempenho inferior (entre 41,3 a 46,6% de depósitos em folhas). Portanto o equipamento 4 VENT deposita de 20,8 a 26,4 pontos percentuais a mais que as demais. Em comparação ao equipamento convencional (VAL) o percentual de retenção de calda nas folhas é 64% maior.

Tabela 34 Estimativa de deposição da calda somente nas folhas, por planta e área, em função dos depósitos médios obtidos em cada tratamento.

Tratamento	Depósito (mL.cm ⁻²)	Quantidade média de folhas por planta	Tamanho médio das folhas (cm ²)	Calda retida por planta (L)	Calda retida por área (L.ha ⁻¹)	Total da calda retida (%)
VAL 6.000	4,36	81.300	25,17	8,92	2.480,3	41,3
4 VENT 4.000	4,76	81.300	25,17	9,74	2.707,9	67,7
4 VENT 2.000	2,37	81.300	25,17	4,85	1.348,2	67,4
2 VENT 4.000	3,12	81.300	25,17	6,38	1.774,9	44,4
2 VENT 2.000	1,64	81.300	25,17	3,36	933,0	46,6

Considerando-se espaçamento médio de 8m x 4,5m, obtém-se 278 plantas.ha⁻¹

Com relação aos depósitos nos frutos, observa-se na Tabela 35 que os maiores depósitos são obtidos com as máquinas 4 VENT, gerando 2,1 e 1,7% do volume aplicado nos tratamentos com 4.000 e 2.000 L.ha⁻¹. Pode-se afirmar que os depósitos gerados por essas máquinas são 1,7 a 3 vezes superior quando comparada às demais.

Tabela 35 Estimativa de deposição da calda somente nos frutos, por planta e área, em função dos depósitos médios obtidos em cada tratamento.

Tratamento	Depósito (mL.cm ⁻²)	Quantidade média de frutos por planta	Tamanho médio dos frutos (cm ²)	Calda retida por planta (L)	Calda retida por área (L.ha ⁻¹)	Total da calda retida (%)
VAL 6.000	1,30	600	185,66	0,14	40,3	0,7
4 VENT 4.000	2,74	600	185,66	0,31	84,9	2,1
4 VENT 2.000	1,10	600	185,66	0,12	34,1	1,7
2 VENT 4.000	1,58	600	185,66	0,18	48,9	1,2
2 VENT 2.000	0,63	600	185,66	0,07	19,5	1,0

Considerando-se 278 plantas.ha⁻¹ e produtividade de 3 caixas de 40,8kg por planta

A Tabela 36 apresenta os dados sobre as perdas da aplicação sob a copa da árvore, essas perdas podem ser ocasionadas pela própria pulverização que se dirige diretamente ao solo ou por escorrimento. Nota-se que o equipamento 4 VENT foi o que apresentou maior perda nessa região com 7,0 e 5,7% da calda aplicada, respectivamente para os tratamentos de 4.000 e 2.000 L.ha⁻¹. Os demais tratamentos obtiveram percentuais na faixa de 4,6 a 5,4 do volume aplicado.

Analiticamente o equipamento VAL 6.000 foi o que apresentou maiores perdas com 302,7 L.ha⁻¹, seguido pelo 4 VENT 4.000 (278,7 L.ha⁻¹), 2 VENT 2.000 (216,7 L.ha⁻¹), 4 VENT 2.000 (114,2 L.ha⁻¹) e 2 VENT 2.000 (92,9 L.ha⁻¹). Isso ocorre devido aos diferentes volumes aplicados em cada tratamento.

Tabela 36 Estimativa de deposição da calda somente sob a copa das plantas, por planta e área, em função dos depósitos médios obtidos em cada tratamento.

Tratamento	Depósito (mL.cm ⁻²)	Diâmetro da copa (m)	Área Sob - copa (cm ²)	Calda retida por planta (L)	Calda retida por área (L.ha ⁻¹)	Total da calda retida (%)
VAL 6.000	4,40	5,5	247.500	1,09	302,7	5,0
4 VENT 4.000	4,05	5,5	247.500	1,00	278,7	7,0
4 VENT 2.000	1,66	5,5	247.500	0,41	114,2	5,7
2 VENT 4.000	3,15	5,5	247.500	0,78	216,7	5,4
2 VENT 2.000	1,35	5,5	247.500	0,33	92,9	4,6

Na Tabela 37 pode-se observar a estimativa da deposição da calda entre as fileiras de plantas. Observa-se que os maiores depósitos são proporcionados pela máquina VAL com 2,1% ou 124,5 L.ha⁻¹. Os demais tratamentos obtiveram deposições entre 0,8 e 1,0% do volume aplicado.

Pode-se explicar essa maior deposição entre as fileiras de plantas devido ao fluxo divergente do equipamento VAL. Nessa pulverização existe um excedente de calda que ultrapassa os ponteiros das plantas, onde parte cai no solo do outro lado da planta e outra se perde por evaporação ou é transportada pelo vento. Vide Figura 37.

Tabela 37 Estimativa de deposição da calda somente entre as fileiras das plantas, por planta e área, em função dos depósitos médios obtidos em cada tratamento.

Tratamento	Depósito (mL.cm ⁻²)	Vão livre - rua (m)	Área entre fileira (cm ²)	Calda retida por planta (L)	Calda retida por área (L.ha ⁻¹)	Total da calda retida (%)
VAL 6.000	3,98	2,5	112.500	0,45	124,5	2,1
4 VENT 4.000	1,19	2,5	112.500	0,13	37,2	0,9
4 VENT 2.000	0,58	2,5	112.500	0,07	18,1	0,9
2 VENT 4.000	1,26	2,5	112.500	0,14	39,4	1,0
2 VENT 2.000	0,48	2,5	112.500	0,05	15,0	0,8



Figura 37 Equipamento de pulverização com fluxo divergente.

Na Tabela 38 pode-se observar os depósitos por área (ha) de cada alvo avaliado. Considerando-se as folhas e frutos como depósitos que ocorrem na planta, é possível afirmar que os tratamentos 4VENT 4.000 e 4 VENT 2.000 foram os que geraram maiores depósitos nas plantas, com 69,8% e 69,1% da calda aplicada. Os demais tratamentos variaram de 42% a 47,6% de depósitos nas plantas. Ou seja, os depósitos na planta gerados pelo

equipamento 4 VENT é no mínimo 45% maior que os outros pulverizadores. Quantitativamente pode-se afirmar que o tratamento 4 VENT 4.000 depositou 2.792,7 L.ha⁻¹, enquanto que o VAL 6.000 depositou 2.520,6 L.ha⁻¹, ou seja, apesar do último estar trabalhando com 50% a mais de volume de calda por área (ha), seus depósitos foram 10% menores, no tocante aos depósitos na planta.

As perdas quantificadas no solo variaram entre 5,4% e 7,9% do total do volume de calda aplicado. Sendo o tratamento 4 VENT 4.000 o que apresentou maior perda no solo (7,9%).

Tabela 38 Estimativa de deposição da calda por área (ha) para cada alvo avaliado.

Tratamento	Depósitos (L.ha ⁻¹)				Análise geral			
	Folhas	Frutos	Sob copa	Entre rua	Na planta	%	Perdas	%
VAL 6.000	2.480,3	40,3	302,7	124,5	2.520,6	42,0	427,2	7,1
4 VENT 4.000	2.707,9	84,9	278,7	37,2	2.792,7	69,8	315,9	7,9
4 VENT 2.000	1.348,2	34,1	114,2	18,1	1.382,3	69,1	132,4	6,6
2 VENT 4.000	1.774,9	48,9	216,7	39,4	1.823,8	45,6	256,1	6,4
2 VENT 2.000	933,0	19,5	92,9	15,0	952,5	47,6	107,9	5,4

A Figura 38 apresenta a retenção do volume de calda aplicado distribuídos em 3 grupos: Retido na planta (folhas + ramos); Perdas quantificadas (depósitos sob a copa + entre fileiras); e Não quantificado (diferença para 100%). Deve-se lembrar que o grupo “Não quantificado” não pode-ser considerado totalmente como perdas, pois parte dele refere-se a deposição em ramos e troncos que não foram mensurados.

Nota-se que os tratamentos 4 VENT 4.000 e 2 VENT 2.000 depositaram 69,8% e 69,1% na planta, respectivamente. Considerando parte do grupo “não quantificado” como depósitos em ramos e troncos, provavelmente os depósitos na planta ultrapasse 70%.

Quando se observa os demais tratamentos nota-se que os percentuais

retidos na planta variam de 42% e 48% e que o grupo “Não quantificado” pode ultrapassar 50% do volume de calda empregado, principalmente quando se utiliza alto volume de calda (6.000 L.ha⁻¹).

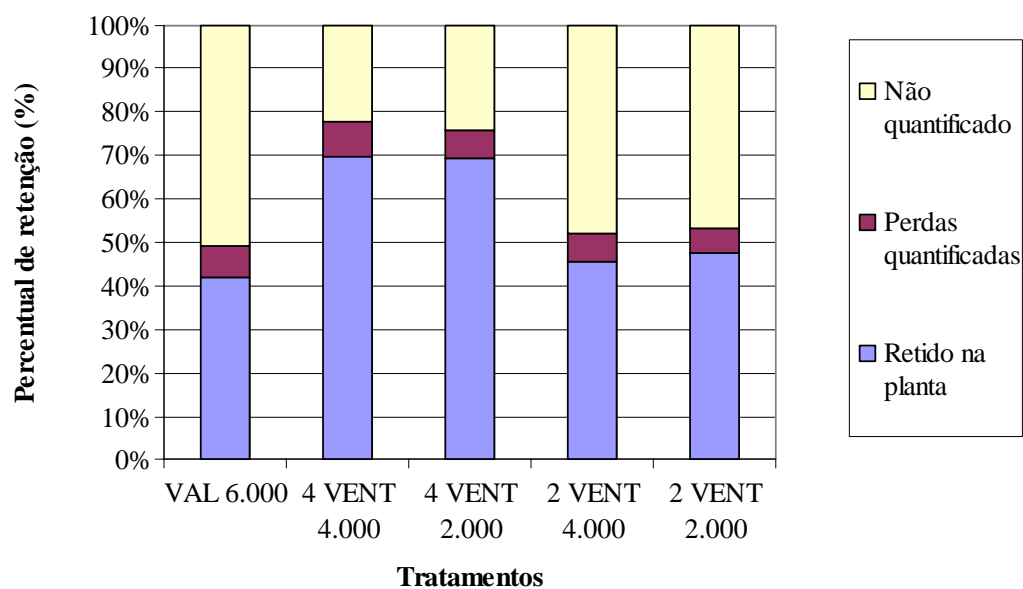


Figura 38 Distribuição do volume de calda aplicado em 3 grupos: Retido na planta (folhas + ramos); Perdas quantificadas (depósitos sob a copa + entre fileiras); e Não quantificado (diferença para 100%).

Pode-se associar essas maiores perdas com o tipo do fluxo de ar utilizado pelo equipamento convencional (fluxo divergente). Holownicki (2000) observaram perdas para os equipamentos convencionais (fluxo de ar divergente) na faixa de 39,1 a 71,4% do volume de calda aplicado, em função das características do pomar (espaçamento e tamanho de plantas).

7 - CONCLUSÕES

Com base nos dados apresentados no presente trabalho, pode-se concluir que:

Os equipamentos atualmente empregados na citricultura trabalham de duas maneiras distintas. O convencional utiliza altos volumes de calda, em média 6.000 L.ha^{-1} , promovendo excesso de cobertura nas regiões mais fáceis de atingir. Os modelos que utilizam volumes reduzidos, cerca de 2.000 L.ha^{-1} , não apresentam boa cobertura nos pontos críticos ao controle da leprose, como exemplo OAI.

No geral todas as pulverizações depositam menos calda nas regiões internas à copa e no alinhamento de plantio (0°), quando comparadas às regiões externas e a 90° com o alinhamento de plantio.

Para conseguir depósitos uniformes no sentido vertical da planta, deve-se utilizar bicos com maiores vazões na parte superior da máquina. Os bicos utilizados na parte superior dos equipamentos tinham entre 2 a 3 vezes mais vazão que os da região inferior, mesmo assim observou-se uma perda de 5 a 8% da calda aplicada no solo.

O equipamento com fluxo de ar convergente apresentou maior eficiência nos depósitos a cada 1.000 L de calda, principalmente quando se avalia os pontos mais críticos à pulverização (OAI e OAE).

O fluxo de ar convergente atenua os menores depósitos

proporcionados na região a 0°. com o alinhamento da planta, nesse caso os depósitos são reduzidos em 13%, já nos equipamentos convencionais a redução é de 30%.

Mesmo trabalhando com 6.000 L.ha⁻¹ o equipamento convencional gerou depósitos médios nas folhas e frutos menores que o protótipo 4 VENT com 4.000 L.ha⁻¹.

Somente os tratamentos com 4.000 L.ha⁻¹, conseguiram atingir o depósito “mínimo”, sendo o destaque o equipamento 4 VENT que conseguiu depósitos 75% maiores que o mínimo.

Os tratamentos que utilizam 2.000 L.ha⁻¹ apresentaram depósitos entre 2 a 3 vezes menores que o 4 VENT 4.000, portanto seria uma alternativa concentrar os produtos no tanque entre 2 a 3 vezes o utilizado nos tratamentos convencionais. Deve-se lembrar que isso deve ser avaliado, servindo como sugestão para próximos trabalhos.

O equipamento 4 VENT consegue depositar na planta algo em torno de 70% da calda aplicada, enquanto o equipamento convencional deposita menos que 45%.

O tratamento 4 VENT 4.000 depositou mais do que o dobro de calda nos frutos (84,9 L.ha⁻¹) quando comparado com o equipamento convencional (40,3 L.ha⁻¹).

As perdas observadas no solo não superaram 8% do volume total aplicado em cada tratamento.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABECITRUS 2004. A Produção brasileira de suco de laranja foi de 1,2 milhão de toneladas.

<http://www.abecitrus.com.br> (29 Jun. 2004).

ABI SAAB, O. J. G. *Avaliação de um sistema de aplicação de defensivos utilizado em videiras no Município de Londrina/PR*. Botucatu, 1996. 65p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas - Universidade Estadual Paulista.

ABI SAAB, O.J.G; ANTUNIASSI, U. R. Efeito da pulverização com jato transportado (assistência a ar) na cobertura de agrotóxicos nas superfícies das folhas de videiras. *Energia na Agricultura*. v.15, n.4, p.1 - 9, 2000.

AGRIANUAL 2003. *Anuário estatístico da agricultura brasileira*. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2003. 544p.

AGRIANUAL 2000. *Anuário estatístico da agricultura brasileira*. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2000. 395p.

- ALBUQUERQUE, F.A.; OLIVEIRA, C.A.L. BARRETO, M. Estudo da relação entre as incidências de verrugose da laranja-doce e leprose dos citros em frutos de laranja-pera. *Científica-Jaboticabal*, v.25, n.2, p.393-402, 1997.
- ALVES, E.B.; OMOTO, C.; FRANCO, C.R. Resistência cruzada entre o dicofol e outros acaricidas em *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v.29, n.4, p.765-71, 2000.
- AMARO, A.A.; ARAUJO, C.M.; PORTO, O.M.; DORNELLES, C.M.; SOBRINHO, A.P.C.; PASSOS, O.S. Panorama da citricultura brasileira. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JUNIOR., J.; AMARO, A.A. (Ed.) *Citricultura brasileira*. 2^a. edição. Campinas: Fundação Cargill, 1991, vol. 1, p. 22 - 54.
- BALDOIN, C.; AMISTA, F.; ZELANTE, A. Assesment of spray deposition and drift from orchard sprayers: comparison between spectrophotometry and image analysis. In: AGRICULTURAL ENGINEERING INTO THE THIRD MILLENIUM, 2000, University of Warwick. *AgEng2000*. Coventry: Academic Press, 2000. 8p. (AgEng Paper, 00-PM-030).
- BAYAT, A.; ZEREN, Y.; ULUSOY, M.R. Spray deposition with conventional and electrostatically-charged spraying in citrus trees. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, v.25, n.4, p.35-39, 1994.
- BEATTIE, G.A.C.; BROADBENT, P.; BAKER, H.; GOLLNOW, B.; KALDOR, 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* Keily, on Valencia orange. *Plant Protection Quaterly*, v.4, n.4, p.146-148, 1989.
- BEATTIE, G.A.C.; CLIFT, A.D.; ALLENDER, W.J.; JIANG, L. Efficacies of low-to-high volume (960-10.700 litre ha⁻¹) Citrus sprayers for applying petroleum spray oil to control chinese Wax Scale. *Pesticide Science*, v.32, n.1, p.47-56, 1991.

BOGGIO, A.M. Aspectos gerais sobre a aplicação e compatibilidade defensivos em citros.

Revista Laranja, v.16, n.2, p. 314-321, 1995.

BRITISH CROP PROTECTION COUNCIL. *Boom Sprayers Handbook*. Farnham: Bcpc.

1991. 60p.

BULLOCK, R.C.; BROOKS, R.F.; WHITNEY, J.D. A method of evaluating pesticide

application equipment for Florida citrus. *Journal of Economic Entomology*, v.61, n.6,

p.1511-4, 1968.

CALAFIORI, M.H.; ALVAREZ, E.J.; FERRAZ, J.C.; GIORGETTI, C.L.; PALLINI FILHO,

A.; MENDES, E.; COTTAS, M.P. Controle do ácaro da leprose, *Brevipalpus phoenicis*

(Geijskes, 1939) em laranjeiras, citrus spp., em duas regiões do estado de São Paulo.

Ecossistema, v.11, p.52-60, 1986.

CAMPOS, F.J.; OMOTO, C. Ácaro da leprose: existe resistência cruzada entre hexitiazox e

flufenoxuron? *Citricultura atual*, v.5, n.26, p.14-5, 2002.

CERRUTO E.; D'AMICO, R.; FAILLA S.; SCHILLACI, G.; Effects of axial fan and ground

speed on spray coverage and impacts number in citrus groves. In: International

conference on agricultural engineering, 1998, Oslo. Paper... Oslo *AgEng98*. Coventry:

Academic Press, 1998. 10p. (AgEng Paper, 98-A-020).

CHIAVEGATO, L.G.; FRAGA, A.I.A. Efeito do Flufenoxuron (Cascade) no controle de

Brevipalpus phoenicis (Geijskes,1939) (Acari: Tenuipalpidae) em condições de laboratório.

Científica-Jaboticabal, v.25, n.2, p.291-296, 1997.

CHIAVEGATO, L.G.; KHARFAN, P.R.; Comportamento do ácaro da leprose *Brevipalpus*

phoenicis G. (Acari: Tenuipalpidae) em citros. *Anais da Sociedade Entomológica do*

Brasil, v.22, n.2, p.355-359, 1993.

- COSTA, A.G.F. *Métodos para estimar perdas em pulverizações de herbicidas em pré-emergência*. Botucatu, 2003. 95p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- CUNNINGHAM, G.P., HARDEN, J. Sprayers to reduce spray volumes in mature citrus trees. *Crop Protection*, v.18, n.4, p. 275-281, 1999.
- DE MOOR, A.; LANGENAKENS, J.; JAEKEN, P.; VEREECKE, E. Adjustment of orchard sprayers by image analysis of vertical spray patterns. In: AGRICULTURAL ENGINEERING INTO THE THIRD MILLENIUM, 2000, University of Warwick. *AgEng2000*. Coventry: Academic Press, 2000. 12p. (AgEng Paper, 00-PM-31).
- DERKSEN, R.C., BRETH, D.I. Orchard air-carrier sprayer application accuracy and spray coverage evaluations. *Applied Engineering in Agriculture*, v.10, n.4, p.463-70, 1994.
- DERKSEN, R.C., GRAY, R.L. Deposition and air speed patterns of air-carrier apple orchards sprayers. *Transactions of the ASAE*, v.38, n.1, p.5-11, 1995.
- EDWARDS, G.J.; THOMPSON, W.L.; KING, U.R.; JUTRAS, P.J. Optical determination of spray coverage. *Transactions of the ASAE*, v.4, p.206-7, 1961.
- FAROOQ, M.; SALYANI, M. Spray penetration into the citrus tree canopy from two air-carrier sprayers. *Transactions of the ASAE*, v.45, n. 5, p.1287-93, 2002.
- FAO 2002. Banco de dados da produção mundial de laranja. <http://www.fao.org> (22 Mar. 2002).
- FURNESS, G.O.; PINCZEWSKI, W.V. A comparison of the spray distribution obtained from sprayers with converging and diverging airjets with low volume air assisted spraying on citrus and grapevines. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v.32, n.3, p.291-

- 310, 1985.
- GRAVENA, S. *Manual práctico de inspeção de pragas dos citros*. Jaboticabal: Gravena, 2002. 54p.
- HERNANDEZ, C.; ESCOBIO, J. Efecto de diferentes formas de aplicación con asperjadora de ventilador axial en la lucha contra las plagas de los cítricos. *Revista de Protección Vegetal*, v.1, n.1, p.65-70, 1986.
- HISLOP, E.C. Air assisted crop spraying: an introductory review. In: AIR-ASSISTED SPRAYING IN CROP PROTECTION, 46, 1991, Swansea. *Proceedings...* Swansea: BCPC, 1991. p.3-14.
- HOFFMANN, W.C.; SALYANI, M. Spray deposition on citrus canopies under different meteorological conditions. *Transactions of the ASAE*, v.39, n.1, p.17-33, 1996.
- HOLOWNICKI, R.; DUROCHOWSKI, G.; GODYN, A; SWIECHOWSKI, W. Effects of air jet adjustment on spray losses in orchard. *Aspects of Applied Biology*, n.57. p.357-62, 2000.
- HOLOWNICKI, R.; DUROCHOWSKI, G.; SWIECHOWSKI, W.; GODYN, A. Automatic self adjusting air-jet sprayer concept for fruit trees. In: AGRICULTURAL ENGINEERING INTO THE THIRD MILLENIUM, 2000, University of Warwick. *AgEng2000*. Coventry: Academic Press, 2000. 8p. (AgEng Paper, 00-PM-053).
- JUSTE, F.; SANCHEZ, S.; IBAÑES, R.; VAL, L.; GARCIA, C. Measurement of spray deposition and efficiency of pesticide application in citrus orchards. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v.46, n.3, p.187-196, 1990.
- LAVERS, A. Aerial application to ground crops. In: MATTHEWS, G.A., HISLOP, E.C. *Application technology for crop protection*. Wallingford: Cab international, 1993. cap.11, p.215-39.

- MAIA, M.L. *Citricultura paulista: evolução, estrutura e acordo de preços*. São Paulo: IEA, 1996. 157p.
- MATIOLI, A.L.; LEITE, G.L.D.; PALLINI, A.; PICANCO, M. Distribuição espacial e temporal e efeito de diferentes tratamentos culturais em ácaros associados a laranja Pêra rio. *Agro Ciência*, v.14, n.2, p.395-405, 1998.
- MARTINELLI, N.M.; OLIVEIRA, C.A.L.; PERECIN, D. Conhecimentos básicos para estudos que envolvam levantamentos da população do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) na cultura do citrus (Laranja pêra; Brasil). *Científica*, v.4, n.3, p.242-53, 1976.
- MATTHEWS, G.A. *Pesticide application methods*. 2.ed. New York: Longman Scientific & Technical, 1992. 405p.
- MATUO, T. *Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas*. Jaboticabal: Funep, 1990. 138p.
- MOREIRA, C.S.; MOREIRA, S. História da citricultura no Brasil. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU Jr., J.; AMARO, A.A. (Ed) *Citricultura brasileira*. 2ª. edição. Campinas: Fundação Cargill, 1991, vol. 1, p. 1 -21.
- MOTTA, R.; SILVA, J.M.; SUGAHARA, C.A.; RAIZERA, A.J.; KATO, W.Y.; MARICONI, F.A.M.; Pulverização de novos acaricidas no combate ao ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) em citros. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, v.44, n.1, p.811-24, 1987.
- NEVES, E.M. Suco de laranja: estatísticas e tendências. *Preços agrícolas*, v.16, n.7, p. 10-13, 1996.
- NEVES, E.M.; ZEN, S.; NEVES, M.F.; Perspectivas econômicas da citricultura brasileira.

In: MENTEN, J.O.M.; DOURADO NETO, D.; TORRADO, P.V.. (Ed) *Curso intensivo de citricultura*. Piracicaba: A.E.C. CERES/ESALQ, 1991, p. 01 - 20.

OLIVEIRA, C.A.L.; SILVA, J.R.T.; RIGOTTO, E.L. Controle do ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari Tenuipalpidae) com produtos químicos na cultura dos citros. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v.12, n.2, p.221-34, 1983.

OMOTO, C. Importância do monitoramento da resistência aos acaricidas para a tomada de decisão no controle do ácaro da leprose. *Palestra Expert Team – Du Pont*, Ribeirão Preto 30/07/2004.

PALLADINI, L.A.; MATUO, T. Efeito de condições operacionais de um turboatomizador na cobertura de folhas de citros. *Summa Phytopathologica*, v.17, n.6, p.257-71, 1991.

PFALZER, H. Safety aspects and legislation trends. In: MATTHEWS, G.A., HISLOP, E.C. *Application technology for crop protection*. Wallingford: Cab international, 1993. cap.2, p.13-33.

RAETANO, C. G. *Condições operacionais de turboatomizadores na distribuição e deposição da pulverização em citros*. Piracicaba, 1996. 93p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo.

RAGA, A.; SOUZA FILHO, M.F.; SATO, M.E.; GARCIA JUNIOR, A. Avaliação de acaricidas contra o ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) em pomar cítrico de Neves Paulista. *Arquivos do Instituto Biológico São Paulo*, v.63, n.1, p.25-30, 1996.

RAISIGL, U.; FELBER, H. Comparison of different mistblowers and volume rates for orchard spraying. In: AIR-ASSISTED SPRAYING IN CROP PROTECTION, 46, 1991, Swansea. *Proceedings...* Swansea: BCPC, 1991. p.185-196.

- REIS, J.N.P. *O impacto do crédito rural no desenvolvimento da citricultura no estado de São Paulo*. Piracicaba, 1995. 91p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - USP.
- RIGOLIN, A.T., TERSI, F.E.A. Redução nos custos de aplicação dos defensivos em citros. *Revista Laranja*, v.20, n.1, p. 93-106, 1999.
- SADANA, G.L.; KUMARI, M. Effect of temperature and relative humidity on the development of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae). *Journal of Insect Science*, v.4, n.2, p.157-159, 1991.
- SALYANI, M. Droplet size effect on spray deposition efficiency on citrus leaves. *Transactions of the ASAE*, v.31, n.6, p.1680-1684, 1988.
- SALYANI, M. Spray technology research for orchard applications. *Acta Horticulturae*, v.372, p.67-74, 1994.
- SALYANI, M.; CROMWELL, R.P. Drift losses from citrus spray applications. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, v.105, p.13-18, 1992.
- SALYANI, M.; HEDDEN, S.L.; EDWARDS, G.J. Deposition efficiency of different droplet sizes for citrus spraying. *Transactions of the ASAE*, v.30, n.6, p.1595-1599, 1987.
- SALYANI, M.; McCOY, C.W. Spray deposition on citrus trees for different spray volumes. *Citrus and Vegetable Magazine*, v.53, n.5, p.16-17, 1990.
- SALYANI, M.; WHITNEY, J.D. Evaluation of methodologies for field studies of spray deposition. *Transactions of the ASAE*, v.31, n.2, p.390-395, 1988.
- SALYANI, M.; WHITNEY, J.D. Ground speed effect on spray deposition inside citrus trees.

- Transactions of the ASAE*, v.33, n.2, p.361-366, 1990.
- SALYANI, M.; WHITNEY, J.D. Spraying speed effect on deposition inside citrus trees. *American Society of Agriculture Engineers*, 1989. 11p. (ASAE Paper, 89-1048).
- SANDER, T.P.Y. Development and evaluation of rotary cage atomiser conversion for orchard sprayer. In: AIR-ASSISTED SPRAYING IN CROP PROTECTION, 46, 1991, Swansea. *Proceedings...* Swansea: BCPC, 1991. p.203-210.
- SHARP, R.B. A rapid method of spray deposit measurement and its use in new apple orchards. In: BRITISH INSETICIDE AND FUNGICIDE CONFERENCE, 7, 1973, Brighton, 1973. *Proceedings...* Brighton: BCPC, 1973. p.637-41.
- SILVA, J.M.; RAIZERA, A.J.; SUGAHARA, C.A.; MOTTA, R.; MARICONI, F.A.M.; SCARPARI-FILHO, J.A. Ensaio de combate químico ao ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes,1939) em pomares citricos. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, v.43, n.2, p.551-63, 1986.
- SILVA, O.M. Situação econômica da cultura citrícola. *Revista Laranja*, v.15, n.2, p. 13-34, 1994.
- SUPLICY-FILHO, N.; CINTRA, A.F.; MYAZAKI, I.; OLIVEIRA, D.A.; TEOFILSOBRINHO, J. Comportamento do ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) em relação a alguns acaricidas na zona de Limeira (São Paulo; Brasil). *Biológico*, v.43, n.1-2, p.21-8, 1977.
- SVENSSON, S.A. *Converging air jets in orchard spraying: Influence on deposition, air velocities and forces on trees*. 2001. 46p. These (Doctoral) – Sveriges Lantbruks Universitet – Swedish University of Agricultural Sciences.
- VELINI, E.D.; ANTUNIASSI, U.R.; MARTINS, D.; TRINDADE, M.L.B.; SILVA, M.A.S. Utilização da condutividade elétrica para a avaliação do depósito da calda de pulverização

- em alvos ou folhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 20, 1995, Florianópolis. *Resumos...* Florianópolis: SBCPD, 1995. p.427-9.
- VEREECKE, E.; LANGENAKENS, J.; DE MOOR, A.; PIETERS, M.; JAEKEN, P. The air distribution generated by air-assisted sprayers. In: AGRICULTURAL ENGINEERING INTO THE THIRD MILLENIUM, 2000, University of Warwick. *AgEng2000*. Coventry: Academic Press, 2000. 10p. (AgEng Paper, 00-PM-071).
- VIEIRA, L. F. *A citricultura no Estado de São Paulo e a contribuição da pesquisa a bibliografia citricola nacional*. São Paulo: ITAL, 1976. 91p.
- WHITNEY, J.D.; HEDDEN, S.L.; CHURCHILL, D.B.; CROMWELL, R.P. Performance characteristics of PTO airblast sprayers for citrus. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, v.99, p.59-65, 1986.
- WHITNEY, J.D.; SALYANI, M. Deposition characteristics of two air-carrier sprayers in citrus trees. *Transactions of the ASAE*, v.34, n.1, p.47-50, 1991.
- WHITNEY, J.D.; SALYANI, M. Spray penetration characteristics of the air curtain and airblast sprayers. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, v.103, p.25-28, 1990.
- WHITNEY, J.D.; SALYANI, M.; CHURCHILL, D.B.; WHITESIDE, J.O.; KNAPP, J.L.; LITTELL, R.C. Ground speed and spray volume of airblast sprayers affect copper deposition and greasy spot control. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, v.101, p.13-17, 1988.

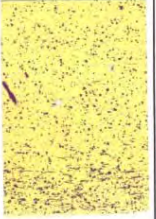



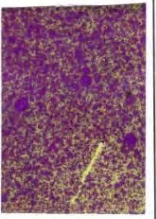

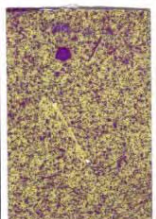
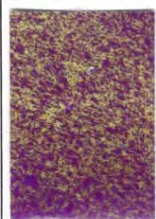
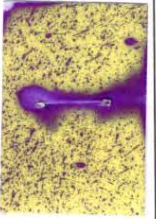


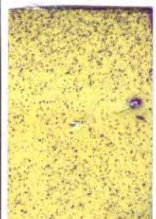
ANEXO 1

TRATAMENTO 2
FAZENDA TANGARA
TALHÃO: 37
Esp: 8 x 5m

DATA: 09/10/2003
HORÁRIO: 15:00
UR%: 47
TEMP: 32,7
VEL VENTO: -

EQUIPAMENTO: ARBUS CITROS
PRESSÃO (lbf/pol²): 140
VELOCIDADE (km/h): 1,6
BICOS: 38 JA-1 (INF) + 38 JA-1,5 (SUP)
V.C.1 (L/pl): 16

VC2: (L/ha): 4000
TIPO: UNILATERAL

0° C/ ALINHAMENTO		0° C/ ALINHAMENTO		0° C/ ALINHAMENTO		0° C/ ALINHAMENTO					
FACE SUPERIOR		FACE INFERIOR		FACE SUPERIOR		FACE INFERIOR					
Alto	Ext		Alto	Ext		Alto	Int		Alto	Int	
Médio	Ext		Médio	Ext		Médio	Int		Médio	Int	
Baixo	Ext		Baixo	Ext		Baixo	Int		Baixo	Int	
Fruto	Ext		Fruto	Ext		Fruto	Int		Fruto	Int	

TRATAMENTO 2
FAZENDA TANGARÁ
TALHÃO: 37
Esp: 8 x 5m

DATA: 09/10/2003
HORÁRIO: 15:00
UR%: 47
TEMP: 32,7
VEL VENTO: -

EQUIPAMENTO: ARBUS CITROS
PRESSÃO (lbf/pol²): 140
VELOCIDADE (km/h): 1,6
BICOS: 38 JA-1 (INF) + 38 JA-1,5 (SUP)
V C,1 (L/pi): 16

VC2: (L/ha): 4000
TIPO: UNILATERAL

90° C/ ALINHAMENTO		90° C/ ALINHAMENTO		90° C/ ALINHAMENTO		90° C/ ALINHAMENTO	
FACE SUPERIOR		FACE INFERIOR		FACE SUPERIOR		FACE INFERIOR	
Alto	Ext	Alto	Ext	Alto	Int	Alto	Int
Médio	Ext	Médio	Ext	Médio	Int	Médio	Int
Baixo	Ext	Baixo	Ext	Baixo	Int	Baixo	Int
Fruto	Ext	Fruto	Ext	Fruto	Int	Fruto	Int