

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

**DEPÓSITO DA PULVERIZAÇÃO E CONTROLE DE *Tetranychus urticae*
Koch EM CRISÂNTEMO DE CORTE COM PULVERIZADOR
ASSISTIDO POR AR E ELETROSTÁTICO**

DENISE TOURINO REZENDE DE CERQUEIRA

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

BOTUCATU – SP

Junho – 2013

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

**DEPÓSITO DA PULVERIZAÇÃO E CONTROLE DE *Tetranychus urticae*
Koch EM CRISÂNTEMO DE CORTE COM PULVERIZADOR
ASSISTIDO POR AR E ELETROSTÁTICO**

DENISE TOURINO REZENDE DE CERQUEIRA

Orientador: Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano

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

BOTUCATU – SP

Junho – 2013

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

Cerqueira, Denise Tourino Rezende de, 1985-
C416d Depósito da pulverização e controle de *Tetranychus urticae* Koch em crisântemo de corte com pulverizador assistido por ar e eletrostático / Denise Tourino Rezende de Cerqueira. - Botucatu : [s.n.], 2013
v, 50 f. : tabs., grafs., fots. color.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013
Orientador: Carlos Gilberto Raetano
Inclui bibliografia

1. Ácaro rajado - Controle. 2. Crisântemo. 3. Flores - Cultivo. 4. Pulverização. 5. Defensivos vegetais - Tecnologia de aplicação. I. Raetano, Carlos Gilberto. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “DEPÓSITO DA PULVERIZAÇÃO E CONTROLE DE *Tetranychus urticae*
Koch EM CRISÂNTEMO DE CORTE COM PULVERIZADOR ASSISTIDO
POR AR E ELETROSTÁTICO”

ALUNA: DENISE TOURINO REZENDE

ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS GILBERTO RAETANO

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. CARLOS GILBERTO RAETANO



PROF. DR. MÁRIO HENRIQUE F. DO A. DAL POGETTO



PROF. DR. MARCELO DA COSTA FERREIRA



PROF. DR. WELLINGTON PEREIRA A. DE CARVALHO



PROF. DR. MARCO ANTONIO GANDOLFO

Data da Realização: 02 de julho de 2013.

*Ao meu marido Filipe Costa de Cerqueira,
pela compreensão, amor, apoio e confiança.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, saúde e pelas oportunidades colocadas em meu caminho;

Ao meu marido, Filipe, pelo amor, companheirismo, paciência, compreensão e pelas muitas conversas as quais sempre me conforta e acalma nos momentos difíceis;

Aos meus pais, Marcos e Renata, pela educação, amor e principalmente por sempre me apoiarem e incentivarem nessa busca do crescimento profissional;

Ao Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano, pela orientação, ensinamentos, sugestões e paciência que foram fundamentais para realização desta pesquisa;

Aos Professores do Departamento de Proteção Vegetal da FCA/UNESP, pela sabedoria e ensinamentos transmitidos e aos funcionários pela colaboração e amizade;

Aos amigos Mário Henrique Ferreira do Amaral Dal Pogetto, Marina Mouzinho, Evandro Pereira Prado, Saulo Ítalo de Almeida Costa, Caio Moreira, que muito me ensinaram e ajudaram, e pelos bons momentos de convívio;

Aos estagiários, Ana Carolina Dognini e José Guilherme Ishizuka pela ajuda indispensável durante os experimentos;

À Empresa Steltenpool Flores e Frutas pela área cedida para realizar essa pesquisa;

Ao Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Aldemir Chaim, pelas colaborações e por sempre atender prontamente às dúvidas que surgiram durante a condução do trabalho;

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia / Proteção de Plantas, e à Faculdade de Ciências Agrônômicas, pela oportunidade e formação;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pelo auxílio de pesquisa e bolsa de estudos concedidos;

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO	1
SUMMARY	3
1 INTRODUÇÃO	4
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1 A cultura do Crisântemo	7
2.2 Características do ácaro-rajado <i>Tetranychus urticae</i>	9
2.3 Tecnologia de aplicação.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
6 CONCLUSÕES	44
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

RESUMO

A otimização da deposição da pulverização pode ser obtida com a transferência de carga elétrica às gotas, as quais são fortemente atraídas pelas plantas, minimizando a exposição dos aplicadores e as perdas para o ambiente. Entretanto, a transferência de carga elétrica às gotas não é suficiente para melhorar a penetração da pulverização no dossel da cultura e, dessa forma, a assistência de ar associada à eletrificação das gotas pode contribuir para maior penetração da pulverização nas partes mais baixas da planta. O crisântemo de corte, *Dendranthema grandiflora* Tzvelev, especialmente a cultivar Reagan, apresenta problemas fitossanitários, como o ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, cujos danos podem comprometer a qualidade e a comercialização do produto final. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da eletrificação das gotas associada à assistência de ar sobre os depósitos da pulverização em relação à técnica de pulverização convencional, bem como a eficiência dessas tecnologias no controle de *Tetranychus urticae* na cultura do crisântemo de corte. Nos ensaios os tratamentos foram constituídos pelas tecnologias de aplicação: 1. Convencional com ponta de duplo jato plano tipo TwinJet, TJ 8003; 2. Convencional, com ponta de jato cônico vazio TXVK-3; 3. Pulverizador semi-estacionário motorizado de jato lançado marca ESS, modelo MBP provido de carga elétrica e assistência de ar e; 4. O mesmo equipamento somente com a assistência de ar (sem eletrostática). Para comparar as tecnologias de pulverização quanto à eficiência no controle do ácaro-rajado, foi utilizado uma testemunha, sem aplicação do

acaricida. O uso da assistência de ar associada ou não à eletrostática se mostrou eficiente, visto que as quantidades maiores de depósitos foram encontradas nos tratamentos 3 e 4. Adicionalmente, pode-se observar níveis de controle bastante satisfatório no controle desse acarino com os tratamentos 3 e 4, ao quarto dia após a aplicação.

Palavras-chave: Tecnologia de aplicação, pulverização eletrostática, floricultura, ácaro rajado

SPRAYING DEPOSITION AND CONTROL OF *Tetranychus urticae* Koch ON CUT CHRYSANTHEMUM USING AIR ASSISTED AND ELECTROSTATIC SPRAYER. Botucatu, 2013. 56 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Proteção de Plantas). Faculdade de Ciências Agronômicas. Universidade Estadual Paulista.

Author: Denise Tourino Rezende de Cerqueira

Adviser: Carlos Gilberto Raetano

SUMMARY

The optimization of spraying deposition can be gotten with transferring electric charge to droplets, which are strongly attracted by the plants, decreasing operator exposure and losses to environment. However, this procedure by itself (the transference of electric charge to droplets) is not enough for the desirable spraying penetration in the crop canopy, thus the air assistance can be added to the electrostatic spraying to achieve better results. The cut chrysanthemum, *Dendranthema grandiflora* Tzvelev, specially the Reagan variety, shows phytosanitary problems as the two spotted spider mite *Tetranychus urticae*. It damages can commits the final product quality and trade. The goal of this work was evaluate the electrostatic and air assistance spraying on the spray deposition and on controlling *Tetranychus urticae* in cut chrysanthemum. Trials were carried out with the following treatments: 1. Conventional with TwinJet TJ 8003 double flat fan nozzle; 2. Conventional with TXVK-3 tip hollow cone; 3. Semi-stationary motorized jet launched spray, ESS brand, MBP model, with electric charge and air assistance; 4. The same equipment only with air assistance (without electric charge). To compare these spraying technologies regarding their efficiency in controlling the spider mite, a witness treatment was used without application of acaricide. The use of air assistance combined or not to the electrostatic spraying has shown efficient since larger amounts of deposits were found on the treatments 3 and 4. Additionally, it was permitted satisfactory control level of the two-spotted spider mite with the treatments 3 and 4 in the fourth day after application.

Keywords: Application technology, electrostatic spraying, flower sector, two-spotted spider mite

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção comercial de flores e plantas ornamentais teve início com os imigrantes portugueses, por volta de 1950. Em 2010, o mercado de flores apresentou crescimento de 15%, em relação aos anos anteriores, devido a vários fatores, entre eles maior oferta de opções e variedades ao consumidor e maior durabilidade das flores (IBRAFLOR, 2011).

Anualmente, são cultivados cerca de doze mil hectares, gerando aproximadamente 194 mil empregos diretos. A produção nacional é, em grande parte, voltada para o mercado interno. São produzidas cerca de 300 espécies de plantas ornamentais por 9 mil produtores (FLORANET, 2012).

A maior produção de flores está concentrada no estado de São Paulo (71,8%), seguida por Santa Catarina (11,6%) e Minas Gerais (2,8%). Aproximadamente 26 % da área cultivada encontram-se sob forma de cultivo protegido, 3% sob telado e a grande maioria da área cultivada em campo com 71% (IBRAFLOR, 2011).

No Brasil, o crescimento das áreas cultivadas com crisântemo e os problemas com pragas e doenças têm despertado interesse para o uso de táticas de controle que reduzam os impactos ambientais, bem como forte demanda por alternativas que conduzam à sustentabilidade da cultura (SERRA, 2007).

Dentre os problemas fitossanitários mais sérios na cultura do crisântemo destaca-se a ocorrência de ácaros. Os danos provocados por ácaros comprometem, principalmente, a qualidade e comercialização do produto final. O ácaro rajado, *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae), é considerado uma das principais pragas de várias culturas, e dentre elas, de plantas ornamentais. Durante o processo de alimentação este acarino utiliza seu estilete para romper as células do tecido das plantas, injeta toxinas e reguladores de crescimento e succiona o conteúdo celular extravazado causando necrose da área atingida e perdas na produção (ZHANG, 2003).

A aplicação de produtos fitossanitários em lavouras, tem se caracterizado por considerável desperdício de energia e água, uso inadequado de produtos químicos e significativa contaminação do ambiente (MATTHEWS, 1992). Neste contexto, os métodos de aplicação de produtos fitossanitários empregados revelam-se insustentáveis ao conceito de sustentabilidade (CHAIM et al., 2002). Segundo Christofolletti (1999), a decisão de quando aplicar um produto fitossanitário requer conhecimentos sobre o produto, a praga, seu dano na lavoura, o tempo necessário para pulverizar toda a área com o equipamento disponível e a avaliação econômica do tratamento. O produto fitossanitário deve exercer a sua ação sobre um determinado organismo, portanto é necessário que o alvo seja atingido. Qualquer quantidade de produto químico (ou agente de outra natureza) que não atinja o alvo não terá qualquer eficácia e será representado como uma forma de perda (MATUO, 1998).

Graham-Bryce (1987) estima que, em alguns casos, menos de 1% do produto fitossanitário aplicado é efetivamente utilizado para controlar pragas, pois o produto não chega ao alvo. Assim, a pulverização eletrostática se apresenta como uma alternativa promissora para otimização do uso de produtos fitossanitários em curto prazo, melhorando a deposição sobre o alvo e reduzindo volumes e ou doses no controle de agentes nocivos as plantas.

A pulverização eletrostática trata da eletrificação das gotas a fim de que sejam fortemente atraídas pela planta e que atinjam áreas ou alvos difíceis de serem atingidos pelo processo de pulverização com bicos hidráulicos convencionais (SERRA, 2007). No entanto a transferência de cargas elétricas às gotas possibilita a melhoria da pulverização somente nas partes superiores das plantas, fazendo-se necessário a associação com a assistência de ar para que as gotas cheguem até as partes mais baixas das plantas.

Considerando que os principais problemas fitossanitários da cultura do crisântemo de corte iniciam-se na parte inferior da planta, aliado ao atual sistema de cultivo com excessivo número de plantas por metro quadrado, faz-se necessário à busca por novas técnicas de aplicação que propiciem maior eficácia de controle de pragas e doenças nocivas à cultura do crisântemo.

O uso da eletrificação das gotas associado à assistência de ar em pulverização no manejo fitossanitário constitui-se numa alternativa bastante promissora no controle de ácaros-praga. O objetivo desse trabalho foi comparar a pulverização com gotas dotadas de carga elétrica associada ou não à assistência de ar em relação à pulverização convencional (sem eletrostática e sem assistência de ar) na deposição e eficiência no controle do ácaro-rajado na cultura do crisântemo de corte.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura do Crisântemo

O crisântemo é originário do continente asiático e era denominado de *Chrysanthemum morifolium* Ramat. Segundo Lavila (1992), o nome tem origem grega e significa *a flor de ouro*. A taxonomia da espécie foi estudada por Anderson (1987) que classificou o grupo como pertencente à subtribo Chrysantheminae, gênero *Dendranthema* e espécie *Dendranthema grandiflora* Tzvelev.

Em 1800, eram conhecidas na Europa três espécies de crisântemo. Atualmente é possível encontrar na floricultura mundial mais de 12.000 variedades, e esse estoque tem sido aumentado anualmente com o aparecimento de novas plantas no mercado (LAVILA, 1992). O crisântemo pertence à família Asteraceae que, no Brasil, está representada por 180 gêneros abrangendo plantas daninhas e cultivadas (IMENES e ALEXANDRE, 1996).

A maioria das cultivares de crisântemo pode ser cultivada em qualquer época do ano e podem adaptar-se a diferentes locais, desde que haja o condicionamento climático exigido pela cultura. É uma planta que se desenvolve melhor em dias curtos, florescendo naturalmente em fotofase menor que 12 horas. Para seu cultivo em épocas de verão, torna-se necessário a utilização de sistemas de restrição de luz para favorecer o florescimento (ARRUDA et al., 1996).

Na produção e cultivo de flores, a competição por mercados é intensa e o diferencial de produtividade consiste no manejo nutricional adequado, por promover grande impacto sobre a qualidade, a produtividade e a longevidade das inflorescências e da planta (TOMBOLATO, 2004).

O sistema de cultivo do crisântemo de corte é caracterizado pela acentuada utilização de mão-de-obra e de capital (exceto maquinário) e pelo uso intensivo da terra (BARBOSA, 2003).

A produção de crisântemos de corte (em maço) tem sua origem concentrada nas regiões da Grande São Paulo, Bragança Paulista e Paranapiacaba e sua produção concentrada nos municípios de Santo Antônio de Posse, Jacareí, Cotia, Ibiúna e Atibaia, SP. No transcorrer do ano, o preço das flores ornamentais, especificamente, dos crisântemos, não apresentam variações significativas, o que pode ser explicado pela oferta regular, pois os crisântemos são passíveis de produção em todas as estações do ano, são conduzidos em estufas, semi-estufas ou telados e também são comercializados sob diversas formas no mercado tais como: crisântemos multiflores cortados em maços; crisântemos multiflores plantados em vasos; e, crisântemos uniflores cortados e vendidos em dúzias, também conhecidos como crisântemos japoneses (BARBOSA, 2003).

Existem milhares de variedades adequadas às diferentes condições de cultivo e ao uso tanto como flor de vaso, corte ou jardim. Todas são cultivadas em condições controladas (ambiente protegido, irrigação, controle de temperatura e de luz), pois como a maioria das ornamentais, trata-se de uma cultura com alto grau de tecnificação (BARBOSA, 2003).

As cultivares de crisântemo de corte mais plantadas e comercializadas pertencem aos grupos Shena e Reagan. Ambas apresentam problemas fitossanitários. Porém, a cultivar Reagan se destaca como cultivar mais problemática, sendo altamente suscetíveis aos ácaros nas folhas e flores (BARBOSA, 2003).

Considerando que o principal problema fitossanitário da cultura do crisântemo de corte, como o ácaro-rajado, e que a infestação inicia-se na parte inferior da planta, aliado ao atual sistema de cultivo com excessivo número de plantas por metro quadrado, faz-se necessária a busca de novas técnicas de aplicação que propiciem maior eficácia de controle.

2.2 Características do ácaro-rajado *Tetranychus urticae*

Os ácaros, de um modo geral, são considerados pragas importantes de diversas culturas no Brasil. O número de espécies descritas até hoje ultrapassa 30.000, e destes, um número representativo de espécies apresenta hábitos exclusivamente fitófagos, alimentando-se do conteúdo das células vegetais, provocando danos econômicos (CARMONA e DIAS, 1996). O ácaro-rajado, em especial, é considerado uma das principais pragas da cultura do crisântemo e de outros cultivos. A espécie é cosmopolita e alimenta-se de uma grande diversidade de plantas (GALLO et al., 2002).

O ciclo de desenvolvimento dos tetraniquídeos caracteriza-se por ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto (MORAES e FLECHTMANN, 2008). No entanto, às vezes observa-se apenas um estágio ninfal, o que é mais frequente na época quente, quando o desenvolvimento é tão acelerado que os ácaros passam por um estágio completo rapidamente. Os ovos são esféricos, de tonalidade amarelada, sendo a postura feita entre os fios de teia tecidos nas folhas e flores. As formas juvenis são esbranquiçadas, pouco ou nada quitinizadas com duas manchas escuras no dorso, uma de cada lado. Os adultos são semelhantes aos jovens, mas existe acentuado dimorfismo sexual, sendo as fêmeas ovaladas e os machos menores e com a extremidade posterior do abdome mais estreita, medindo cerca de 0,3 mm de comprimento. As fêmeas e machos, apresentam duas manchas verde-escuras no dorso, uma de cada lado (ZHANG, 2003).

Segundo Zhang (2003), na fase adulta, os ácaros alimentam-se através da sucção do conteúdo das células das plantas: os cloroplastos das células afetadas desaparecem e o material remanescente coagula, formando uma massa branco-parda em um ponto das extremidades das células, danificando assim as células vizinhas em formato de círculos e levando à formação de manchas cloróticas.

Os ácaros apresentam preferência pela região intermediária da planta, porém, na cultura do crisântemo sobem para as flores nas épocas mais quentes do ano, onde tecem suas teias. Ocorre em todas as regiões do Brasil e durante todo o ano, sendo o período mais favorável ao aumento populacional nessa cultura nos meses mais secos, com temperaturas mais

elevadas. De modo geral, grandes quantidades de fertilizantes nitrogenados também propiciam o aumento da população (GALLO et al, 2002).

Os ácaros possuem enorme capacidade de aumento populacional, chegando a 20-25 gerações por ano. Dessa forma, o controle precisa ser eficiente para evitar surtos populacionais. O controle químico é o método mais utilizado, porém, é o mais problemático, pela possibilidade do desenvolvimento de resistência a vários grupos de acaricidas. A evolução da resistência de ácaros fitófagos aos acaricidas em curto intervalo de tempo depende, dentre outros fatores, do uso freqüente do mesmo grupo químico, e ou acaricida, com mesmo mecanismo de ação (pressão de seleção), do elevado potencial reprodutivo e do ciclo de vida curto dos ácaros (STUMPF e NAUEN, 2001).

No processo de embalagem das plantas, seja “de corte” ou em vasos, quando há infestação, o ácaro tende a migrar para as flores. Quando isso acontece, as flores infestadas produzem manchas cloróticas e perdem a qualidade até chegar ao consumidor (SERRA, 2007).

O produto nacional tem condições de competição no mercado internacional, desde que seja realizado um trabalho eficiente que vise melhorar a aparência das flores do crisântemo, já que os sintomas de infestação do ácaro ficam mais evidentes nessa parte da planta (SERRA, 2007).

2.3 Tecnologia de aplicação

A aplicação é um processo em que se coloca o produto químico no alvo. Teoricamente, quanto maior a quantidade de produto depositada na superfície, maior poderá ser a sua ação. Dessa forma, a aplicação de um produto químico pode ser valorizada em termos de eficiência, onde a quantidade de produto depositada no alvo é a quantidade necessária para controlar o alvo (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Na tentativa de melhorar a eficiência da aplicação vários pesquisadores procuram alternativas que aumentem a deposição dos produtos diretamente nos alvos e reduzam a contaminação ambiental. Apenas uma pequena quantidade do produto fitossanitário aplicado é depositada no alvo pretendido, como por exemplo, na superfície abaxial das folhas. Portanto, a

eficácia da deposição dependerá da sua redistribuição subsequente pela superfície da planta ou dentro dela ou ainda da movimentação da praga para entrar em contato com o produto (SERRA, 2007).

Várias pesquisas têm demonstrado que o emprego de gotas pequenas proporciona os melhores resultados no controle de problemas fitossanitários. Porém, como as gotículas com pequenas massas possuem pouca energia cinética, sofrem grande efeito da deriva com baixa captura pelos alvos. Desta maneira, as vantagens esperadas de maior eficiência de utilização de gotas pequenas somente se verificam em condições muito especiais (CHAIM, 2006).

Segundo Chaim (2006), para que essas pequenas gotas sejam eficientemente coletadas pelo alvo, é necessário acrescentar a elas uma força extra. Em gotas pequenas ou muito pequenas pode-se introduzir força elétrica com grandeza suficiente para controlar seus movimentos, inclusive contra a gravidade, podendo se depositar na página inferior das folhas durante as pulverizações.

Há muitos anos, o método de pulverização eletrostática é utilizado na indústria, porém seu uso na agricultura não se estendeu por vários fatores, entre os quais a falta de equipamentos portáteis de alta voltagem e o uso de pulverizadores não-condutores, que limitaram o uso viável dessa tecnologia na agricultura. As pesquisas sobre o uso de gotas eletricamente carregadas tiveram um grande crescimento, principalmente depois do sucesso do pulverizador “Electrodyn” desenvolvido por Coffee (1981). Hislop (1988), numa revisão sobre o emprego de gotas com carga eletrostática para aplicação de produtos fitossanitários, afirmou que é possível reduzir, com facilidade, mais de 50% dos ingredientes ativos recomendados nas aplicações, sem reduzir a eficácia biológica. Além de aumentar a eficiência no controle, a pulverização eletrostática reduz os efeitos dos inseticidas sobre os organismos que vivem no solo, porque as perdas para o solo chegam a ser 20 vezes menor que numa pulverização convencional (SERRA, 2007).

Em trabalhos realizados por pesquisadores da Embrapa, gotas sem carga apresentaram uma eficiência de deposição de 18% de um produto marcador, no entanto, quando estas estavam carregadas eletricamente, aumentaram significativamente o depósito para 62% do total do marcador aplicado (CHAIM et al., 2002).

A pulverização eletrostática evoluiu e passou a ser utilizada em vários tipos de equipamentos como em pulverizadores semi-estacionários, pulverizadores tracionados e automotriz com barras dotadas dessa tecnologia, bem como o uso em aeronaves agrícolas.

Segundo Chaim (2006), existem alguns processos utilizados para geração de gotas carregadas eletricamente, o processo de eletrificação de gotas por efeito corona e o processo de carga por indução com eletrificação indireta e eletrificação direta. O processo de eletrificação de gotas por indução tem sido o mais utilizado.

No processo de carga por indução com eletrificação indireta, o líquido é mantido aterrado (voltagem igual a zero). Neste processo, as gotas adquirem a carga na presença de um intenso campo eletrostático, formado entre o eletrodo de indução mantido em alta voltagem e o jato de gotas. O eletrodo de indução deve ser posicionado na região da borda do jato onde as gotas se formam em uma distância mínima suficiente para evitar centelhas de descarga entre o eletrodo e o líquido. Uma desvantagem desse processo é que as gotas adquirem carga oposta ao eletrodo de indução e são atraídas pelo mesmo molhando-o e causando gotejamento. Devido a esse fato, um colapso no sistema acontece e a eletrificação das gotas é prejudicada. Para contornar essa situação, foram projetados bicos pneumáticos eletrostáticos que se caracterizam por proporcionar jatos concêntricos de ar e líquido. Assim, o próprio ar que pulveriza o líquido arrasta as gotas carregadas para longe da influencia do eletrodo, mantendo-o seco (CHAIM, 2006).

Existe uma variação do sistema de indução com eletrificação direta, onde o bico ou o líquido recebe a ação direta da alta tensão e um eletrodo aterrado tem a função de promover um campo eletrostático. Sua utilização se dá em pulverizadores eletrohidrodinâmicos que utilizam caldas oleosas de baixa condutividade elétrica e, devido à alta tensão aplicada ao bico, consegue vencer a resistividade do líquido para transferir cargas para as gotas. Num outro tipo de indução por eletrificação direta, a indução ocorre entre a planta e o jato de gotas mantido em alta tensão. Como não existe eletrodo, a voltagem deve ser alta o suficiente para criar um intenso campo eletrostático entre o bico e a planta. Assim, a carga das gotas é dependente da distância que o bico é posicionado em relação às plantas, fazendo com que o campo eletrostático seja variável. A voltagem necessária para eletrificação de gotas deverá ser superior a 30 kV. Nesse caso, todo o circuito hidráulico é submetido a uma tensão de

eletrificação do jato de gotas, exigindo que sejam adotadas medidas para isolamento do tanque, bomba hidráulica, tubulações entre outras para que seja garantida a segurança do aplicador (CHAIM, 2006).

Para auxiliar nos tratamentos fitossanitários a assistência de ar surgiu como ferramenta para melhorar a qualidade de aplicação através da distribuição de gotas menores em maior número; também aumentam a capacidade operacional à medida que realizam números menores de reabastecimentos, além de maior velocidade de deslocamento, extensão dos horários de pulverização e redução da deriva, pois a velocidade do vento da máquina é maior que o vento ambiente e auxilia na redução da exposição dos operadores a esses produtos (SARTORI, 1997).

Esta tecnologia pode auxiliar na redução da deriva (COOKE et al., 1990; BAUER e RAETANO, 2000), bem como a maior penetração das gotas no dossel da cultura (MATTHEWS, 2000). Por outro lado, os níveis dos depósitos em plantas alvo não dependem somente do equipamento aplicador, mas também da idade e do tipo da cultura, condição operacional e do tipo de ponta de pulverização (COOKE et al., 1990).

Pulverizadores de barra hidráulicos convencionais e pulverizadores hidráulicos com assistência de ar foram testados sobre diferentes condições e, no geral, os resultados mostraram redução na deriva de 50% para 90% com a assistência de ar comparada à pulverização convencional (PICHE et al., 2000).

A utilização de pulverizadores dotados de assistência de ar é um fator importante na melhoria da aplicação de produtos fitossanitários, uma vez que eles podem reduzir a taxa de aplicação, aumentando a capacidade operacional do equipamento (STEVENSON e JAMES, 1997; LEONARD et al., 2000).

A pulverização assistida por ar associada à eletrostática empregando gotas menores podem aumentar a deposição e reduzir a quantidade de produtos fitossanitários utilizados em até 50% (LAW, 1983; LAW e LANE, 1982). A força da carga no espaço e a força resultante da imagem da pulverização carregada eletricamente dirigem as gotas carregadas em direção às culturas alvo no qual as gotas podem alcançar a face abaxial das folhas mais efetivamente que os métodos convencionais. Isto aumenta significativamente a deposição e reduz a quantidade de produtos fitossanitários (ZHAO et al., 2008).

A associação da assistência de ar e eletrificação das gotas pode melhorar a eficácia de controle dos agentes nocivos, reduzir as taxas de aplicação usualmente praticadas na floricultura, além de reduzir os riscos de contaminação por produtos fitossanitários ao aplicador e ambiente.

Para detectar o quanto de pulverização atinge o alvo, marcadores são utilizados em avaliações quantitativas nas superfícies-alvo naturais ou artificiais (CERQUEIRA-REZENDE et al., 2012). Yates e Akesson (1963) descreveram que a seleção de um produto para ser utilizado como marcador nessas avaliações deve possuir características, tais como: ser altamente sensível nas detecções; ter possibilidade de ser utilizado nas análises quantitativas, com rapidez; ser solúvel quando misturado à calda, com efeito físico mínimo na pulverização e evaporação das gotas; ter propriedades distintas para diferenciar de outras substâncias; ser estável, atóxico e ter custo moderado. Tais características foram ratificadas por Palladini et al. (2005) na seleção de marcadores em pulverização.

Diferentes métodos podem ser utilizados para a quantificação dos depósitos da pulverização, dentre eles a utilização do marcador corante alimentício Azul Brilhante e Rhodamina B. A metodologia que utiliza o marcador Azul Brilhante apresenta melhor coeficiente de extração em alvos naturais, podendo-se utilizar das próprias folhas da cultura em estudo para avaliação dos depósitos da pulverização. Já o uso do marcador Rhodamina B apresenta melhor coeficiente de extração da pulverização em alvos artificiais, o que facilita a detecção da quantidade dos depósitos em diferentes partes da planta bem como nas diferentes superfícies da folha, o que não é viável para o marcador Azul Brilhante em alvos naturais (CERQUEIRA-REZENDE et al., 2012).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos sob cultivo protegido na empresa Steltenpool Flores e Frutas, com sede em Holambra II, município de Paranapanema, SP.

Experimento 1 - Avaliação da cobertura e depósitos da pulverização convencional em comparação à pulverização eletrostática associada à assistência de ar.

O experimento 1 foi realizado entre os meses de setembro a dezembro de 2011. Plantas de crisântemo de corte, *Dendranthema grandiflora*, da cultivar Reagan foram conduzidas até 1,0 m de altura, sendo 0,80 m o padrão de corte das hastes para a comercialização, da extremidade superior da planta em relação à base, garantindo maior sanidade ao material vegetal. A condução das plantas até 1,0 m de altura foi necessária para representar a etapa de desenvolvimento mais crítica à realização do tratamento fitossanitário. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro tecnologias de aplicação: 1. Convencional com ponta de duplo jato plano modelo TwinJet, TJ 8003; 2. Convencional, com ponta de jato cônico vazio TXVK-3; 3. Pulverizador semi-estacionário motorizado de jato lançado marca ESS, modelo MBP provido de carga elétrica e assistência de ar e; 4. O mesmo equipamento somente com a assistência de ar (sem eletrostática). A velocidade de deslocamento do

aplicador foi medida com o auxílio de um cronômetro, e o volume de pulverização do equipamento variou com a vazão de cada ponta.

Os equipamentos e características técnicas dos respectivos tratamentos são descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos, características técnicas e operacionais utilizados nos ensaios de deposição da pulverização e eficiência de controle do ácaro-rajado.

Tratamentos	Ponta de pulverização	Tamanho de gotas (μm) (DMV) ^a	Pressão de trabalho (kPa)	Volume de aplicação (L ha^{-1}) [*]
1. Convencional TJ8003	TJ 8003	136	600	800
2. Convencional TXVK-3	TXVK-3	123	1000	110
3. Eletrostática + Assistência de ar	Bocal eletrostático + Ar	40	862,5 ^{**}	40
4. Assistência de ar	Bocal ar	40	862,5 ^{**}	40

^a Valores fornecidos pelos fabricantes

^{*} A velocidade de deslocamento em todos os tratamentos foi $3,6 \text{ km h}^{-1}$

^{**} A vazão de equipamento é fixa em $9,5 \text{ L h}^{-1}$

Os equipamentos utilizados nos ensaios podem ser visualizados na Figura 1.



Figura 1. A) Pulverização com barra convencional (tratamentos 1 e 2); B) Pulverização com pulverizador semi-estacionário motorizado de jato lançado marca ESS, modelo MBP (tratamentos 3 e 4).

O equipamento semi-estacionário motorizado de jato lançado, marca ESS, modelo MBP, é provido de uma lança manual com um bocal eletrostático, processo de carga por indução com eletrificação indireta, onde o líquido é mantido aterrado, com voltagem igual a zero (Figura 2). A tensão do sistema é de 1 kV e a bateria recarregável contida na pistola é de 9 Volts (V). A vazão do equipamento é fixa, 9,5 L/h, o tamanho de gota é de 40 micrometros e a relação carga/ massa é de 5,3 $\mu\text{C/g}$.

A deposição das gotas carregadas eletricamente sobre superfícies foliar adaxial e abaxial são influenciadas pelos parâmetros voltagem da pulverização com carga (sistema), velocidade de aplicação (operacional), orientação e altura do alvo (MASKI e DURAIRAJ, 2010). Os autores relataram que a velocidade média de aplicação com a maior voltagem utilizada pelo sistema foi ótima para a deposição adaxial e abaxial, e que esses fatores podem ser considerados chaves para obter a deposição desejável sobre os alvos.

A velocidade do ar foi medida com um anemômetro, nas distâncias de 0,25; 0,50; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 m da saída no bocal, em duas rotações do equipamento (média e máxima) e em três repetições para cada distância medida. As medições foram feitas em ambiente com controle de temperatura ($26 \pm 2^\circ\text{C}$).



Figura 2. Foto Ilustrativa. A) Equipamento semiestacionário motorizado de jato lançado, marca ESS, modelo MBP. B) Detalhe do bocal eletrostático (ESS, 2011).

O uso do equipamento com eletrificação das gotas associado à assistência de ar nesse experimento se deve à dificuldade de penetração da pulverização convencional (sem carga elétrica) no dossel da cultura de crisântemo (até 90 plantas por metro quadrado), conforme anteriormente detectado (SERRA et al., 2008).

A seleção da ponta de pulverização TXVK-3 se deve a obtenção de melhor cobertura da pulverização (maior densidade de gotas) em teste prévio realizado por Serra et al. (2008). Já a seleção da ponta de pulverização TwinJet TJ 8003 se deve ao mesmo padrão de tamanho das gotas produzidas pela ponta TXVK-3, nas condições de trabalho, e por ser utilizada pela empresa Steltenpool em suas pulverizações convencionais.

A unidade experimental (parcela) apresentou as dimensões de 1,20 x 6,0 m (largura x comprimento) para o experimento de deposição e cobertura da pulverização. Foram selecionadas plantas da parte central das parcelas (0,60 x 4,0 m), totalizando 2,4 m² de área útil por parcela.

Para avaliação da deposição da pulverização nas plantas foram escolhidas ao acaso 10 plantas por repetição. Em cada uma das plantas foram coletadas duas folhas da parte superior, duas da parte mediana e duas da parte inferior da planta, sendo considerados 0,75 m de altura da planta a parte superior; 0,50 m a parte média e 0,25 m a inferior. Foram então coletadas 10 amostras (20 folhas) na parte superior, 10 amostras na parte mediana e 10 amostras na parte inferior, totalizando respectivamente 30 amostras por repetição e 180 por tratamento. Para a quantificação dos depósitos da pulverização foi utilizado o marcador Corante Azul FCF, (Duas Rodas Industrial), catalogado internacionalmente pela “Food, Drugs & Cosmetic” como FD&C Blue n.1 na concentração de 1,5 g L⁻¹.

A pulverização foi realizada com o equipamento ESS, modelo MBP, iniciando a 1,0 m de distância antes do conjunto de plantas com o bocal mantido a 0,20 m de altura, paralelo e inclinado, em relação ao dossel de plantas, visando maior uniformidade da aplicação. Para aplicação convencional, a barra de pulverização foi mantida a 0,5 m da extremidade das plantas.

A velocidade de deslocamento do aplicador foi medida com o auxílio de um cronômetro na lateral da maior dimensão da parcela. As taxas de aplicação foram de 40 L ha⁻¹ com o equipamento eletrostático; 110 L ha⁻¹ com o equipamento convencional equipado com a

ponta TXVK-3, e de 800 L ha⁻¹ com a ponta TwinJet TJ 8003 (equipado com 5 pontas na barra de pulverização, espaçadas em 0,40 m).

No momento da aplicação a temperatura média do ambiente foi de 36,7 °C, no dossel da planta de 31,6 °C e a umidade relativa do ar de 57,6%, medidas por termohigrômetro digital. A pulverização foi realizada em um único dia. As folhas (amostras da deposição da pulverização) foram coletadas individualmente e colocadas dentro de um saco plástico e mantidas sob isolamento térmico (isopor) até a lavagem das mesmas.

A metodologia utilizada para a extração e análise foi idêntica àquela descrita por Palladini et al. (2005) e Cerqueira-Rezende et al. (2012).

Em cada saco plástico foi colocado 50 mL de água destilada deionizada, procedendo-se a agitação por 30 segundos visando à extração do corante marcador das folhas. As soluções provenientes da lavagem das folhas foram acondicionadas em frascos plásticos e mantidas sob refrigeração (8±3°C) no laboratório até a leitura dessas amostras por espectrofotometria.

Posteriormente à extração do marcador, fez-se a medição da área foliar de cada folha em medidor de área foliar de bancada, marca LICOR modelo LI 3100. A área foliar de cada folha foi utilizada para encontrar a quantidade do marcador capturado pelo alvo por centímetro quadrado de área.

As leituras (absorbância) das amostras foram realizadas em espectrofotômetro Shimadzu UV VIS 1601 PC, equipado com filtro no comprimento de onda de 630 nanômetros (nm).

Para obtenção dos valores dos depósitos do corante marcador, foi construída a curva padrão de linearidade com a mesma calda aplicada sobre as plantas de crisântemo. A faixa de linearidade da leitura da absorbância foi obtida com as concentrações de 0,15; 0,3; 0,6; 1,25; 2,5; 5,0; 10,0; 20 e 40 mg L⁻¹. A curva de calibração foi estabelecida e devidamente ajustada por meio de regressão linear. Como a taxa de aplicação não foi igual para os respectivos tratamentos, diferentes doses do corante Azul Brillhante foram pulverizadas por área (hectare) considerando a concentração desse marcador na calda equivalente a 1,5 g L⁻¹. Desta forma, utilizou-se um fator de correção e os valores dos resíduos encontrados foram transformados para um volume equivalente a 800 L ha⁻¹ para serem comparados.

Os dados dos depósitos da pulverização foram submetidos a análise de variância pelo teste F ($P < 0,05$) com os tratamentos distribuídos no esquema fatorial 4 x 3 (4 tecnologias x 3 posições na planta) e as médias dos valores dos depósitos comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Para avaliação da cobertura da pulverização nas folhas, primeiramente foi realizado um teste prévio para adequação da metodologia a campo. Para tanto, foram escolhidas duas plantas ao acaso por repetição, onde foram fixados seis papéis hidrossensíveis nas dimensões de 38 x 26 mm, dois na parte superior, dois na parte média e dois na parte inferior das plantas, dos quais um foi colocado na superfície adaxial e o outro na superfície abaxial de cada folha, somando 72 amostras por tratamento. A pulverização foi realizada nas mesmas condições citadas acima. Os papéis foram coletados cuidadosamente e acondicionados em caixas de alumínio. As imagens dos papéis hidrossensíveis foram digitalizadas a 600 dpi e, a seguir, arquivadas para análise, por contraste de cor, da cobertura da pulverização.

Experimento 2 - Deposição da pulverização nas superfícies das folhas, adaxial e abaxial, e em diferentes partes da planta do crisântemo com o corante marcador Rhodamina B.

O segundo experimento foi realizado para que a avaliação da deposição da pulverização fosse quantificada nos diferentes terços da planta e também nas diferentes superfícies foliar. O corante Azul Brillante não apresenta bom coeficiente de extração em alvos artificiais. Para quantificação dos depósitos da pulverização nas diferentes superfícies da folha um alvo artificial é requerido, por isso adotou-se a metodologia descrita por Ferracini et al. (2004) e Cerqueira-Rezende et. al (2012), com o corante marcador Rhodamina B.

Plantas de crisântemo de corte, *Dendranthema grandiflora*, da cultivar Reagan foram conduzidas até 1,0 m de altura, pela necessidade em atender a altura padrão de corte das hastes para a comercialização, da extremidade superior da planta em relação à base (0,80m), garantindo maior sanidade ao material vegetal, bem como maior dificuldade para o controle fitossanitário nesse estágio de desenvolvimento da cultura. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos e cinco repetições, sendo cada

repetição representada por dez plantas. Em cada uma das plantas foram colocados papéis do tipo mata-borrão (alvo artificial) com as dimensões 1,5 x 2,0 cm na superfície abaxial e adaxial dos folíolos em três posições da planta: terço inferior, médio e superior, num total de seis papéis por planta.

Os tratamentos foram constituídos por quatro tecnologias de aplicação: Convencional, com ponta de duplo jato plano TwinJet TJ 8003; Convencional, com ponta de jato cônico vazio TXVK-3; Pulverizador semi-estacionário motorizado de jato lançado marca ESS, modelo MBP provido de carga elétrica e assistência de ar e o mesmo equipamento somente com a assistência de ar (sem eletrostática).

A área útil das parcelas foram idênticas àquelas do Experimento 1. A calda de pulverização foi preparada com o corante Rhodamina B, na concentração de 0,05 g L⁻¹ d'água.

Os papéis do tipo mata-borrão foram coletados, com separação das folhas e superfície foliar, na mesma parte da planta. Em seguida, encaminhados ao Laboratório de Tecnologia de Aplicação da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, e separados em seis lotes (terço inferior da planta- sup. adaxial da folha, terço inferior da planta- sup. abaxial da folha; terço médio da planta- sup. adaxial da folha, terço médio da planta- sup. abaxial da folha; terço superior da planta- sup. adaxial da folha, terço superior da planta- sup. abaxial da folha) colocados em frascos âmbar recebendo a adição de 50 ml de solução extratora constituída de água destilada + 0,2% de Tween 80 (polioxietilensorbitano monooleato). Os frascos com a solução extratora foram colocados em agitador rotativo a 150 rpm por 15 minutos e em seguida deixado em repouso. Após 10 minutos de repouso, retirou-se 4 ml de solução extratora e colocou-se em cubeta para realização da leitura da concentração da Rhodamina B no fluorômetro com filtro de excitação NB 540 e filtro de emissão SC 585.

Para a calibração do fluorômetro foram preparadas 4 repetições das soluções do marcador Rhodamina B nas respectivas concentrações: 0, 10, 25, 50, 75 e 100 µg L⁻¹. Os valores da leitura da concentração do marcador possibilitaram determinar a precisão do método analítico. Como a taxa de aplicação não foi igual para os respectivos tratamentos, diferentes doses do corante Rhodamina B foram pulverizadas por área (hectare) considerando a concentração desse marcador na calda equivalente a 0,05 g L⁻¹. Desta forma, os valores dos

resíduos encontrados foram transformados para um volume equivalente a 800 L ha⁻¹ para serem comparados.

Os dados da deposição foram submetidos a análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$), com os tratamentos distribuídos no esquema fatorial com interação tripla 4 x 3 x 2 (4 tratamentos x 3 posições na planta x 2 superfícies da folha). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste t ($p < 0,05$).

Experimento 3 - Avaliação da eficiência dos equipamentos no controle do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* em crisântemo.

O experimento 3 foi realizado entre os meses de março e maio de 2012, e conduzido em dois locais diferentes dentro da mesma casa de vegetação. O delineamento utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados (DIC), com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo cada repetição representada por uma folha posicionada no terço médio e no terço superior de dez plantas em cada parcela escolhidas ao acaso. As parcelas foram constituídas pelas seguintes dimensões: 9,0 x 1,2 m (comprimento x largura) com área útil de 2,8 m² (7,0 x 0,40 m). Os tratamentos foram estabelecidos em função do método de pulverização e idênticos aos utilizados nos Experimentos 1 e 2, para pulverização do produto clorfenapir visando o controle do ácaro-rajado, além da inclusão do tratamento testemunha onde não foi realizada a pulverização.

A avaliação prévia da população do acarino foi realizada através da contagem do número de ácaros vivos (ninfas e adultos) por folha em folhas localizadas no terço inferior, médio e superior da planta, com auxílio de uma lupa de bolso (aumento de 10 vezes). As pulverizações para o controle do ácaro foram realizadas a partir de constatação de um ácaro/folha (nível de controle) em amostragens por toda a planta (GALLO et al., 2002).

As aplicações com o acaricida (utilizado pela empresa) foram realizadas utilizando-se o mesmo procedimento do experimento de avaliação da deposição da pulverização. A dosagem foi definida de acordo com a recomendação do fabricante do produto fitossanitário Pirate® (50 mL de clorfenapir por 100 L de água).

As avaliações da população do acarino foram com um dia e aos quatro e sete dias após a pulverização, onde foram feitas as contagens do número de ácaros por folha nos terços médio e superior da planta. Uma segunda aplicação do acaricida foi realizada sete dias após a primeira aplicação devido à alta população de acarinos na área, visando melhor controle da praga.

Os dados referentes à população de ácaros da avaliação prévia foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) para verificação da homogeneidade da população entre as parcelas experimentais. Como o teste foi significativo, os dados foram submetidos a análise de covariância ($p < 0,05$) para o ajuste do número de ácaros em relação à prévia. Para comparação das tecnologias, os resultados foram submetidos a análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$), com os tratamentos distribuídos no esquema fatorial 5×2 (5 tratamentos \times 2 posições na planta). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey ($p < 0,05$). A eficiência média dos tratamentos foi calculada pela fórmula de Handerson & Tilton (1955). A ausência de homogeneidade nas parcelas experimentais também justifica a utilização da fórmula de Handerson & Tilton.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1 - Avaliação da cobertura e depósitos da pulverização convencional em comparação à pulverização eletrostática combinada à assistência de ar.

A Curva de calibração com o uso do marcador Azul Brilhante foi representada pela equação linear ajustada ($R^2 = 0,998$). É importante ressaltar que a utilização do marcador Azul Brilhante possibilita fazer a quantificação dos depósitos da pulverização nos diferentes terços da planta, não sendo possível nesse trabalho mensurar separadamente o quanto da pulverização atingiu a superfície adaxial e abaxial das folhas, nos respectivos terços da planta, pela lavagem de ambas as superfícies foliares serem feitas simultaneamente. No entanto o uso desse marcador tem sido bastante apropriado para avaliações quantitativas da pulverização, em alvos naturais, por apresentar elevado coeficiente de extração (CERQUEIRA-REZENDE et al., 2012).

Os valores médios da velocidade do ar do equipamento ESS, medidos nas respectivas rotações do equipamento e distâncias, a partir da saída do ar são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Velocidade média do ar, medida nas rotações média e máxima, e em diferentes distâncias a partir da saída de ar do equipamento ESS.

Distância da saída de ar (m)	Velocidade do ar (km h ⁻¹)	
	Rotação média	Rotação máxima
0,25	50,0	91,7
0,50	24,0	33,6
1,0	16,0	24,2
1,5	13,0	16,3
2,0	8,0	13,5
2,5	6,0	12,3
3,0	5,0	9,7

Pelo teste prévio realizado para a avaliação da cobertura da pulverização comparando os diferentes tratamentos com o uso de papéis hidrossensíveis, constatou-se que esses alvos artificiais fixados na parte inferior das plantas foram afetados pela umidade proveniente da parte inferior dos canteiros, provavelmente devido à grande quantidade de plantas por m² de área. Devido a esse fato não se pode afirmar se a pulverização atingiu a parte baixa da planta ou se o resultado foi devido à umidade constatada no canteiro.

Os valores médios dos depósitos da pulverização com o corante marcador Azul Brilhante, para os respectivos tratamentos podem ser observados na Tabela 3. Houve diferença entre os depósitos da pulverização, entre os equipamentos testados e entre as partes da planta. Como a interação foi significativa, a deposição nas diferentes partes da planta varia significativamente com o equipamento. No tratamento convencional utilizado pela empresa, barra equipada com cinco pontas de pulverização TwinJet TJ 8003, a maior quantidade de depósito da pulverização foi detectada no terço médio da planta. Durante a pulverização observou-se com essa tecnologia que grande quantidade de calda pulverizada escorreu pelas folhas (devido ao volume de calda de 800L ha⁻¹), depositando-se no terço médio das plantas. Essa tecnologia comparada às demais permitiu que grande quantidade dos depósitos da pulverização (1,23 µL cm⁻²) atingisse a parte inferior da planta (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios dos depósitos do marcador Azul Brilhante ($\mu\text{L cm}^{-2}$) \pm DP em folhas de crisântemo com diferentes tecnologias de pulverização. Paranapanema, SP, 2011.

Tratamentos	Parte da planta		
	Superior	Médio	Inferior
1- Convencional/ ponta TwinJet 8003	1,44 \pm 0,27 a B	2,10 \pm 0,46 a A	1,23 \pm 0,57 a B
2- Convencional/ ponta TXVK-3	1,30 \pm 0,27 ab A	1,16 \pm 0,21b A	0,60 \pm 0,20 b B
3- MBP/ Eletrostática + Assistência de Ar	1,10 \pm 0,51 ab A	1,06 \pm 0,75 b A	0,59 \pm 0,16 b B
4- MBP/ Assistência de Ar	1,06 \pm 0,13 b A	0,96 \pm 0,22 b A	0,91 \pm 0,15 ab A

F tratamento= 23.030*; $p < 0,0001$

F parte da planta=26.201*; $p < 0,0001$

F tratamento x parte da planta = 5.263; $p = 0,0003$

Médias seguidas pelas mesmas letras, minúscula na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade ($P > 0,05$).

Já com a ponta de pulverização TXVK-3 e menor taxa de pulverização (110L ha^{-1}), as quantidades dos depósitos da pulverização não diferiram entre a parte superior e mediana da planta, porém foram significativamente superiores aos obtidos na parte inferior da planta, a qual recebeu quantidade menor da pulverização (Tabela 3).

A utilização do equipamento semi-estacionário eletrostático assistido por ar, marca EES, modelo MBP, apresentou resultados estatisticamente iguais ao tratamento 2 (convencional com a ponta TXVK-3), porém o uso da assistência de ar associada à eletrostática se justifica pelo fato de utilizar menor volume de calda (40 L ha^{-1}) comparativamente ao tratamento 2 (Tabela 3). Em trabalhos realizados por pesquisadores da Embrapa, gotas sem carga apresentaram uma eficiência de deposição de 18% de um produto marcador, no entanto, quando estas estavam carregadas eletricamente, aumentaram significativamente a deposição para 62% do total do marcador aplicado (CHAIM et al., 2002). Na utilização somente da assistência de ar no equipamento (tratamento 4), determinada pela

retirada da bateria que é responsável pela transferência de carga elétrica às gotas de pulverização, foi constatada maior homogeneidade na distribuição vertical pulverização no dossel. Em relação ao tratamento 1, a deposição na parte inferior da planta foi semelhante, mesmo se utilizando um volume 16 vezes menor (Tabela 3). Western et al. (1994) relataram que o uso da assistência de ar reduziu a deriva da pulverização com gotas pequenas em 93%, sugerindo que maior quantidade da pulverização atingiu o alvo. Esses autores também apresentaram resultados que corroboram com as pesquisas pioneiras apresentadas por Hislop et al. (1983) e Cooke et al. (1986), os quais relatam que o uso de eletrostática tem o potencial de melhorar, ou no mínimo manter os níveis de depósitos da pulverização, contribuindo para redução do volume de pulverização e conseqüentemente a redução da quantidade de produtos fitossanitários empregados em algumas culturas.

No terço médio da planta, a tecnologia 1 proporcionou melhor resultado, e as outras tecnologias não diferiram entre si. Para a parte superior da planta, observa-se que a utilização das tecnologias 2, 3 e 4 se tornam adequadas por utilizar quantidades de caldas inferiores à tecnologia 1, a qual visualmente causa grande desperdício de calda (Tabela 3).

Serra (2012), avaliando o desempenho de diferentes tecnologias de pulverização: assistida por ar, assistida por ar e associada à gota eletricamente carregada e convencional (sem ar e sem carga elétrica) no tratamento fitossanitário da cultura do algodoeiro em dois estádios de desenvolvimento da cultura, quanto a qualidade da deposição e cobertura da pulverização e produtividade da cultura semeada em espaçamento convencional e adensada concluiu que a transferência de carga elétrica às gotas quando associado à assistência de ar promove maiores depósitos em ambos os sistemas de condução da cultura do algodoeiro (convencional e adensado), nas diferentes partes da planta, mas principalmente na base da planta. Também constatou que o efeito da pulverização no controle das pragas se mostrou eficiente no sistema eletrostático combinado à assistência por ar para algumas pragas, principalmente quando aplicado o volume de 100L ha^{-1} e com estádio de desenvolvimento da planta mais avançado.

Sabe-se que volumes tradicionalmente altos são utilizados no tratamento fitossanitário da cultura do crisântemo, a exemplo do praticado pela empresa em que os ensaios foram conduzidos. Assim, as tecnologias 3 e 4 se apresentam como alternativa para que volumes

altos (800 L ha^{-1}) sejam reduzidos atingindo-se resultados satisfatórios, gerando custos menores de produtos e tratamentos e menor desperdício ao meio ambiente.

Experimento 2 - Deposição da pulverização nas superfícies das folhas, adaxial e abaxial, e em diferentes partes da planta do crisântemo com o corante marcador Rhodamina B.

A Curva de calibração com o uso do marcador Rhodamina B foi representada pela equação linear ajustada ($R^2 = 0,9991$). A seleção e a confiabilidade dos métodos de análise quantitativa dos depósitos da pulverização dependem da natureza do alvo e da substância marcadora e da interação alvo-marcador. É nesse contexto que o marcador Rhodamina B é recomendado para avaliação quantitativa da pulverização em alvos artificiais, apresentando um coeficiente de extração de 93% (CERQUEIRA-REZENDE et al., 2012).

Quando avaliada a deposição da pulverização com o equipamento ESS, os tratamentos 3 e 4 apresentaram valores significativos comparados aos demais tratamentos, nos coletores colocados na superfície adaxial da folha na parte superior da planta. Nas demais interações parte da planta x superfície da folha não foi observada nenhuma diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 4).

Quando se compara a mesma superfície da folha entre as diferentes partes na planta observou-se que para a superfície adaxial da folha, somente na parte superior da planta foi encontrada diferença significativa na quantidade de depósitos da pulverização, sendo maiores nos tratamentos 3 e 4. Já para a superfície abaxial da folha somente o tratamento 3 apresentou depósito significativamente maior na parte superior da planta (Tabela 4).

Analisando cada parte da planta separadamente, observou-se que todos os tratamentos apresentaram maior quantidade de depósitos na superfície adaxial da folha comparados à superfície abaxial da folha, na parte superior da planta. No terço médio da planta somente os tratamentos 3 e 4 diferiram dos demais, com maiores depósitos na superfície abaxial da folha em comparação com a superfície adaxial, apresentando ambos deposição média de $0,76 \mu\text{g cm}^2$. Já na parte inferior da planta todos os depósitos foram iguais na comparação entre superfície adaxial e abaxial da folha (Tabela 4).

O uso da tecnologia com o pulverizador semi-estacionário marca ESS, modelo MBP

(eletrostática e assistência de ar) se mostrou eficiente, visto que as maiores quantidades dos depósitos foram encontradas no tratamento 3. É importante observar que havendo a captura de uma maior quantidade de depósitos no terço médio da planta (Tabela 4) espera-se obter melhor controle de doenças e pragas, visto que a maioria delas se inicia na parte baixa da planta.

Tabela 4. Valores médios de depósito do corante Rhodamina B ($\mu\text{g cm}^{-2}$) \pm DP no alvo artificial, papel mata-borrão, para tratamento x parte da planta x superfície da folha *

Tratamentos	Parte superior da planta			Parte mediana da planta			Parte inferior da planta		
	Superfície adaxial da folha	Superfície abaxial da folha	Superfície abaxial da folha	Superfície adaxial da folha	Superfície abaxial da folha	Superfície abaxial da folha	Superfície adaxial da folha	Superfície abaxial da folha	
1- Convencional/ ponta TwinJet 8003	0,069 \pm 0,009 a B β	0,021 \pm 0,009a A α	0,006 \pm 0,008a AB α	0,036 \pm 0,001a A α	0,012 \pm 0,004a A α	0,005 \pm 0,003a A α			
2- Convencional/ ponta TXVK-3	0,0942 \pm 0,011a A β	0,036 \pm 0,005a A α	0,0218 \pm 0,009a A α	0,061 \pm 0,001a A α	0,041 \pm 0,004a A α	0,035 \pm 0,008a A α			
3- MBP/ Eletrostática + Assistência de Ar	0,272 \pm 0,024c B β	0,1073 \pm 0,006 b B α	0,027 \pm 0,017a A β	0,079 \pm 0,004a A α	0,030 \pm 0,006a A α	0,028 \pm 0,004a A α			
4- MBP/ Assistência de Ar	0,167 \pm 0,021b B β	0,065 \pm 0,006 ab A α	0,030 \pm 0,019a A β	0,084 \pm 0,006a A α	0,042 \pm 0,006a A α	0,023 \pm 0,003a A α			
F tratamento= 17,02*; $p < 0,0001$									
F parte da planta = 44,21* ; $p < 0,0001$									
F Superfície da folha = 50,84* ; $p < 0,0001$									
F tratamento x Parte da planta x Superfície da folha = 1,03 ^{NS} ; $p = 4079$									

*Letras minúsculas comparam tecnologias em cada parte da planta e superfície da folha; letras maiúsculas comparam a mesma superfície da folha entre as diferentes partes da planta; letras gregas comparam as diferentes superfícies da folha dentro de cada parte da planta. Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Experimento 3 - Avaliação da eficiência dos equipamentos no controle do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* em crisântemo.

Devido à baixa população ou até mesmo inexistência de ácaro no terço inferior da planta não se avaliou essa parte da planta após as aplicações.

Apesar de a testemunha ter apresentado número significativamente menor de ácaros que os demais tratamentos, o que evidencia distribuição irregular da população de ácaros nos respectivos tratamentos, o enfoque foi dado nas diferenças de controle entre tratamentos com aplicação do produto fitossanitário (Tabelas 5 a 8).

Na primeira aplicação de clorfenapir sobre as plantas de crisântemo de corte no experimento A observou-se que somente aos 4 dias após a 1ª aplicação, o tratamento 3 apresentou número de ácaros significativamente menor no terço médio da planta (5,55), e aos 7 dias após a aplicação, os tratamentos 3 e 4 também apresentaram número de ácaros inferiores aos demais tratamentos acaricidas no terço médio da planta (Tabela 5). No experimento B, foi observado menor número de ácaros nos terços médio e superior da planta para os tratamentos 3 e 4 aos 4 e 7 dias após a primeira aplicação do produto fitossanitário para controle do ácaro-rajado (Tabela 7).

O controle de ácaros no terço médio da planta não foi constatado pelos tratamentos 1 e 2 em ambos experimentos (A e B), visto que o número de ácaros encontrados na prévia do experimento para esses tratamentos foi extremamente menor do que o número de ácaro encontrados nas avaliações de 1, 4 e 7 DAP (Tabelas 5 e 7). No tratamento 3 o número de ácaros nas avaliações de 1, 4 e 7 DAP diminuiu gradativamente, saindo de 11 para 5,59 ácaros por cm² (49,2 % de redução) no terço médio da planta e de 18,75 para 7,77 ácaros por cm² (58,6 % de redução) no terço superior da planta, para o experimento A (Tabela 5).

No geral, pode-se inferir que os tratamentos 3 e 4 mantiveram a população do ácaro-rajado nos mesmos níveis encontrados na prévia, não havendo diminuição ou aumento do número desse acarino, o que mostra um ótimo resultado em relação as outras tecnologias (Tabelas 5 e 7). Supondo que houve controle do crescimento populacional da praga, conseqüentemente pode ter havido menores danos ao produto final de comercialização.

Entre as diferentes partes da planta, dentro de cada dia após a primeira aplicação, não foi observado diferença significativa entre os tratamentos no experimento A (Tabela 5). Já para o experimento B, houve diferença somente aos 7 dias após aplicação, para o tratamento 1, onde o terço superior da planta apresentou número de ácaros superior ao terço médio da planta (Tabela 7).

Após a segunda aplicação do produto fitossanitário do experimento A, observou-se que no tratamento 3, aos 4 dias após aplicação no terço médio da planta, o número de ácaros foi menor em relação aos demais. Já aos 7 dias após a aplicação, os tratamentos 1 e 3 apresentam menores números de ácaros no terço superior da planta (Tabela 6).

Para o experimento A, após a 2ª aplicação, o tratamento 1 apresentou diminuição no número de ácaros, saindo de 17 para 4,93 ácaros por cm² (71% de redução) no terço médio da planta (Tabela 6). Os tratamentos 2 e 3 mantiveram a população de ácaros no mesmo nível ao obtido na prévia, nos terços médio e superior da planta, enquanto que o tratamento 4 mostrou maior eficiência no controle da praga com 1 e 4 dias após aplicação (Tabela 6).

Para o experimento B, após a 2ª aplicação, os tratamentos 1 e 2 apresentaram diminuição no número de ácaros, no terço superior e médio da planta, respectivamente. Os tratamentos 3 e 4 não apresentaram diferença significativa após aplicação, o que também permite inferir que não houve aumento populacional da praga e, conseqüentemente aumento nos danos ao produto final de comercialização (Tabela 8).

A eficiência do produto não correspondeu às expectativas, provavelmente devido à problemas de resistência. Deve-se ressaltar que o uso desse produto fitossanitário para o controle do ácaro-rajado na cultura do crisântemo de corte é importante por aproximar da realidade do produtor. A partir disso, o controle não foi alcançado como se desejava, porém observou-se redução na população do ácaro-rajado (Tabelas 5, 6, 7 e 8).

O controle do ácaro-rajado tem sido realizado com inseticida e acaricida (ZHANG, 2003). No entanto, devido ao curto ciclo de vida, abundante progênie e reprodução arrenótoca, ele é capaz de desenvolver resistência a esses compostos muito rapidamente. Segundo Leeuwen et al. (2010) 367 casos de resistência de *T. urticae* a 92 ingredientes ativos foram reportados, o que torna o seu controle um grande desafio. Herron e Rophail (2003) detectaram pela primeira vez resistência do ácaro-rajado a chlorfenapyr em pomar de nectarina na

Austrália. No Brasil, Sato et al. (2007) relataram problemas de resistência no controle desse acarino em diversas regiões, e as maiores frequências de resistência foram observadas para populações coletadas de crisântemo em Holambra (SP). Os resultados obtidos por Sato et al. (2000) permitem mencionar que existem populações de *T. urticae*, no Estado de São Paulo, em Paranapanema, na cultura do pessegueiro, com elevados níveis de resistência a alguns acaricidas, principalmente organofosforados.

Se o foco da questão não for resistência de ácaros aos produtos fitossanitários, mas a tecnologia de aplicação pode-se dizer que os resultados obtidos corroboram com aqueles de Olivet e Val (2008). Esses autores conduziram pesquisa em casa-de-vegetação na cultura do tomate e compararam um pulverizador convencional em alto (800 L ha^{-1}) e baixo (350 L ha^{-1}) volume, com pulverizador eletrostático (100 L ha^{-1}) visando o controle de mosca branca e concluíram que o tratamento com pulverização eletrostática alcançou alto nível de controle dessa praga, chegando ao fim do ciclo produtivo em excelente estado fitossanitário.

Na pulverização eletrostática de líquidos a presença de sedimentos próximos tem um grande efeito na trajetória das gotas carregadas eletricamente, e por isso, o posicionamento impróprio dos pulverizadores eletrostáticos pode reduzir os benefícios da pulverização (ZHAO et al., 2008).

Testes para avaliar a tecnologia de pulverização eletrostática têm sido conduzidos com vários tipos de equipamentos a campo e em laboratório. Os resultados dessas pesquisas têm mostrado aumento na deposição do alvo, bem como melhoria da distribuição espacial da pulverização na superfície das plantas, atribuíveis às forças eletrostáticas. Documentos sobre a eficiência dos depósitos da pulverização nos mostram que a metade da quantidade de ingrediente ativo por meio de pulverização eletrostática apresenta a mesma eficiência no controle de doenças e pragas quando comparado aos métodos convencionais. Adicionalmente, maior segurança do aplicador é alcançada devido à menor perda dos resíduos deslocáveis foliares em pulverizações com gotas carregadas eletricamente (LAW, 2001).

Tabela 5. Número de ácaros \pm DP para os diferentes tratamentos, nos terços médio e superior da planta com 1, 4 e 7 dias após a 1ª aplicação do experimento A. *

Tratamentos	Prévia			1 DAA			4DAA			7 DAA		
	Terço Médio	Terço superior	Terço médio	Terço superior	Terço médio	Terço superior	Terço médio	Terço superior	Terço médio	Terço superior	Terço superior	
1- Convencional/ ponta TwinJet 8003	2,50 \pm 0,5 ab A α	7,50 \pm 1,32ab A α	10,06 \pm 1,93a AB α	9,41 \pm 0,94a A α	11,55 \pm 2,58ab AB α	10,48 \pm 1,54a A α	18,37 \pm 0,91c B α	13,65 \pm 3,39a A α				
2- Convencional/ ponta TXVK-3	2,25 \pm 0,95ab A α	3,00 \pm 1,29a A α	7,95 \pm 2,24a AB α	6,70 \pm 0,65a AB α	18,74 \pm 2,72b B α	8,91 \pm 0,87a AB α	17,53 \pm 7,08bc B α	13,60 \pm 6,35a B α				
3- MBP/Eletrostática + Assistência de Ar	11,00 \pm 1,87b A α	18,75 \pm 1,25b A α	6,78 \pm 0,97a A α	10,32 \pm 1,52a A α	5,55 \pm 0,75a A α	8,89 \pm 0,25a A α	5,59 \pm 1,88ab A α	7,77 \pm 1,22a A α				
4- MBP/ Assistência de Ar	6,00 \pm 1,15ab A α	9,25 \pm 3,04ab A α	7,05 \pm 2,32a A α	4,26 \pm 1,11a A α	21,48 \pm 4,56b B α	14,42 \pm 2,00a A α	5,85 \pm 1,47ab A α	7,28 \pm 2,24a A α				
5- Testemunha	0,75 \pm 0,48a A α	2,25 \pm 1,44a A α	6,25 \pm 2,25a AB α	5,75 \pm 0,48a AB α	8,50 \pm 1,55ab B α	12,25 \pm 2,06 a B α	4,25 \pm 1,49a AB α	6,00 \pm 1,08a AB α				
F tratamento= 4,092 ^{NS} ; p= 0,0037												

F Parte da planta = 0.413^{NS}; p=0,5213

F DAA = 9.782* ; p<0,0001

F tratamento x Parte da planta x DAA = 0.420^{NS}; p = 0,9536

*Médias seguidas por letras iguais: minúsculas na coluna comparam os tratamentos em cada coluna; maiúsculas comparam a mesma parte da planta entre os diferentes dias após a aplicação para cada tratamento, e letras gregas comparam as diferentes partes da planta dentro do mesmo dia após aplicação para cada tratamento, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade (P > 0,05).

Tabela 6. Número de ácaros \pm DP para os diferentes tratamentos, nos terços médio e superior da planta com 1, 4 e 7 dias após a 2ª aplicação do experimento A. *

Tratamentos	Prévia			1 DAA			4DAA			7 DAA		
	Terço médio	Terço superior	Terço médio	Terço superior	Terço médio	Terço superior	Terço médio	Terço superior	Terço médio	Terço superior		
1- Convencional/ ponta TwinJet TJ 8003	17,00 \pm 0,71c B α	13,50 \pm 3,3a A α	5,75 \pm 1,49a A α	9,48 \pm 1,89a A α	9,03 \pm 1,9a AB α	5,72 \pm 0,76a A α	4,93 \pm 1,49a A α	6,62 \pm 0,87ab A α				
2- Convencional/ ponta TXVK-3	16,00 \pm 6,86bc A α	12,50 \pm 6,46aA α	6,74 \pm 0,75a A α	9,29 \pm 2,24 aA α	10,39 \pm 1,61a A α	9,37 \pm 0,65aA α	16,10 \pm 4,6b A α	14,56 \pm 1,08b A α				
3- MBP/ Eletrostática + Assistência de Ar	9,75 \pm 2,87abc A α	10,00 \pm 1,47a A α	6,25 \pm 1,55a A α	7,44 \pm 1,5a A α	3,00 \pm 0,51a A α	4,38 \pm 0,91a A α	4,11 \pm 0,66aA α	6,89 \pm 1,2ab A α				
4- MBP/ Assistência de Ar	6,75 \pm 1,89ab A α	7,50 \pm 2,1a AB α	5,00 \pm 0,41a A α	5,59 \pm 2,42a A α	6,33 \pm 1,16a A α	6,13 \pm 1,77a A α	8,38 \pm 1,87ab A α	16,54 \pm 2,26b B β				
5- Testemunha	4,25 \pm 1,49a A α	6,00 \pm 1,08a A α	4,50 \pm 1,44a A α	7,25 \pm 1,31a A α	8,75 \pm 1,49 a A α	10,00 \pm 1,29a A α	3,50 \pm 0,29a A α	4,25 \pm 0,85a A α				

F Tratamento= 6.678 *; $p < 0.0001$

F Parte da planta = 1.849 ^{NS}; $p=0.1762$

F DAA = 3.106 ^{NS}; $p = 0.0287$

F Tratamento x Parte da planta x DAA = 0.488 ^{NS}; $p = 0.9190$

*Médias seguidas por letras iguais: minúsculas na coluna comparam os tratamentos em cada coluna; maiúsculas comparam a mesma parte da planta entre os diferentes dias após a aplicação para cada tratamento, e letras gregas comparam as diferentes partes da planta dentro do mesmo dia após aplicação para cada tratamento, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade ($P > 0,05$).

Tabela 7. Número de ácaros \pm DP para os diferentes tratamentos, nos terços médio e superior da planta com 1, 4 e 7 dias após a 1ª aplicação do experimento B. *

Tratamentos	Prévia			1 DAA			4DAA			7 DAA		
	Terço Médio	Terço superior	Terço médio	Terço superior	Terço médio	Terço superior	Terço médio	Terço superior	Terço médio	Terço superior		
1- Convencional/ ponta TwinJet 8003	1,00 \pm 0,71a A α	6,25 \pm 1,1b A β	4,57 \pm 1,08a AB α	4,09 \pm 1,74a A α	7,37 \pm 1,32ab B α	7,41 \pm 1,74ab A α	7,71 \pm 0,831ab B α	16,74 \pm 4,03b B β				
2- Convencional/ ponta TXVK-3	2,00 \pm 1,08a A α	5,75 \pm 1,31abA β	3,18 \pm 0,438a A α	5,64 \pm 1,31a A α	14,69 \pm 1,85b B α	14,99 \pm 2,65b B α	10,51 \pm 3,26b B α	16,49 \pm 1,94b B α				
3- MBP/ Eletrostática + Assistência de Ar	2,50 \pm 1,19a A α	3,75 \pm 1,49ab A α	0,79 \pm 0,42a A α	1,82 \pm 0,36a A α	2,93 \pm 1,25a A α	4,80 \pm 1,05a A α	3,28 \pm 1,08ab A α	3,50 \pm 1,32a A α				
4- MBP/ Assistência de Ar	2,25 \pm 0,25a A α	4,75 \pm 1,44ab A α	4,08 \pm 0,25a A α	3,48 \pm 1,37a A α	2,77 \pm 0,17a A α	5,90 \pm 1,18a A α	2,77 \pm 1,26a A α	4,99 \pm 0,91a A α				
5- Testemunha	0,25 \pm 0,25a A α	0,75 \pm 0,25a A α	1,50 \pm 0,65a A α	2,50 \pm 0,87a AB α	6,75 \pm 2,10ab B α	7,00 \pm 1,29ab B α	3,25 \pm 1,93a AB α	5,00 \pm 2,42a AB α				

F Tratamento= 18.181* ; $p < 0.0001$

F Parte da planta = 18.668* ; $p < 0.0001$

F DAA = 22.900* ; $p < 0.0001$

F Tratamento x Parte da planta x DAA = 0.848 ^{NS} ; $p = 0.6015$

*Médias seguidas por letras iguais: minúsculas na coluna comparam os tratamentos em cada coluna; maiúsculas comparam a mesma parte da planta entre os diferentes dias após a aplicação para cada tratamento, e letras gregas comparam as diferentes partes da planta dentro do mesmo dia após aplicação para cada tratamento, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade ($P > 0,05$).

Tabela 8. Número de ácaros \pm DP para os diferentes tratamentos, nos terços médio e superior da planta com 1, 4 e 7 dias após a 2ª aplicação do experimento B. *

Tratamentos	Prévia			1 DAA			4DAA			7 DAA		
	Terço médio	Terço superior	Terço médio	Terço superior	Terço médio	Terço superior	Terço médio	Terço superior	Terço médio	Terço superior	Terço médio	Terço superior
1- Convencional/ ponta TwinJet 8003	7,75 \pm 0,85 ab A α	16,75 \pm 4,03 bB β	5,80 \pm 2,42a A α	6,22 \pm 1,42a A α	4,56 \pm 1,32a A α	6,00 \pm 1,6a A α	1,99 \pm 0,54a A α	5,73 \pm 2,34aA α				
2- Convencional/ ponta TXVK-3	10,50 \pm 3,28IbB α	16,50 \pm 1,94aA α	3,14 \pm 1,02a AB α	7,46 \pm 1,32 aA α	3,78 \pm 1,11a AB α	8,48 \pm 2,24aA α	1,68 \pm 0,89aA α	10,82 \pm 2,965a A β				
3- MBP/ Eletrostática + Assistência de Ar	3,25 \pm 1,03ab A α	3,50 \pm 1,32 a A α	2,06 \pm 0,48a A α	3,59 \pm 1,12a A α	1,67 \pm 0,33a A α	3,13 \pm 1,43a A α	2,50 \pm 0,66aA α	7,75 \pm 2,4a A α				
4- MBP/ Assistência de ℓ	2,25 \pm 1,25a A α	5,00 \pm 0,91a A α	4,25 \pm 0,91a A α	8,38 \pm 0,66a A α	2,79 \pm 1,01a A α	4,23 \pm 0,35a A α	5,55 \pm 1,61a A α	9,46 \pm 2,56a A α				
5- Testemunha	3,25 \pm 1,93ab A α	5,00 \pm 2,42 a A α	1,50 \pm 0,65 a A α	4,75 \pm 0,48 a A α	5,25 \pm 1,25 a A α	6,00 \pm 1,47 a A α	3,75 \pm 0,25 a A α	12,50 \pm 3,43 a A β				

F Tratamento = 5.133 NS ; $p = 0.0007$

F Parte da planta = 35.305 *; $p < 0.0001$

F DAA = 2.909 NS; $p = 0.0369$

F Tratamento x Parte da planta x DAA = 0.414 ^{NS}; $p = 0.9561$

*Médias seguidas por letras iguais: minúsculas na coluna comparam os tratamentos em cada coluna; maiúsculas comparam a mesma parte da planta entre os diferentes dias após a aplicação para cada tratamento, e letras gregas comparam as diferentes partes da planta dentro do mesmo dia após aplicação para cada tratamento, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade ($P > 0,05$).

A eficiência (%) média de controle de *T. urticae* na cultura do crisântemo de corte, após as aplicações do acaricida clorfenapir por diferentes tratamentos nos experimentos A e B pode ser visualizada nas Figuras 3 a 6.

Na primeira aplicação do produto fitossanitário (Experimento A) uma eficiência próxima de 90% foi alcançada no tratamento 3, e aos 4 dia após a aplicação do acaricida (Figura 3). Isso evidencia melhor nível de controle do ácaro-rajado com a tecnologia de pulverização eletrostática associada à assistência de ar. Quando o produto foi aplicado somente com a assistência de ar níveis menores de eficiência foram obtidos, porém superiores a 70%.

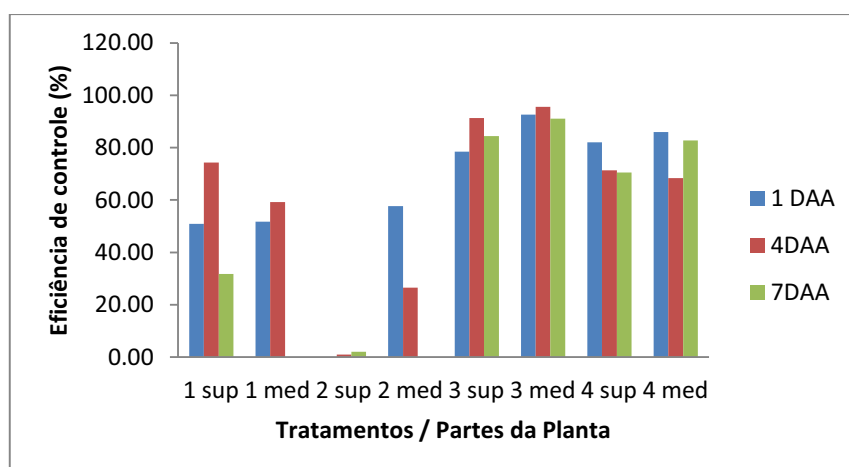


Figura 3. Eficiência (%) média de controle de *T. urticae* após a 1ª aplicação do acaricida clorfenapir – Experimento A, com diferentes tecnologias de aplicação nos terços superior e médio das plantas de crisântemo.

No geral, os tratamentos ao quarto dia após a segunda aplicação (Experimento A) apresentaram boas eficiências médias de controle, 70 e 75% respectivamente nas partes superior e mediana da planta (Figura 4).

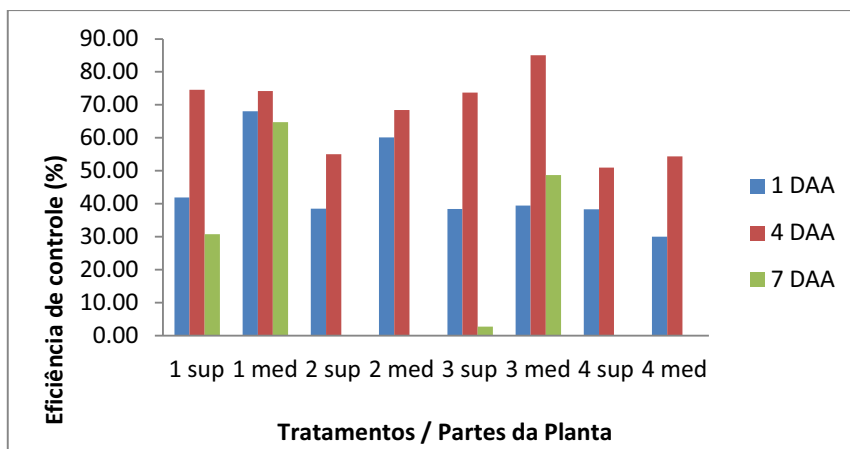


Figura 4. Eficiência (%) média de controle de *T. urticae* após a 2ª aplicação do acaricida clorfenapir – Experimento A, com diferentes tecnologias de aplicação nos terços superior e médio das plantas de crisântemo.

No Experimento B, também observou-se eficiências médias de controle superiores a, 80%, aos 4 dias após a aplicação nos tratamentos 3 e 4 (assistência de ar associada à eletrostática e somente assistência de ar, respectivamente) conforme mostrado na Figura 5.

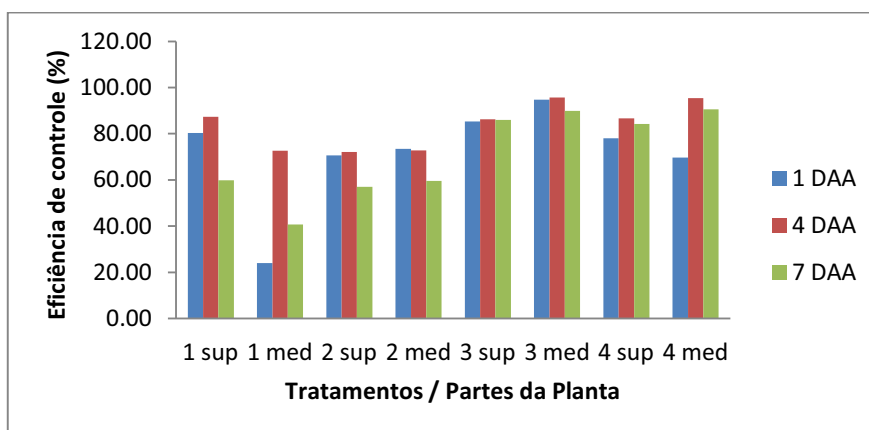


Figura 5. Eficiência (%) média de controle de *T. urticae* após a 1ª aplicação do acaricida clorfenapir – Experimento B, com diferentes tecnologias de aplicação nos terços superior e médio das plantas de crisântemo.

Após a segunda aplicação do experimento B, observou-se controle menos efetivo com 1 dia após a aplicação. Aos 4 dias após a aplicação o controle se manteve em média 55% em ambas partes da planta (Figura 6).

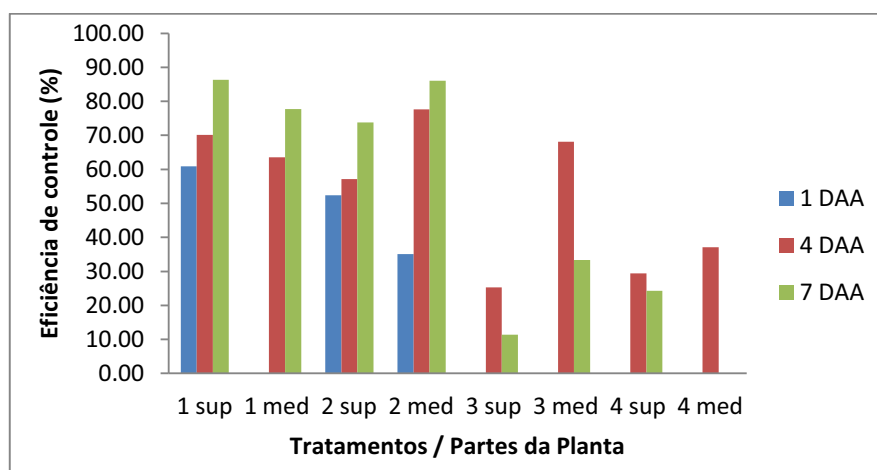


Figura 6. Eficiência (%) média de controle de *T. urticae* após a 2ª aplicação do acaricida clorfenapir – Experimento B, com diferentes tecnologias de aplicação nos terços superior e médio das plantas de crisântemo.

As flutuações populacionais do ácaro-rajado pode estar relacionada à condição ambiental favorável ao seu desenvolvimento e ao período relativamente curto para completar uma geração de ovo a adulto. Esses fatores, aliados à probabilidade de ocorrência de resistência ao acaricida clorfenapir podem ter influenciado a eficiência do controle desse ácaro-praga na cultura do crisântemo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sugere-se que para maior eficiência de controle do ácaro-rajado, seja feito um screening de acaricidas para detectar problemas de resistência na cultura do crisântemo e também rotação de produtos durante a condução dos experimentos. O controle da população de ácaros quando realizado no mesmo estádio de desenvolvimento da cultura comparado aqueles realizados nos experimentos de deposição da pulverização deve ser reavaliado, visto que a população de ácaros na área já estava alta, dificultando o controle com as tecnologias em teste. Também é oportuno considerar que em culturas de pequeno porte e pouco adensadas o uso de assistência de ar se torna menos adequado devido à deflexão do ar e, conseqüentemente a mudança na trajetória das gotas da pulverização para fora da área tratada.

O pulverizador semi-estacionário eletrostático com assistência de ar, marca ESS, modelo MBP, demonstrou boa eficiência de controle e deposição da pulverização. Porém, é um equipamento relativamente caro para pequenos produtores e não oferece conforto para o aplicador. Pequenos produtores improvisam um sistema de pulverização estacionário, utilizando-se de caixas d'água, com maiores capacidades de volume, para realizar as pulverizações em suas áreas de cultivo. Assim, durante a condução desse trabalho observou-se que o equipamento eletrostático com assistência de ar é bom, apresenta resultados significativos quanto ao volume e dose de aplicação, porém nem sempre o produtor considera essas vantagens e acaba por fazer a escolha do mais prático e mais barato, utilizando-se de

equipamentos convencionais que aplicam grandes quantidades de calda.

A associação da assistência de ar e eletrostática em pulverizadores costais e semi-estacionários é bastante promissora, especialmente na floricultura e olericultura, com taxas de aplicação menores aos volumes usualmente praticados em algumas culturas. Para culturas onde a penetração das gotas de pulverização não é fator limitante no controle de agentes nocivos às plantas com produtos de ação de contato o potencial de uso é maior, principalmente se a transferência de carga elétrica as gotas não estiver associada à assistência de ar como forma opcional de utilização desse equipamento de pulverização.

Trabalhos futuros visando à comparação de tecnologias e equipamentos sobre a eficiência de controle de ácaros devem prover a realização de estudos prévios das populações de ácaros em relação à suscetibilidade aos acaricidas utilizados numa determinada região. A baixa eficiência de alguns grupos químicos de inseticidas/acaricidas, aliado aos diferentes níveis de resistência presentes nas populações e ao tamanho da população no momento do controle pode influenciar negativamente a seleção de uma tecnologia ou equipamento de pulverização.

Com relação aos estudos da qualidade da cobertura da pulverização com papéis hidrossensíveis em ambiente com níveis maiores de umidade relativa do ar torna-se necessário o aprimoramento das técnicas para fixação do papel junto à superfície foliar, evitando-se o contato direto desse alvo artificial com a superfície foliar. O posicionamento desses alvos em diferentes alturas no dossel da cultura em suportes metálicos pode minimizar esse efeito por facilitar a colocação e retirada dos papéis hidrossensíveis em menor tempo. Há dificuldade da exata representação da cobertura da pulverização com o uso desse alvo artificial pelo fato das gotas extremamente ou muito finas não conseguirem impactar na superfície do papel, tornando-a uma superfície seletiva àquelas gotas de tamanho maiores.

6 CONCLUSÕES

- O uso da tecnologia eletrostática associada à assistência de ar (Equipamento ESS) se mostra eficiente com maiores níveis de depósitos da pulverização e de controle do ácaro-rajado na cultura do crisântemo de corte;
- A assistência de ar em pulverização mostra-se superior à pulverização convencional tanto sobre os níveis de depósitos quanto no controle desse ácaro-praga na cultura do crisântemo de corte;
- É possível reduzir a taxa de aplicação de forma significativa na cultura do crisântemo com o uso da assistência de ar associada ou não à transferência de carga elétrica as gotas, sem prejuízo para a qualidade da pulverização;
- A tecnologia eletrostática permitiu o controle do ácaro rajado utilizando-se uma quantidade de acaricida por hectare 20 vezes menor em relação à pulverização convencional, porém o nível de controle foi dependente do tamanho da população de *T. urticae* no momento da pulverização.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, N.O. Reclassifications of the genus *Chrysanthemum* L. **HortScience**, Alexandria, v. 22, n. 2, p. 313, Apr. 1987.

ARRUDA, S.T.; MATSUNAGA, M.; VALERO NETO, J. Sistemas de cultivos e custo de produção do crisântemo de vaso: um estudo de caso. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 31-38, abr. 1996.

BARBOSA, J.G. **Crisântemos** – produção de mudas – cultivo para corte de flor – cultivo em vaso – cultivo hidropônico. José Geraldo Barbosa; coordenação editorial Emerson de Assis Vieira. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 234 p.

BAUER, F.C.; RAETANO, C.G. Assistência de ar e perdas na deposição de produtos fitossanitários em pulverizações na cultura da soja. **Scientia Agricola**. Piracicaba, v. 57, n. 2 p. 271-276, 2000.

CARMONA, M.M.; DIAS, J.C.S. **Fundamentos de acarologia agrícola**. 1.ed.; Lisboa, Portugal: Fundação Calouste Gulbenkian, 1996. 423p.

CERQUEIRA-REZENDE, D.T.; RAETANO, C.G.; DAL POGETTO, M.H.F.A.; PRADO, E. P.; CHRISTOVAM, R.S.; SERRA, M.E.; COSTA, S.I.A. Agricultural spray deposit quantification methods. **Applied Engineering in Agriculture JCR**, v. 28, n. 6, p. 1-7, 2012.

CHAIM, A.; PESSOA, M.C.P.Y.; FERRACINI, V.L. Eficiência da deposição de agrotóxicos obtida com bocal eletrostático para pulverizador costal motorizado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n.4, p. 497 – 501. 2002.

CHAIM, A. **Pulverização eletrostática: Principais processos utilizados para eletrificação de gotas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, n.57, 2006, 17p.

CHRISTOFOLETTI, J.C. Pulverização ou Aplicação? In: **Boletim Técnico BT01/99**. São Paulo: Teejet South América, 1999. p. 2-5.

COFFEE, R.A. Electrodynamic crop spraying. **Outlook on Agriculture**, Elmsford, v.10, n.7, p.350-356, 1981.

COOKE, B.K.; HISLOP, E.C.; HERRINGTON, P.J.; WESTERN, N.M.; HUMPHERSNJONES, F. Air assisted spraying of arable crops, in relation to deposition, drift and pesticide performance. **Crop Protection**, v.9, n.4, p.303-11, 1990.

COOKE, B.K.; HISLOP, E.C.; HERRINGTON, P.J.; WESTERN, N.M.; JONES, K.G.; WOODLEY, S.E.; CHAPPLE, A.C. Physical, chemical and biological appraisal of alternative spray techniques in cereals. **Crop Protection**, v.5, n. 3, p.155-164, 1986.

ESS. Electrostatic Spraying System, 2011Disponível em: < www.maxcharge.com >. Acesso em: 08 Ago 2013.

FERRACINI, V. L.; CHAIM, A.; PESSOA, M.C.P.Y. Utilização da Rodamina B como traçador na avaliação de deposição de agrotóxicos. In: CONGRESO VIRTUAL IBEROAMERICANO SOBRE GESTIÓN DE CALIDAD EN LABORATORIOS, 2., Valladolid, 2004. **Libro de comunicaciones...** Valladolid: Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, 2004. p. 467-472.

FLORANET. Mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais emprega mais de 190 mil pessoas. 2012. Disponível em: <http://www.floranet.com.br/noticias.php?id=8>. Acesso em 24 de abril de 2013.

GRAHAM-BRYCE, I.J. Chemical methods. In: BURN, A.J.; COAKER, T.H.; JEPSON, P.C. (Ed.) **Integrated pest management**. London: Academic Press, p. 113-159, 1987.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**, v. 10, Piracicaba: FEALQ, 2002, 920 p.

HENDERSON, C. F.; TILTON, E. W. Test with acaricides against the brown wheat mite. **Journal of Economic Entomology**. v. 43, n.2, p. 157-161, 1955.

HERRON, G.A.; ROPHAIL, J. First detection of chlorfenapyr (Secure®) resistance in two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) from nectarines in an Australia orchard. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.31, n. 1-2, p.131-134. 2003.

HISLOP, F.C. Electrostatic ground-rig spraying: an overview. **Weed Technology**, North Dakota, v.2, n.1, p.94-104, 1988.

HISLOP, E.C.; COOKE, B.K.; HARMAN, J.M.P. Deposition and biological efficacy of a fungicide applied in charged and uncharged sprays in cereal crops. **Crop Protection**. v.2, n.3 305-316, 1983.

IBRAFLOR – INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. Contexto & Perspectiva- Boletim de Análise Conjuntural do Mercado de Flores e Plantas Ornamentais no Brasil/ Março 2011. 2010: Balanço do comércio exterior da floricultura brasileira. Disponível em: http://www.ibraflor.com/ns_exportacao.php. Acesso em: 17 Jan 2012.

IMENES, S.L.; ALEXANDRE, M.A.V. **Aspectos fitossanitários do crisântemo**. São Paulo: Instituto Biológico, 1996. p. 5-47. (Boletim Técnico, 5).

LAVILA, A.M.A. **El Crisantemo: cultivo, multiplicación y enfermedades**. Madrid: Mundi-Prensa, 1992. 170 p.

LAW, S. E. Agricultural electrostatic spray application: a review of significant research and development during the 20th century. **Journal of Electrostatics**, v.51-52, p. 25-42. 2001.

LAW, S.E. Electrostatic pesticide spraying: concept and practice, **IEEE Transactions on Industrial Applications**, v.19, p.60–168, 1983.

LAW, S.E.; LANE, M.D. Electrostatic deposition of pesticide sprays onto ionizing targets: charge- and mass-transfer analysis, **IEEE Transactions on Industrial Applications**, v.18, p. 673–679, 1982.

LEEUWEN, T.V.; VONTAS, J.; TSAGKARAKOU, A.; DERMAUW. W.; TIRRY, L. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: A review. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 40, p. 563-572. 2010.

LEONARD, R.; RICE, B.; DOWLEY, L. J.; WARD, S. The effect of air assistance on spray deposition and biological effect in the control *Phytophthora infestans* in potatoes. **Aspects of Applied Biology**, n. 57, p. 243-249, 2000.

MATTHEWS, G.A. **Pesticide application methods**. 2.ed. London, Longman, 1992. 405p.

MATTHEWS, G.A. **Pesticide application methods**. 3. ed. London, Balckwell, 2000. 432p.

MATUO, T. Fundamentos da tecnologia de aplicação de agrotóxicos. In: **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**, 2, 1998. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p. 95-101.

MASKI, D.; DURAIRAJ, D. Effects of electrode voltage, liquid flow rate, and liquid properties on spray. **Journal of Electrostatics**, v. 68, p.152–158, 2010.

MORAES, G.J. & FLECHTMANN,C.H.W. **Manual de acarologia básica de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2008, 288p.

OLIVET, J.; VAL, L. Tecnología de aplicación para el control de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) en invernaderos de tomate. **Agrociencia**, v. 12, n.2, p. 40- 47, 2008.

PALLADINI, L.A.; RAETANO, C.G.; VELINI, E.D. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 5, p. 440-445, out. 2005.

PICHE, M; PANNETON, B; THERIAULT, R. Reduced drift from air-assisted spraying, **Canadian Agricultural Engineering**, v. 42, n.3, p.117–122, 2000.

SARTORI, S. Equipamentos tratorizados para culturas de baixo fuste: situação no Cone-Sul. In: Simpósio internacional de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários, 1., 1996, Águas de Lindóia. **Anais...** Jaboticabal: IAC/UNESP, 1997.p. 110-112.

SATO M.E.; PASSEROTTI C.M.; TAKEMATSU A.P.; SOUZA-FILHO M.F.; POTENZA M.R.; SIVIER A.P. 2000. Resistência de *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) a acaricidas, em pessegueiro [*Prunus persica* (L.) Batsch.] em Paranapanema e Jundiá, SP. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.67 , n.1, p. 52–61.

SATO, M.E.; SILVA, M.Z.; CANGAM, K.G.; RAGA, A. Seleções para resistência e suscetibilidade, detecção e monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* ao acaricida clorfenapir. **Bragantia**, v.66, n.1, p.89-95, 2007.

SERRA, M.E. Pulverização eletrostática e assistência de ar no tratamento fitossanitário na cultura do algodoeiro. 2012. 108 f. **Tese** (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2012.

SERRA, M.E.; CHAIM, A.; RAETANO, C.G. Pontas de pulverização e eletrificação das gotas na deposição da calda em plantas de crisântemo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.4, p.479-485, 2008.

SERRA, M.E. Deposição e eficiência da pulverização eletrostática no controle do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) na cultura do crisântemo. 2007. 58 f. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2007.

STEVENSON, W.R.; JAMES, R.V. Evaluation of different sprayers technologies for fungicide application to control early and late blights. **Vegetable Diseases Control Trials**, p. 21-28, 1997. Disponível em: <http://www.plantpath.wisc.edu/wivegdis>. Acesso em: 15 jun. 2005.

STUMPF, N.; NAUEN, R. Cross resistance, inheritance, and biochemistry of mitochondrial electron transport inhibitor acaricide resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Journal of Economic Entomology**, v.94, p.1577-1583, 2001.

TOMBOLATO, A.F.C. **Cultivo comercial de plantas ornamentais**. Antônio Fernando Tombolato. Campinas: Instituto Agronômico, 2004. 211p.

WESTERN, N.M.; HISLOP, E.C.; DALTON, W.J. Experimental air electrohydrodynamic spraying. **Crop Protection**, v.13, n.3, p. 179-188, 1994.

YATES, W.E.; AKESSON, N.B. Fluorescent tracers for quantitative microresidue analysis. **Trans. of ASABE**. v. 6, n.2, 105-14. 1963.

ZHAO, S.; CASTLE, G.S.P.; ADAMIAK, K. Factors affecting deposition in electrostatic pesticide spraying. **Journal of Electrostatics**. v. 66, p. 594–601. 2008.

ZHANG, Z. **Mites of Greenhouse: Identification, Biology and Control**. CABI Publishing, Wallingford, Oxon. UK. 2003. 244p.