

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

**DEPOSIÇÃO E EFICIÊNCIA DA PULVERIZAÇÃO ELETROSTÁTICA NO
CONTROLE DO ÁCARO-RAJADO *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (ACARI:
TETRANYCHIDAE) NA CULTURA DO CRISÂNTEMO**

MARINA ELISEI SERRA

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

BOTUCATU – SP
Agosto - 2007

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

**DEPOSIÇÃO E EFICIÊNCIA DA PULVERIZAÇÃO ELETROSTÁTICA NO
CONTROLE DO ÁCARO-RAJADO *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (ACARI:
TETRANYCHIDAE) NA CULTURA DO CRISÂNTEMO**

MARINA ELISEI SERRA

Orientador: Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano

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

BOTUCATU – SP
Agosto – 2007

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

Serra, Marina Elisei, 1981-
S487d Deposição e eficiência da pulverização eletrostática no controle do ácaro-
rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) na cultura do
crisântemo / Marina Elisei Serra. - Botucatu : [s.n.], 2007.
vi, 58 f. : il. color., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agronômicas, Botucatu, 2007
Orientador: Carlos Gilberto Raetano
Inclui bibliografia

1. Pulverização. 2. Eletrostática. 3. Controle químico. 4. Ácaro-rajado. 5.
Plantas ornamentais. I. Raetano, Carlos Gilberto. II. Universidade Estadual
Paulista "Júlio de Mêsquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências
Agronômicas. III. Título.

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: “DEPOSIÇÃO E EFICIÊNCIA DA PULVERIZAÇÃO ELETROSTÁTICA
NO CONTROLE DO ÁCARO-RAJADO *Tetranychus urticae* (Koch, 1836)
(ACARI: TETRANYCHIDAE) NA CULTURA DO CRISÂNTEMO”**

ALUNA: MARINA ELISEI SERRA

ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS GILBERTO RAETANO

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. CARLOS GILBERTO RAETANO



PROF. DR. WILSON BADIALI CROCOMO



DR. HAMILTON HUMBERTO RAMOS

Data da Realização: 17 de agosto de 2007.

Aos meus pais, Edilson e Rosângela, pelo carinho, dedicação, ensinamentos e por todo amor concedido e ao meu irmão, Fabiano, pela amizade incondicional e pelo convívio sempre harmonioso.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

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

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

À Embrapa Meio Ambiente, pelo equipamento fornecido para o desenvolvimento deste trabalho, e ao pesquisador Aldemir Chaim, pela ajuda imprescindível na elaboração, planejamento e execução deste trabalho;

À Empresa Steltenpool Flores e Frutas, pelo material fornecido e em especial ao Sr. Simon e Sr. Emerson pelas sugestões apresentadas e apoio dispensado;

Às Máquinas Agrícolas Jacto S.A., pela ajuda na adaptação do equipamento, com especial referência ao Engenheiro Agrônomo Paulo César Curti;

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela bolsa de estudos concedida durante a realização do curso;

Aos colegas do Laboratório de Tecnologia de Aplicação de Defensivos da FCA/UNESP, pela ajuda na execução desta pesquisa;

Aos amigos de Lavras e Botucatu e que tornaram minha caminhada mais fácil e mais alegre;

E a todos aqueles que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigada.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	01
SUMMARY	03
1 INTRODUÇÃO.....	05
2 REVISÃO DE LITERATURA	08
2.1 A cultura do crisântemo.....	08
2.2 Características do ácaro <i>Tetranychus urticae</i>	10
2.3 A pulverização eletrostática	12
2.4 Controle de <i>Tetranychus urticae</i> com espiroclorfenol e azociclotina	19
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1 Deposição da pulverização	21
3.1.1 Planta alvo	21
3.1.2 Equipamento.....	22
3.1.3 Delineamento experimental.....	22
3.1.4 Aplicação	24
3.1.5 Quantificação dos depósitos do marcador.....	25
3.1.6 Precisão do método analítico	26
3.1.7 Análise estatística	26
3.2 Eficiência da pulverização no controle do ácaro-rajado.....	26
3.2.1 Delineamento experimental.....	27

3.2.2 População do ácaro	28
3.2.3 Pulverização dos produtos fitossanitários.....	29
3.2.4 Avaliações	29
3.2.5 Análise estatística	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 Deposição da pulverização	31
4.2 Eficiência da pulverização no controle do ácaro-rajado.....	39
5 CONCLUSÕES	48
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
7 ANEXOS.....	54

RESUMO

A pulverização é a mais importante técnica de aplicação de produtos fitossanitários na cultura do crisântemo. A otimização dessa tecnologia 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. O trabalho objetivou avaliar a deposição das gotas de pulverização dotadas de carga elétrica (eletrostática) em comparação à técnica de pulverização convencional, bem como a eficiência dessas técnicas no controle de *Tetranychus urticae* na cultura do crisântemo. Os experimentos foram conduzidos no delineamento inteiramente ao acaso. No experimento para avaliação da deposição da pulverização foram realizados oito tratamentos com quatro repetições. Cada repetição foi representada por doze plantas às quais foram afixados papéis do tipo mata-borrão na superfície abaxial e adaxial dos folíolos e em duas posições da planta: ápice e base. Foram utilizadas quatro pontas de pulverização (TXVK-3, AXI 110015, AXI 12002 TWIN e AXI 11003) combinadas às técnicas de pulverização eletrostática e convencional. Um corante marcador (Rodamina B) foi pulverizado na proporção de 5 gramas por 100 litros d'água em cada um dos tratamentos. Os depósitos do corante marcador foram quantificados por

fluorometria. A eficiência dos tratamentos no controle do ácaro-rajado foi estabelecido pela combinação do tipo de ponta (AXI 110015, AXI 12002 TWIN e TXVK-3), da técnica de pulverização (eletrostática e convencional) e do produto para o controle do ácaro (azociclotina e espirodiclofeno, nas doses de 25 e 4,8 mL de i.a. por 100 L d'água, respectivamente) mais dois tratamentos adicionais (testemunhas). Avaliações da população do ácaro foram realizadas antes e aos 3, 7, 11 e 15 dias após a pulverização pela contagem dos mesmos em área equivalente a 1 cm² em folhas do ápice das plantas. A porcentagem de eficiência do controle foi calculada pela fórmula adaptada de Henderson e Tilton. As pontas com gotas de menor diâmetro mediano volumétrico (TXVK-3 e AXI 110015) apresentaram maiores depósitos na superfície abaxial da folha quando utilizou-se a pulverização eletrostática. A pulverização eletrostática promoveu controle na população do ácaro quando comparado à pulverização convencional, mesmo a níveis de dose abaixo do recomendado para essa praga.

DEPOSITION AND EFFICIENCY OF ELECTROSTATIC SPRAYING IN THE CONTROL OF SPIDER MITE *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (ACARI: TETRANYCHIDAE) ON CHRYSANTHEMUM PLANTS. Botucatu, 2007. 58p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: MARINA ELISEI SERRA

Adviser: CARLOS GILBERTO RAETANO

SUMMARY

Spraying is the most important pesticide application technique for healthy development of chrysanthemum plants. The optimization of this technology can be obtained with the transference of the electric charge in the droplets. These droplets are strongly attracted by plants, minimizing the workers exposition as well as loss to the environment. The research aims to evaluate the spray deposition with electric charge (electrostatic) compared to conventional application technique. It also aims to evaluate the efficiency of these techniques in the *Tetranychus urticae* control of chrysanthemum plants. The experiments were carried out entirely at random. In the deposition experiment eight treatments were set with four repeats. Each repeat was represented by twelve chrysanthemum plants. Blotting paper was placed on the abaxial and adaxial surfaces of two leaves in different positions of the plants: top and bottom. Four spray nozzles (TXVK-3, AXI 110015, AXI 12002 TWIN and AXI 11003) were combined to different spraying techniques (electrostatic and conventional). A tracer dye (Rodamina B) was applied in the ratio of 5 grams per 100 L of water in each one of the treatments. Deposits of the tracer dye were quantified by fluorometry. The efficiency of treatments in the control of spider mite was established by combination of spray nozzle type (AXI 110015, AXI TWIN and TXVK-3), with different application techniques and the acaricides (azocyclotin and espiroclufen, at the dosages 25 and 4,8mL of a.i. per 100 L of water, respectively), plus two additional treatments (checks). The evaluations of spider mite population were realized until and at 3, 7, 11 and 15 days after spraying by counting the number of mites in pre-established area of 1

cm² in the top leaves of the plants. The percentage of efficiency of the control was calculated by the adapted formula of Henderson e Tilton. The spray nozzles with droplets of the smallest volumetric medium diameter (TXVK-3 e AXI 110015) showed greater deposits in the abaxial surface of the leaves when the electrostatic spraying was used. The electrostatic spraying increased the spider mite population control when compared to conventional spraying, even when subdosage was used of control for this pest.

Keywords: spraying technique, electric charged droplets, chemical control, *Tetranychus urticae*, ornamental plants.

1 INTRODUÇÃO

O crisântemo é uma das mais importantes plantas ornamentais comercializadas em todo o mundo, principalmente na Europa, Japão, Estados Unidos da América e, no Brasil, vem se destacando tanto no mercado interno, como no externo (BUENO et al., 2003). A exportação dessas plantas é incipiente no Brasil, ao redor de 2 a 5%. Isto se deve, principalmente, à qualidade dos produtos nacionais não atender os padrões fitossanitários exigidos pelos países importadores (SILVEIRA, 1998). Dentre os fatores que têm contribuído para o baixo padrão fitossanitário do produto nacional, estão o ataque de insetos-praga, como tripses, pulgões e ácaros, além de um aumento da resistência dessas pragas aos produtos fitossanitários utilizados no controle químico (BERGMAN et al., 1996).

O ácaro rajado, *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae), é considerado uma das principais pragas das culturas de algodão, feijão, pimentão, mamão, morango, maçã, pêsego, de plantas ornamentais, entre outras. Segundo Gallo et al.(2002), esse acarino durante o processo de alimentação, introduz os seus estiletos nos tecidos das plantas, injeta toxinas e reguladores de crescimento e succiona o conteúdo celular causando necrose da área atacada e perdas na produção.

Com o aumento da área de produção intensiva de flores, principalmente em cultivo protegido, tem-se favorecido o aparecimento dessas pragas em níveis populacionais capazes de provocar prejuízos econômicos à cultura.

O crescimento de áreas cultivadas com crisântemo no Brasil e os problemas enfrentados com pragas nessa cultura têm despertado interesse para a redução dos impactos ambientais, bem como uma forte demanda por alternativas que conduzam à sua sustentabilidade. A modernização da agricultura, após a Segunda Guerra, acrescentou, ao processo de produção de alimentos, a utilização de máquinas e equipamentos agrícolas, além de fertilizantes e produtos químicos, tornando o sistema altamente dependente de recursos externos às propriedades rurais. A agricultura moderna tem os produtos fitossanitários como importante ferramenta no manejo de pragas, doenças e plantas daninhas. O crescimento da população mundial gera aumento na demanda quantitativa de alimentos e, o desenvolvimento gera a demanda por alimentos de melhor qualidade. Dessa forma, o uso de produtos fitossanitários continuam desempenhando fator de vital importância na redução de perdas agrícolas e na defesa fitossanitária.

No entanto, a aplicação de produtos fitossanitários em lavouras, tal como se pratica hoje, tem se caracterizado por considerável desperdício de energia, uso inadequado de produtos químicos e significativa contaminação do ambiente (MATTHEWS, 1992). Neste contexto, os métodos de aplicação de produtos fitossanitários empregados atualmente revelam-se extremamente desperdiçadores e pouco adequados ao novo 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 estará representado como uma forma de perda (MATUO, 1998).

Graham-Bryce (1977) estima que, em alguns casos, menos de 1% do agrotóxico 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 redução do uso de produtos fitossanitários em curto prazo.

O método de pulverização eletrostática trata da eletrificação das gotas pulverizadas 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.

Assim, o presente estudo teve como objetivos:

a) comparar a deposição da pulverização convencional com a eletrostática utilizando um protótipo de pulverizador costal com acionamento manual, desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente, equipado com diferentes pontas sobre as superfícies da folha em diferentes partes da planta do crisântemo;

b) avaliar a eficiência da cobertura de pulverização com este protótipo no controle do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, nessa cultura.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do crisântemo

Pertencentes à família Compositae, o crisântemo, *Dendranthema grandiflora* Tzvelev, é uma das plantas ornamentais mais populares do mundo e, juntamente com as rosas, os cravos e mais recentemente as gérberras, faz parte do elenco básico de todas as lojas de flores (GRUSZYNSKI, 2001). É bastante apreciada por sua diversidade de cores e formas. Comercialmente valiosa devido aos inúmeros híbridos existentes, o gênero *Dendranthema* possui mais de 100 espécies e mais de 800 variedades comercializadas mundialmente (GRUSZYNSKI, 2001).

O crisântemo apresenta flores com grande aceitação de mercado sendo, por isso, considerado uma das plantas ornamentais de maior valor comercial. Entretanto, caracteriza-se por ser muito sensível a qualquer manejo inadequado em seu cultivo (BORNÁS e URCULLU, 1953). O cultivo do crisântemo em vaso ocupa o primeiro

lugar no mercado nacional, respondendo por aproximadamente 80% da produção total. O segundo lugar é ocupado pelo cultivo chamado “de corte” (FERNANDES, 1996).

A produção nacional de flores movimentava 500 milhões de reais por ano, em nível de produtor, e US\$ 15 milhões em exportação. Estima-se que cerca de 7.600 produtores em 1.500 municípios brasileiros se dedicam à floricultura em tempo integral ou parcial, numa área cultivada de 9.000 ha, empregando cerca 33,3 mil trabalhadores rurais diretos (KIYUNA et al., 2004).

Dentre as plantas mais vendidas nos três maiores mercados nacionais, o crisântemo em vaso encontra-se em posição de destaque: terceiro lugar na CEASA de Campinas, quinto no Veiling de Holambra e sétimo na CEAGESP de São Paulo (JUNQUEIRA e PEETZ, 2004).

A cultura do crisântemo conduzida sob forma de cultivo protegido vem crescendo a cada ano no Brasil e, atualmente, com uma área estimada de 3.300 hectares. Entretanto, algumas pragas são prejudiciais ao desenvolvimento e produção dessa cultura, destacando-se: tripses, ácaros, pulgões e moscas-brancas (ISENHOOR e YERGAN, 1981; MENDES e BUENO, 1998).

Esta cultura é originária da Ásia e chegou à Europa por volta de 1.700 onde foi melhorada geneticamente, para chegar às variedades atuais. Hoje em dia destacam-se os tipos "margarida", bastante comum no Brasil e na Europa; o "spider" com pétalas tipo alfinete e o "pom-pom" crespo e arredondado. Quanto ao tamanho, dividem-se entre crisântemos, largos, médios e mini, dependendo da finalidade (corte ou vaso). As cores podem ser as mais diversas possíveis, destacando-se: o branco, amarelo, vermelho, lilás, roxo, salmão e a mistura dessas cores em tais variegados (GRUSZYNSKI, 2001).

Segundo Gruszynski (2001), o crisântemo é uma planta de dias curtos, florescendo naturalmente no inverno. Para obter uma produção durante o ano todo é necessário fazer o plantio em estufas durante o verão, onde técnicas de escurecimento permitem a obtenção artificial de plantas floridas.

Dependendo da variedade e da época de plantio, as plantas devem receber iluminação noturna por 2 a 4 semanas para estimular o crescimento vegetativo. Nestas condições de cultivo também deve ser realizado o "pinch", que significa a eliminação do broto central para favorecer o surgimento das brotações laterais. Quando as plantas atingem

cerca de 40 cm (vaso) ou 80 cm (corte), inicia-se (no verão) a indução ao florescimento através do fechamento da estufa com plástico preto durante algumas horas do dia, pois nesta fase as plantas necessitam de aproximadamente 14 horas de escuridão/dia. Esta fase dura de 3 a 4 semanas, retirando-se o plástico preto quando os botões florais começarem a mostrar cor. Depois são mais 2 semanas para as flores abrirem completamente (GRUSZYNSKI, 2001).

Sob a coordenação do Ibraflor, em março de 1995, foi formada uma comissão para discutir a qualidade e padronização de crisântemos, visando uma proposta que atendesse às necessidades do Mercosul e da padronização internacional (IBRAFLOR, 1995a), resultando numa proposta de padronização que deveria entrar em vigor para todos os Centros de Comercialização a partir de 02 de janeiro de 1996 (IBRAFLOR, 1995b), mas, o padrão é seguido por poucas empresas. O conceito de qualidade para o mercado, segundo Noordegraaf (1994), está relacionado aos aspectos externos, que deve representar a verdade, porque os aspectos internos não podem ser mensurados durante o período de comercialização.

Como o padrão desta planta ornamental está intimamente ligado à qualidade, pois um dos objetivos da padronização é estabelecer normas para comercialização, classificação (qualidade, comprimento, sanidade) e embalamento (apresentação, embalagem e número de hastes por unidade de embalagem), os aspectos externos da qualidade são os parâmetros utilizados para se definir um padrão (NOORDEGRAAF, 1994).

2.2 Características do ácaro *Tetranychus urticae*

Os ácaros, de um modo geral, são consideradas 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. A espécie é cosmopolita e alimenta-se de uma grande diversidade de plantas.

O ciclo dos tetraniquídeos caracteriza-se por ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto. No entanto, às vezes observa-se apenas um estágio ninfal, o que é mais freqüente 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 e apresentam 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 e as fêmeas geralmente apresentam duas manchas verde-escuras no dorso, uma de cada lado (GALLO et al., 2002).

Segundo Gallo et al. (2002), quando 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.

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. Condições de elevada umidade tendem a suprimir o dano causado às plantas por estes ácaros, isto se deve à habilidade deste ácaro de ingerir maior quantidade de alimento em ambiente de baixa umidade, pela eliminação de água através da evaporação pela cutícula (FLECHTMANN, 1989). 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. Desta forma, o controle do ácaro precisa ser eficiente, mantendo a população abaixo do nível de dano econômico. Atualmente, o controle químico é o mais utilizado, porém, o mais problemático, pela elevada aptidão dos ácaros em desenvolver resistência contra 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 acaricida (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, o ácaro tem uma tendência, quando há infestação, de migrar para as flores. Quando isso acontece, as flores atacadas produzem manchas cloróticas e perdem a qualidade até chegar ao consumidor.

Segundo Silveira (1998), a presença de pragas e enfermidades não é admitida em nenhuma classe de todos os padrões de qualidade vigentes. Apenas são aceitos ligeiros danos causados por pragas, doenças e condições meteorológicas, mas isto deprecia o produto colocando-o nas classes de qualidade inferior.

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 ataque do ácaro ficam mais evidentes nessa parte da planta.

Observações a campo revelaram que algumas variedades como: Rage, Swing, Amparo e Danielson conduzidas em vaso e “Shena” conduzida para corte são preferencialmente atacadas por *T. urticae*.

2.3 A pulverização eletrostática

Christofolletti (1999) descreve que 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. Desta forma, a aplicação de um determinado produto químico pode ser valorizada em termos de eficiência, que é a relação percentual entre a quantidade de produto depositada no alvo e a quantidade de produto emitida pela máquina.

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 pesticida aplicado é depositada no alvo pretendido, como por exemplo, na superfície abaxial das folhas. Portanto, a eficácia da deposição dependerá da sua redistribuição subsequente através da superfície da planta ou dentro dela ou ainda da movimentação da praga para entrar em contato com o depósito.

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, com controle de deriva é necessário acrescentar a elas uma força extra. Em gotas pequenas ou muito pequenas pode-se introduzir força elétrica às mesmas 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, na pintura de automóveis, por exemplo, e mais recentemente em impressoras à jato de tinta, porém seu uso na agricultura não se estendeu principalmente por 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 menores que numa pulverização convencional. 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).

Para saber a relação existente entre gotas eletrificadas e seus alvos, é necessário entender duas leis básicas da eletrostática: 1. Cargas de polaridades opostas se atraem e cargas de polaridades iguais se repelem e, 2. A carga de um corpo ou nuvem de partículas eletrificadas induzirá uma carga elétrica igual e oposta em outro corpo condutor aterrado próximo. Portanto, uma nuvem de gotas carregadas eletricamente, ao se aproximar de um objeto neutro e aterrado – no caso, a planta - provoca um desequilíbrio entre prótons e elétrons e induz na sua superfície uma carga de sinal contrário e então, é atraída e fixada pela planta. Assim, a taxa de perda é reduzida consideravelmente e, portanto, a cobertura do alvo aumenta (CHAIM, 2006).

Segundo Chaim (2006), existem alguns processos utilizados para geração de gotas carregadas eletricamente. Dentre os quais, o **processo de eletrificação de gotas por efeito corona** (Figura 1), onde um eletrodo pontiagudo submetido a altas tensões ioniza o ar, e as cargas livres entram em contato com as gotas produzidas pelo bico, tornando-as eletricamente carregadas. Esse processo é adequado para eletrificar gotas de até 20 micrômetros, pois gotas maiores não adquirem carga com intensidade suficiente para aumentar a eficiência da aplicação.

O sistema apresentado na Figura 1 apresenta alguns problemas práticos para utilização na agricultura, pois não é adequado para gotas “grandes”. Entretanto, uma modificação no sistema apresentado na Figura 1, foi apresentado por Arnold et al. (1981 a, b, c). No equipamento apresentado pelos autores, um bico rotativo utilizando um eletrodo pontiagudo submetido a 30 kV ionizava a lâmina de líquido antes de formar as gotas. A lâmina de líquido ficava eletrizada e ao se romper na borda do disco pela ação centrífuga, gerava gotas com carga eletrostática.

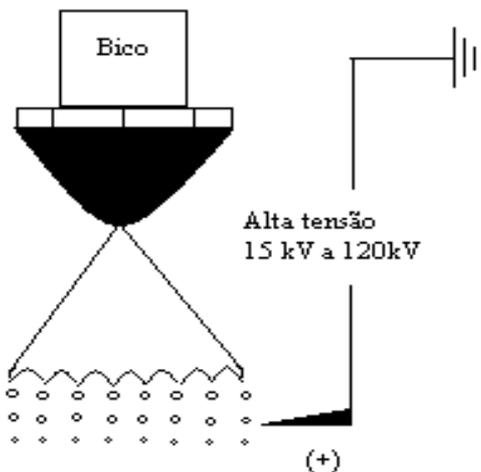


Figura 1. Sistema de carga de gotas de pulverização por efeito corona.

A Figura 2 ilustra o processo de carga por **indução com eletrificação indireta**, onde o líquido é mantido aterrado, ou seja com 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.

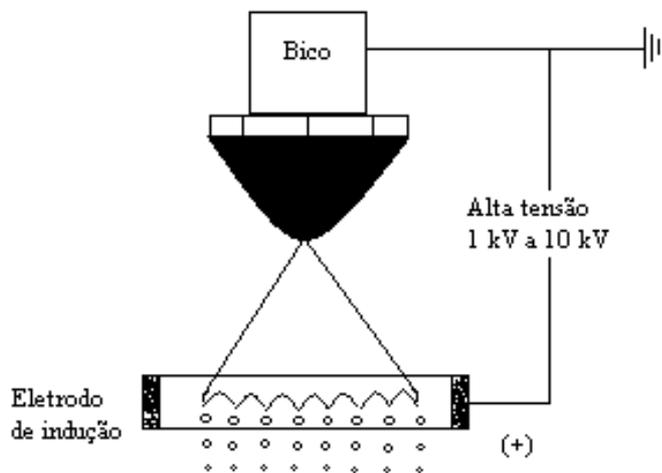


Figura 2. Sistema de carga de gotas de pulverização por indução eletrostática, com eletrificação indireta.

Resultados com economia superior a 50% da dose dos produtos fitossanitários registrados em algumas culturas têm sido divulgados na mídia, quando utilizam bicos pneumáticos eletrostáticos (ELECTROSTATIC SPRAYING SYSTEMS, 2007).

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 (Figura 3).

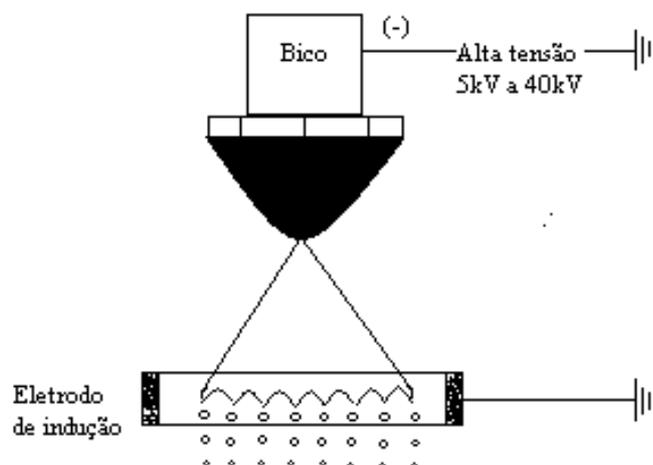


Figura 3. Sistema de carga de gotas de pulverização por indução eletrostática, por eletrificação direta.

No processo eletrohidrodinâmico, o líquido é submetido a um intenso campo elétrico que promove o aparecimento de cargas na sua superfície. A presença de cargas na superfície do líquido produz força que tem sentido oposto à força da tensão superficial. Quando a força, devido à presença de cargas, é superior à tensão superficial do líquido, ocorre uma instabilidade na superfície, provocando pequenas cristas, onde são formadas as gotas.

Como o campo eletrostático e a tensão superficial são constantes, e a taxa de escoamento do líquido também é constante, são produzidas gotas extremamente uniformes. Quando comparada com a pulverização hidráulica convencional, a pulverização eletrohidrodinâmica demonstra uma redução da ordem de 20 vezes na contaminação do solo (CHAIM, 2006).

O pulverizador “Electrodyn” trabalha nesse sistema e foi utilizado no nordeste brasileiro no combate as pragas do algodão e pôde-se comprovar a redução de 5 vezes a dose do ingrediente ativo em relação à pulverização convencional (ARAUJO et al., 2002).

Num outro tipo de indução por **eletrificação direta** (Figura 4), 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.

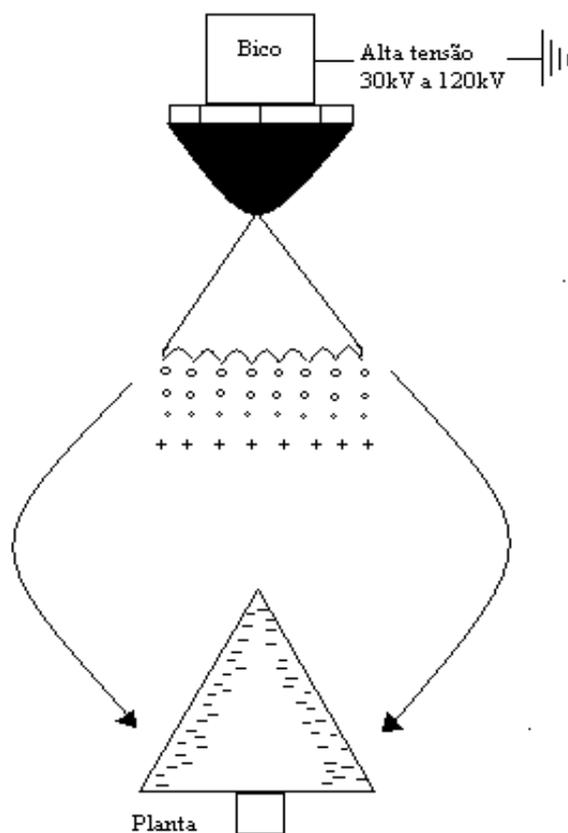


Figura 4. Sistema de carga de gotas de pulverização por indução eletrostática, por eletrificação direta.

Nos principais processos utilizados para eletrificação de gotas, o sucesso ainda depende de algumas soluções tecnológicas que, se atendidas, promoverão um aumento da eficiência no controle de pragas e doenças pelo aumento da deposição das gotas na superfície abaxial das folhas.

Em plantas com grande densidade de folhas, como no caso da cultura do brócolis, a eficiência pode ser muito elevada se a assistência de ar for utilizada para auxiliar no transporte das gotas carregadas eletrostaticamente para o interior do dossel de plantas. Estudos realizados comparando diferentes tecnologias concluíram que o sistema de assistência de ar associado a eletrostática promoveu deposição 72% maior, comparativamente à pulverização convencional e, deposição 49% maior que a pulverização com assistência de ar não-carregada eletricamente, na cultura do brócolis (ELECTROSTATIC SPRAYING SYSTEMS, 1992).

Na cultura do crisântemo de corte a assistência de ar em pulverização quando combinada com a eletrificação de gotas pode contribuir para o incremento dos depósitos nas partes inferiores da planta e, dessa forma, melhorar a sanidade das plantas de crisântemo quando conduzidas nessa forma de cultivo.

2.4 Controle de *Tetranychus urticae* com espirodiclofeno e azociclotina

O espirodiclofeno é um acaricida de amplo espectro, não-sistêmico de uma nova classe de acaricidas ácidos tetrônicos e eficaz contra todos os ácaros fitófagos importantes do gênero *Panonychus*, *Tetranychus*, *Phyllocoptruta*, *Brevipalpus* e *Aculus*. Quando aplicado nas folhas infestadas pelo ácaro-rajado mostra excelente atividade acaricida (BAYER, 2002). Poucos trabalhos são reportados na literatura relatando o efeito desse acaricida no controle de *T. urticae*.

Segundo Marcic (2007), em experimento visando avaliar os efeitos subletais do espirodiclofeno, constatou que fêmeas de *T. urticae* no período de pré-oviposição, e depois de 24 horas de exposição a várias concentrações desse acaricida, a proporção de fêmeas sobreviventes foi de 70, 51, 41, 30 e 25% quando usadas as

concentrações de 6, 12, 24, 48 e 96 mg/L, respectivamente. A fertilidade total das fêmeas sobreviventes decresceu na medida em que aumentaram as concentrações do espirodiclofeno. A fertilidade das fêmeas tratadas foi reduzida significativamente durante todo o experimento, quando comparada ao tratamento controle (testemunha), a exceto nas fêmeas tratadas com a concentração de 6 mg/L.

Ensaio realizado por Oliveira e Oliveira (2000a), visando avaliar a eficiência do espirodiclofeno e azociclotina no controle do ácaro-da-leprose (*Brevipalpus phoenicis*) na cultura do citros, evidenciaram que houve 100% de mortalidade quando foram utilizados 4,8 e 9,6 g de i.a./100L de água de espirodiclofeno aos 128 dias após a pulverização e a azociclotina com controle de 98,5% utilizando 25 g de i.a./100L de água para a mesma época. Ainda em ensaio realizado por Oliveira e Oliveira (2000b) utilizando os mesmos produtos no controle de *Phyllocoptruta oleivora* nas dosagens 2,4; 3,6 e 4,8 g de i.a./100L de água para o espirodiclofeno, constataram redução na população de 97,6; 100 e 99,3%, respectivamente, aos 40 dias após a pulverização. Para a azociclotina, na dosagem de 25 g de i.a./100L de água houve redução de 71,7% na população do ácaro na mesma época.

Segundo Oliveira e Oliveira (2000c), avaliando a ação do espirodiclofeno e da azociclotina sobre *Polyphagotarsonemus latus*, observou 100% de mortalidade do ácaro quando utilizado o espirodiclofeno nas dosagens 2,4; 3,6 e 4,8 g de i.a./100L de água. Isto também ocorreu com a azociclotina na dosagem de 25 g de i.a./100L de água aos 20 dias após a pulverização.

Reis et al. (2005) avaliaram o efeito dos acaricidas espirodiclofeno (Envidor 240 SC) e azociclotina (Caligur 500 SC) sobre os ácaros-praga na cultura do cafeeiro e sua seletividade à família de ácaros predadores. Os autores constataram que para os ovos de *Oligonychus ilicis*, somente o espirodiclofeno na dosagem de 7,2 g de i.a./100 L de água apresentou efeito ovicida no início do período embrionário com 100% de controle. O acaricida espirodiclofeno foi levemente nocivo às espécies de ácaros predadores em estudo, enquanto a azociclotina foi nociva às mesmas espécies de fitoseídeos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Deposição da pulverização

Com o objetivo de avaliar a deposição das gotas da pulverização na cultura do crisântemo, um experimento foi instalado em casa-de-vegetação sob condições de temperatura e umidade relativa do ar controladas ($23 \pm 2^\circ\text{C}$ e $78 \pm 2\%$ respectivamente), e a pulverização realizada no Laboratório de Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas da Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, Campus de Botucatu, SP, na Fazenda Experimental do Lageado.

3.1.1 Planta alvo

Plantas de crisântemo, *Dendranthema grandiflora*, da variedade 'Rage', conduzidos em vasos foram cedidos pela empresa Steltenpool Flores e Frutas, com

sede em Holambra II, município de Paranapanema, SP, e trazidas para a casa-de-vegetação da FCA / UNESP.

Nessa ocasião, aos 60 dias após o plantio (DAP) em vasos plásticos número 15 com capacidade de 1,3 L, as plantas apresentavam botões florais ainda fechados (Figura 5) e foram irrigadas duas vezes ao dia, pela manhã e à tarde, sem adição de qualquer fertilizante durante a condução do experimento.

No modo como são conduzidas na empresa, as plantas ficam suspensas em tijolos de barro a uma densidade de aproximadamente 110.000 plantas/ha.

Todas as plantas foram oriundas de um único lote de mesma idade.

3.1.2 Equipamento

No experimento, utilizou-se um pulverizador costal com acionamento manual desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente, com financiamento da FINEP em parceria com Máquinas Agrícolas Jacto S.A. (Figura 6).

Uma barra com três bicos foi acoplada ao pulverizador equipado com fonte de alta tensão de 40 kV, alimentada por bateria de 6V (4 pilhas grandes do tipo D). O pulverizador trabalhou na pressão de 207 kPa e utilizando eletrificação direta, onde a indução ocorre entre a planta e o jato de gotas mantido em alta tensão, apresenta deposição muito semelhante ao antigo “Electrodyn”(ARAÚJO et al., 2002). Todos os componentes do equipamento foram feitos de material isolante (plástico) a fim de se evitar descarga elétrica ao aplicador.

3.1.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso (DIC), com oito tratamentos e quatro repetições, sendo cada repetição representada por doze plantas. Em cada uma das plantas foram colocados papéis do tipo mata-borrão com as dimensões 1,5 x 2,0 cm na superfície abaxial e adaxial dos folíolos em duas posições da

planta: ápice e base, num total de quatro papéis por planta. Em cada tratamento, foram dispostas 6 fileiras de 8 plantas em ziguezague com uma distância de 30 cm de centro a centro entre os vasos, conforme a recomendação dos produtores de flores da região de Holambra II. Os tratamentos estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos para avaliação da deposição da pulverização em plantas de crisântemo.

Trat	Pontas	Forma do Jato	Eletrost.	Parte da planta → Parte da folha	Volume aplicação	DMV (µm)*
T1	AXI 110015	Plano	Sem	Ápice → Adaxial Ápice→Abaxial Base→ Adaxial Base→ Abaxial	200 L/ha	143
T2	AXI 110015	Plano	Com	Ápice → Adaxial Ápice→Abaxial Base→ Adaxial Base→ Abaxial	200 L/ha	143
T3	AXI 12002 TWIN	Plano duplo	Sem	Ápice → Adaxial Ápice→Abaxial Base→ Adaxial Base→ Abaxial	300 L/ha	**
T4	AXI 12002 TWIN	Plano duplo	Com	Ápice → Adaxial Ápice→Abaxial Base→ Adaxial Base→ Abaxial	300 L/ha	**
T5	TXVK- 3	Cônico	Sem	Ápice → Adaxial Ápice→Abaxial Base→ Adaxial Base→ Abaxial	100 L/ha	123
T6	TXVK- 3	Cônico	Com	Ápice → Adaxial Ápice→Abaxial Base→ Adaxial Base→ Abaxial	100 L/ha	123
T7	AXI 11003	Plano	Sem	Ápice → Adaxial Ápice→Abaxial Base→ Adaxial Base→ Abaxial	400 L/ha	199
T8	AXI 11003	Plano	Com	Ápice → Adaxial Ápice→Abaxial Base→ Adaxial Base→ Abaxial	400 L/ha	199

DMV – Diâmetro Mediano Volumétrico

* informado pelo fabricante

** em determinação pelo fabricante

3.1.4 Aplicação



Figura 5. A) detalhe dos fios aterrados ao solo e B) disposição dos vasos e papéis mata-borrão.

A pulverização foi realizada 5 dias após a aclimatação dos vasos no Departamento de Produção Vegetal, aos 65 dias após o plantio (DAP). A pulverização foi realizada em única passada do aplicador pelas três primeiras fileiras de plantas, procedendo-se da mesma forma sobre as outras três fileiras de plantas, começando a 2 metros de distância antes do conjunto de plantas com o bocal mantido a 20 cm de altura delas. Para a pulverização eletrostática, foi montado um sistema para aterramento dos vasos (Figura 5). Para a pulverização convencional foi utilizado o mesmo equipamento costal, com sistema eletrostático desligado.

A calda foi preparada com o corante Rodamina B, na concentração de uma grama de corante para vinte litros de água. Na pulverização utilizaram-se quatro pontas diferentes: AXI 110015, AXI 11003, AXI 12002 TWIN e TXVK-3 e dois métodos de pulverização, convencional e eletrostático (Tabela 1).

A velocidade de deslocamento do aplicador foi medida com o auxílio de um cronômetro (2,7 km/h), e o volume de pulverização do equipamento variou conforme a vazão de cada ponta utilizada. A pulverização foi realizada em um único dia e os papéis coletados sem separação por planta dentro de um mesmo tratamento.

3.1.5 Quantificação dos depósitos do marcador

Os papéis do tipo mata-borrão foram coletados, sem que houvesse separação das folhas e superfície foliar. Foram levados para o Laboratório de Tecnologia de Aplicação da Embrapa Meio Ambiente em Jaguariúna, SP, e separados em 4 lotes de aproximadamente 1.000 mg de amostras de cartão mata-borrão (gramatura de 250 g/m²), colocados em frascos âmbar recebendo a adição de 50 ml de solução extratora constituída de água destilada e 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 descanso, retirou-se 4 ml de solução extratora e colocou-se em cubeta para realização da leitura da concentração da Rodamina B no fluorômetro com filtro de excitação NB 540 e filtro de emissão SC 585.

3.1.6 Precisão do método analítico

Para a calibração do fluorômetro foram preparadas 4 repetições das soluções do marcador Rodamina B nas respectivas concentrações: 0, 10, 25, 50, 75 e 100 $\mu\text{g/L}$.

Os valores da leitura da concentração do marcador possibilitaram determinar a precisão do método analítico.

Como cada tipo de bico aplicou volume de calda compatível com sua vazão e velocidade de aplicação, diferentes doses de Rodamina/ha foram utilizadas. Desta forma, os valores dos resíduos encontrados foram transformados para um volume equivalente a 100 L/ha para serem comparados. As leituras foram realizadas e transformadas em $\mu\text{g/cm}^2$ devido a gramatura do papel mata-borrão ser de 250 mg/cm^2 .

3.1.7 Análise estatística

Os tratamentos do experimento foram distribuídos no esquema fatorial 4 x 2 (4 tipos de pontas combinadas a 2 condições de pulverização). Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F, e as médias dos tratamentos comparadas através do teste t, ao nível de 5% de probabilidade.

3.2 Eficiência da pulverização no controle do ácaro-rajado

Para avaliar a eficiência da pulverização eletrostática e convencional no controle do ácaro-rajado, outro experimento foi conduzido em casa-de-vegetação sob condições de temperatura e umidade relativa do ar controlados ($23 \pm 2^\circ\text{C}$ e $78 \pm 2\%$, respectivamente) e a pulverização realizada no Laboratório de Tecnologia de Aplicação da Faculdade de Ciências Agronômicas - Unesp, Campus de Botucatu, SP, na cultura do crisântemo, utilizando-se o protótipo anteriormente descrito (Figura 6).



Figura 6. Protótipo de pulverizador costal eletrostático com acionamento manual desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente, em parceria com a empresa Máquinas Agrícolas Jacto S.A.

3.2.1 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente ao acaso (DIC), com doze tratamentos e oito repetições sendo cada repetição representada por dois folíolos posicionados no ápice de oito plantas por parcela escolhidas ao acaso. Cada tratamento foi estabelecido em função da combinação do tipo de ponta (AXI 110015, AXI 12002 TWIN e TXVK-3), do método de pulverização (eletrostática e convencional), e do

produto para o controle do ácaro-rajado (azociclotina e espirodiclofeno), além de dois tratamentos adicionais denominados de testemunhas onde foi utilizada a ponta de maior vazão, AXI 12002 TWIN com 300 L/ha, e os métodos de pulverização convencional e eletrostático, pulverizados apenas com água, conforme apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Tratamentos para avaliação da eficiência das tecnologias de pulverização no controle de *T. urticae*.

Tratamentos	Pontas	Eletrostática	Produtos	Diâmetro das Gotas(μm)*
T1	AXI 110015	Não	azociclotina	143
T2	AXI 110015	Não	espirodiclofeno	143
T3	AXI 110015	Sim	azociclotina	143
T4	AXI 110015	Sim	espirodiclofeno	143
T5	AXI 12002TWIN	Não	azociclotina	**
T6	AXI 12002TWIN	Não	espirodiclofeno	**
T7	AXI 12002TWIN	Sim	azociclotina	**
T8	AXI 12002TWIN	Sim	espirodiclofeno	**
T9	TXVK-3	Não	azociclotina	123
T10	TXVK-3	Não	espirodiclofeno	123
T11	TXVK-3	Sim	azociclotina	123
T12	TXVK-3	Sim	espirodiclofeno	123
TESTEMUNHA	AXI TWIN	Não	água	
TESTEMUNHA	AXI TWIN	Sim	água	

* informado pelo fabricante

** em determinação pelo fabricante

3.2.2 População do ácaro

A população de *Tetranychus urticae* utilizada foi oriunda da própria empresa produtora do crisântemo conduzido em vaso e a confirmação da espécie foi realizada no laboratório de Acarologia da FCA/UNESP. Após a pulverização, no experimento de deposição, as plantas foram mantidas na casa-de-vegetação para que houvesse um aumento da população desse ácaro. Após 20 dias, foi realizada uma avaliação prévia da população do ácaro, através da contagem do número de ácaros vivos (ninfas e adultos), em uma área pré-determinada de 1 cm² em dois folíolos localizados no ápice da planta, com auxílio de uma lupa de bolso (aumento de 10 vezes).

3.2.3 Pulverização dos produtos fitossanitários

As pulverizações com diferentes pontas de pulverização e acaricidas, foram realizadas no dia seguinte à contagem prévia dos ácaros. Para a pulverização eletrostática, um fio de metal foi aterrado em cada vaso e, em seguida ao solo a fim de servir como fio terra e tornar a planta apta para adquirir carga e atrair as gotas. Para a pulverização convencional foi utilizado o mesmo equipamento costal, porém sem a utilização do fio de metal e com as baterias no modo desligado.

A aplicação foi realizada utilizando-se o mesmo procedimento realizado no experimento visando a avaliação da deposição da pulverização, bem como a mesma velocidade de deslocamento do aplicador (2,7 km/h). Foram escolhidos dois produtos não sistêmicos, evitando assim, a influência de uma possível ação no controle desse ácaro. As dosagens foram definidas de acordo com a recomendação do fabricante dos produtos fitossanitários, azociclotina na dosagem de 25 mL de i.a. para 100 litros de água e o espiroclorfenol na dosagem de 4,8 mL de i.a. para 100 litros de água.

No entanto, o volume de calda recomendado pelo fabricante é de 600 a 800 litros por hectare e, quando utilizadas as pontas de pulverização com volume de aplicação inferior ao mínimo recomendado pelo fabricante, tornou a dose aplicada inferior à dosagem recomendada pelo mesmo. As concentrações dos acaricidas foram de 200 mL de i.a./ha de azociclotina e de 38,4 mL de i.a./ha de espiroclorfenol, quando utilizado o volume de pulverização de 800 L/ha.

3.2.4 Avaliações

No primeiro dia e aos 3, 7, 11 e 15 dias após a pulverização foram feitas as contagens do número de ácaros por cm^2 para avaliar a eficiência da pulverização eletrostática no controle dessa população em dois folíolos por planta posicionados no ápice, e quatro plantas por repetição.

3.2.5 Análise estatística

As análises foram realizadas em esquema fatorial de $(3 \times 2 \times 2) + 2$, ou seja, 3 pontas de pulverização, 2 métodos de aplicação, e 2 produtos acaricidas mais 2 tratamentos adicionais (testemunhas). Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias dos tratamentos comparadas através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A porcentagem de eficiência do controle do ácaro foi calculada pela fórmula adaptada de Henderson e Tilton (NAKANO et al., 1981), conforme Equação 1:

$$\% E = \left[1 - \frac{(I_d \times T_a)}{(I_a \times T_d)} \right] \times 100 \quad (E1)$$

Onde:

% E = porcentagem de eficiência;

I_d = número de ácaros no tratamento com acaricida após aplicação;

I_a = número de ácaros no tratamento antes da aplicação;

T_d = número de ácaros na testemunha após aplicação do acaricida e

T_a = número de ácaros na testemunha antes da aplicação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Deposição da pulverização

Os valores das concentrações reais de Rodamina B para quatro amostras em seis concentrações da solução: 0, 10, 25, 50, 75 e 100 $\mu\text{g/L}$ e os valores médios obtidos para cada concentração são apresentados na Tabela 3. A calibração do fluorômetro realizada com os valores observados e valores reais da concentração de Rodamina B na solução possibilitaram o estabelecimento da equação de reta representada na Figura 7.

Tabela 3. Valores das concentrações de Rodamina B ($\mu\text{g/L}$), para quatro leituras em seis concentrações da solução.

Conc. real ($\mu\text{g/L}$)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Média
0	0	0	0	0	0,0
10	9	10	11	8	9,5
25	23	27	25	24	24,8
50	48	48	52	50	49,5
75	75	73	78	74	75,0
100	100	101	99	100	100,0

Os valores médios de deposição do corante Rodamina B ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$), em presença ou não da eletrostática, nas superfícies foliares do crisântemo para a interação: ponta de pulverização x posição na planta estão apresentados na Tabela 4. Para a ponta de pulverização AXI 11003, no ápice da planta, tanto na superfície adaxial quanto na superfície abaxial da folha, não houve diferenças significativas entre a pulverização convencional e a pulverização eletrostática. Ainda para a ponta AXI 11003, na base da planta, pode-se constatar diferença estatística entre os valores dos depósitos da pulverização na superfície adaxial da folha, sendo significativamente maior com a técnica de pulverização eletrostática. Na superfície abaxial da folha, não foram constatadas diferenças estatísticas entre os tratamentos para as diferentes técnicas de pulverização.

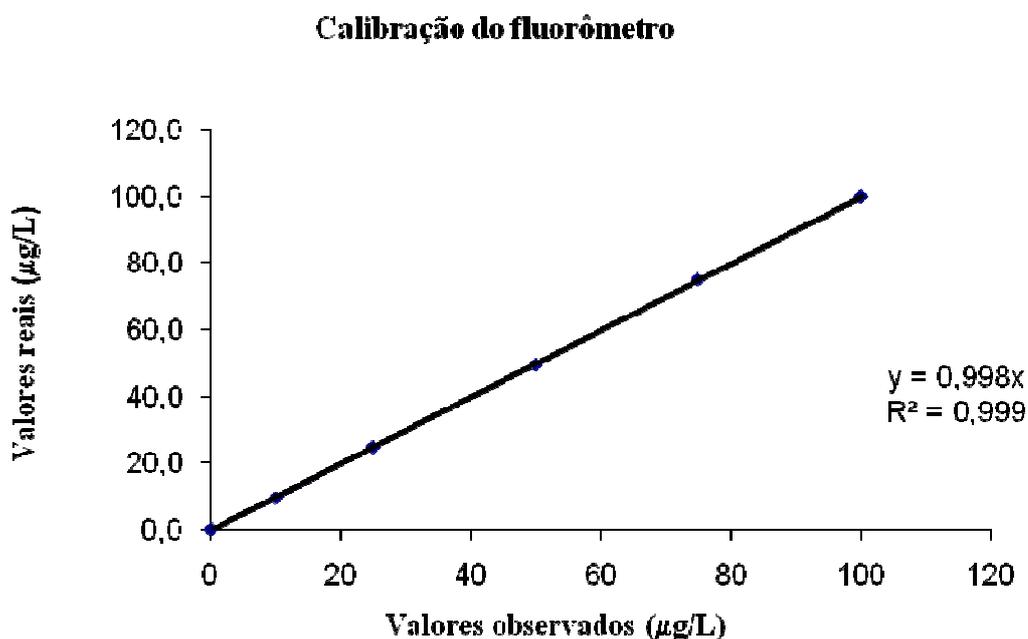


Figura 7. Calibração do fluorômetro: valores observados x valores reais da concentração de Rodamina B ($\mu\text{g}/\text{L}$) na solução de pulverização.

Da quantidade total estimada dos depósitos de Rodamina B captados pela planta de crisântemo, 27,4% se depositou na posição basal da planta, superfície adaxial das folhas, utilizando-se a técnica de pulverização eletrostática contra 17,9% dos depósitos com a pulverização convencional (sem eletrificação das gotas), conforme pode ser observado na Tabela 4.

A pulverização eletrostática com a ponta AXI 110015 depositou maior quantidade de corante no ápice da planta, nas duas superfícies da folha, porém, na base da planta não foi detectada diferença entre os tratamentos eletrostático e convencional.

Quando foi utilizada a ponta AXI 12002 TWIN, a pulverização eletrostática apresentou deposição superior a convencional apenas na superfície adaxial do ápice das plantas.

A deposição de corante observada para a ponta TXVK – 3, de modo geral, foi significativamente maior quando a pulverização eletrostática foi utilizada, exceto na superfície abaxial das folhas na base da planta, que não diferiu estatisticamente da pulverização convencional.

Segundo Almekinders et al. (1992), em experimento realizado com atomizador eletrostático utilizando-se alvos artificiais posicionados em diferentes alturas na planta visando determinar a distribuição do tamanho das gotas produzido pelo atomizador, bem como investigar a deposição das gotas carregadas eletrostaticamente nas diferentes alturas, velocidade de vento e tamanho de gotas constataram que a taxa de eletrificação das gotas decresce na medida em que o diâmetro mediano volumétrico (DMV) aumenta, um fenômeno que, segundo os autores é inerente a todas as técnicas de eletrificação de gotas.

É provável que, o diâmetro mediano volumétrico das gotas formadas pelas pontas de pulverização tenham influenciado na quantidade de depósito do corante na superfície abaxial das folhas, pois, quando foram utilizadas as pontas AXI 11003 e AXI 12002 TWIN não houve diferença na deposição do corante Rodamina B nem mesmo no ápice da planta. Isso pode ser comprovado observando a Tabela 5, onde as pontas citadas apresentam menor deposição na superfície abaxial da folha, no ápice da planta, quando usada a pulverização eletrostática. Já, na superfície adaxial, a deposição foi decrescente na seguinte ordem: TXVK-3, AXI 110015, AXI 11003 e AXI 12002 TWIN.

Na posição basal da planta, utilizando a eletrostática (Tabela 5), somente foi constatado diferenças significativas nos depósitos do marcador, na superfície adaxial das folhas, com valores decrescentes para as pontas: TXVK – 3, AXI 11003, AXI 11015 e AXI 12002 TWIN.

Tabela 4. Valores médios de deposição do corante Rodamina B ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$), em presença ou não da eletrostática, nas superfícies foliares do crisântemo para a interação: ponta de pulverização x posição na planta.

Ponta	Posição na planta	Superfície da Folha	Eletrostática		DMS
			Com	Sem	
AXI 11003	Ápice	Abaxial	3,35 a ¹	2,03 a	2,88
		Adaxial	24,43 a	23,88 a	2,88
	Base	Abaxial	1,63 a	0,75 a	2,88
		Adaxial	9,20 a	5,20 b	2,88
AXI 110015	Ápice	Abaxial	9,23 a	1,35 b	2,88
		Adaxial	27,43 a	21,20 b	2,88
	Base	Abaxial	1,35 a	0,93 a	2,88
		Adaxial	6,68 a	5,13 a	2,88
AXI 12002 TWIN	Ápice	Abaxial	1,90 a	3,13 a	2,88
		Adaxial	22,60 a	18,23 b	2,88
	Base	Abaxial	0,40 a	0,50 a	2,88
		Adaxial	4,00 a	4,88 a	2,88
TXVK – 3	Ápice	Abaxial	8,13 a	3,18 b	2,88
		Adaxial	93,48 a	37,05 b	2,88
	Base	Abaxial	2,58 a	1,25 a	2,88
		Adaxial	21,53 a	4,05 b	2,88

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.

Na superfície adaxial da folha, no ápice da planta, com utilização da pulverização eletrostática houve diferença significativa entre os valores dos depósitos para as pontas de pulverização em teste. A ponta de pulverização TXVK – 3 proporcionou níveis três vezes maior de depósito comparativamente às demais pontas de pulverização (Tabela 5). Na base da planta, com eletrostática, não houve diferença significativa para a superfície abaxial das folhas, porém, para a superfície adaxial, a ponta TXVK - 3 apresentou maior deposição, seguida das pontas AXI 11003, AXI 110015 e AXI TWIN.

Ao se utilizar a pulverização sem gotas carregadas (convencional), tanto no ápice quanto na base da planta, não foram constatadas diferenças significativas na deposição do corante na superfície abaxial das folhas com as diferentes pontas. Este fato, também foi observado na superfície adaxial da folha, na base da planta.

No geral, os valores médios dos depósitos do corante nas superfícies da folha diferiram em função dos tratamentos, com maior deposição na superfície adaxial, exceto para a ponta TXVK - 3, sem eletrostática, onde não houve diferenças entre os depósitos nas diferentes superfícies foliares.

Tabela 5. Valores médios de deposição do corante Rodamina B ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) utilizando diferentes tipos de ponta de pulverização nas superfícies abaxial e adaxial de folhas de crisântemo para a interação: técnica de pulverização x posição na planta.

Eletrost.	Posição na planta	Superfície da folha	Tipos de ponta ¹				DMS
			AXI 11003	AXI 110015	AXI 12002 TWIN	TXVK - 3	
Com	Ápice	Abaxial	3,35 b	9,23 a	1,90 b	8,13 a	3,80
		Adaxial	24,43 bc	27,43 b	22,60 c	93,48 a	3,80
	Base	Abaxial	1,63 a	1,35 a	0,40 a	2,58 a	3,80
		Adaxial	9,20 b	6,68 bc	4,00 c	21,53 a	3,80
Sem	Ápice	Abaxial	2,03 a	2,20 a	3,13 a	3,18 a	3,80
		Adaxial	23,88 b	21,20 bc	18,23 c	37,05 a	3,80
	Base	Abaxial	0,75 a	0,93 a	0,50 a	1,25 a	3,80
		Adaxial	5,20 a	5,13 a	4,88 a	4,05 a	3,80

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Segundo Almekinders et al. (1992), o uso das forças eletrostáticas reduzem a capacidade das gotas de penetrar no dossel de plantas densas. E, em experimento realizado por Sumner et al. (2000), com pulverizador eletrostático e assistência de ar, testes conduzidos a campo na cultura de algodão constataram que houve maior deposição da pulverização quando utilizada a assistência de ar comparativamente a ausência dessa tecnologia.

Seguindo o raciocínio de que o diâmetro mediano volumétrico influencia na deposição das gotas na superfície foliar em diferentes posições da planta de

crisântemo, verifica-se que as folhas do ápice da planta, superfície adaxial das folhas, obviamente receberam maior quantidade dos depósitos àquelas da posição basal para todos os tratamentos. Já para as pontas de pulverização AXI 11003 e AXI 12002 TWIN, na superfície abaxial da folha, não houve diferenças significativas dos depósitos com e sem eletrostática (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios de deposição do corante Rodamina B ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) nas superfícies abaxial e adaxial da folha de crisântemo para as interações: ponta x técnica de pulverização; técnica de pulverização x posição na planta.

Ponta	Eletrostática	Posição na Planta	Superfície da folha		DMS
			Abaxial	Adaxial	
AXI 11003	Com	Ápice	3,35 b ¹ A ²	24,43 a A	3,05
		Base	1,63 b A	9,20 a B	3,05
	DMS	----	3,07	3,07	----
	Sem	Ápice	2,03 b A	23,88 a A	3,05
		Base	0,75 b A	5,20 a B	3,05
	AXI 110015	Com	Ápice	9,23 b A	27,43 a A
Base			1,35 b B	6,68 a B	3,05
DMS		----	3,07	3,07	----
Sem		Ápice	2,20 b A	21,20 a A	3,05
		Base	0,93 b A	5,13 a B	3,05
AXI 12002 TWIN		Com	Ápice	1,90 b A	22,60 a A
	Base		0,40 b A	4,00 a B	3,05
	DMS	----	3,07	3,07	----
	Sem	Ápice	3,13 b A	18,23 a A	3,05
		Base	0,50 b A	4,88 a B	3,05
	TXVK-3	Com	Ápice	8,13 b A	93,48 a A
Base			2,58 b B	21,53 a B	3,05
DMS		----	3,07	3,07	----
Sem		Ápice	3,18 b A	37,05 a A	3,05
		Base	1,25 a A	4,05 a B	3,05

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade dentro de cada ponta de pulverização.

² Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade dentro de cada técnica de aplicação.

Para as pontas AXI 110015 e TXVK – 3 com eletrostática, houve depósito maior na superfície abaxial das folhas do ápice em relação às folhas da base da planta. Fato este, não observado com ambas as pontas na pulverização convencional.

Law e Cooper (1988) relataram que as deposições das pulverizações eletrostáticas podem ser sete vezes maiores àquelas obtidas com as gotas desprovidas de carga elétrica, dependendo das características morfológicas do alvo e da própria intensidade de carga das gotas. Segundo Chaim et al. (2002), o aumento da vazão de pulverização diminui a intensidade da carga das gotas e o aumento da carga aumenta significativamente a deposição da pulverização, em alvos artificiais esféricos.

Segundo a empresa Electrostatic Spraying Systems (1992), em teste comparando um pulverizador manual convencional com sistema eletrostático, o sistema com eletrificação das gotas proporcionou a deposição de 60% do corante pulverizado em várias culturas em casa-de-vegetação, enquanto o sistema convencional resultou em apenas 16% dos depósitos. No presente trabalho, a ponta TXVK-3 com sistema eletrostático proporcionou depósitos 2,5 vezes maiores em relação ao obtido com a pulverização convencional com a mesma ponta de pulverização no ápice da planta (Tabela 4).

Law et al. (1993) investigaram a penetração da pulverização no dossel das plantas de algodão utilizando três métodos de aplicação: pulverizadores assistido a ar com e sem sistema de transferência de carga elétrica às gotas e pulverizador hidráulico convencional. O pulverizador eletrostático assistido a ar aumentou a quantidade de produto depositado na planta de algodão em uma vez e meia e três vezes, respectivamente, nas partes superior e inferior da planta. A pulverização assistida a ar com gotas carregadas aumentou a quantidade de produto aplicado na superfície abaxial das folhas em 1,9 vezes em comparação a quantidade do produto depositada com o pulverizador assistido a ar sem dispor do sistema eletrostático e 2,5 vezes em relação ao pulverizador hidráulico convencional.

O uso da eletrostática como incremento nos depósitos de pulverizações foi ratificado nessa pesquisa, especialmente para as pontas de pulverização TXVK-3 e AXI 110015, quando se avaliou a posição superior das plantas (Tabela 4). Na posição baixa da planta a ponta TXVK-3 apresentou melhor desempenho, proporcionando depósitos significativamente maiores, comparativamente às demais pontas de pulverização (Tabela 5).

A Embrapa (2007) divulgou resultados de estudo comparando um bocal de pulverização eletrostático a uma aplicação convencional, para a cultura do tomate. Os resultados mostraram que, o pulverizador eletrostático pode depositar até 70% do produto fitossanitário aplicado, enquanto que a pulverização convencional pode depositar somente 30% do produto fitossanitário aplicado na cultura do tomate.

Em experimento realizado com crisântemos em casa-de-vegetação por Kabashima et al. (1995), utilizando um pulverizador eletrostático para o controle de afídeos (*Myzus persicae*), apresentaram resultados que evidenciaram que a superfície foliar recebeu cerca de 3,7 vezes mais depósitos usando a eletrostática.

Com o objetivo de comparar o sistema convencional e eletrostático, Soares e Maciel (2001) mostraram que a pulverização eletrostática apresenta um rendimento na deposição do produto fitossanitário na planta de algodão 123% superior a pulverização convencional no resultado dos cálculos do rendimento comparativo entre os dois sistemas.

Ao testar a eficiência de deposição de um bocal pulverizador eletrostático Chaim et al. (2002) afirmaram que, pelos resultados obtidos com o bocal eletrostático foi possível reduzir os desperdícios dos produtos fitossanitários para o ambiente, reduzindo, conseqüentemente, os seus impactos negativos. Segundo Hislop (1988), citado por Chaim et.al. (2002), o aumento na deposição dos produtos fitossanitários proporcionado pela pulverização eletrostática pode propiciar uma significativa redução das doses normalmente aplicadas, diminuindo o custo de produção e melhorando a qualidade dos alimentos.

Os resultados obtidos nesse trabalho e em todos os outros anteriormente citados, revelam que pode haver diminuição da dosagem dos produtos fitossanitários aplicados, proporcionando a redução do risco de contaminação do operador e do meio ambiente. E mostram ainda que o sistema de pulverização eletrostática, de modo geral, é recomendável para a aplicação de produtos fitossanitários na cultura do crisântemo, apresentando uma melhor deposição na quantidade de produto na cultura quando utilizadas pontas que produzam gotas com menor diâmetro mediano volumétrico.

Os volumes de pulverização, atualmente utilizados pelos produtores de crisântemo no controle fitossanitário dessa cultura, independentemente da forma de condução (vaso ou corte), são superiores a 800 L/ha. Porém, nesse trabalho, os volumes de 100 a 400 L/ha não foram suficientes para atingir a capacidade máxima de retenção foliar

(escorrimento), quando as pulverizações foram realizadas aos 60 DAP em plantas de crisântemo.

Resultados de teste preliminar conduzido no Laboratório de Tecnologia de Aplicação de Defensivos da FCA/UNESP com plantas de crisântemo, aos 60 DAP, apontaram que a média do volume máximo de retenção de água pelas plantas nesse estágio de desenvolvimento foi de aproximadamente 1800 L/ha, conforme pode-se observar pela Tabela 7.

Tabela 7. Taxa de retenção máxima de água pelas plantas de crisântemo, aos 60 DAP.

Planta	Taxa de retenção (mL)	Área (cm ²)		Retenção/ área (mL/cm ²)	Retenção/ área (L/ha)
		Foliar	Ramos e Flores		
Planta 1	43,05	2131,72	499,21	0,1636	1636,30
Planta 2	42,06	2008,98	509,55	0,0167	1670,02
Planta 3	48,79	2092,82	494,41	0,0189	1885,80
Planta 4	46,47	2446,13	490,83	0,0164	1582,25
Planta 5	47,77	2385,09	526,01	0,0158	1640,96
Planta 6	63,95	2382,04	589,04	0,0215	2152,42
Planta 7	49,94	2392,03	549,79	0,0170	1697,59
Planta 8	63,37	2569,01	586,05	0,2009	2008,52
Média	45,18	2300,98	530,61	0,0157	1784,23

A eletrificação das gotas, além de contribuir para a redução da dosagem dos produtos fitossanitários pode reduzir significativamente o volume de pulverização com incremento dos depósitos e redução na contaminação ambiental.

4.2 Eficiência da pulverização no controle do ácaro-rajado

Os efeitos das pontas de pulverização e técnicas de aplicação (com e sem eletrostática) sobre o número *Tetranychus urticae*, após a aplicação dos acaricidas azociclotina e espiroclifeno, na cultura do crisântemo são apresentados na tabela 8.

Tabela 8. Efeito de pontas de pulverização e técnicas de aplicação (com e sem eletrostática) sobre o número de *Tetranychus urticae*, após a aplicação dos acaricidas azociclotina e espirodiclofeno na cultura do crisântemo. Botucatu, 2007.

Fator de variação	GL	Valor de F (p-valor)	
		Azociclotina	espirodiclofeno
Tratamentos	(7)	4,33 (0,0007) **	16,99 (0,0001) **
Ponta (P)	2	1,21 (0,3047) n.s.	26,85 (0,0001) **
Téc. de pulveriz. (E)	1	0,81 (0,3734) n.s.	0,50 (0,4817) n.s.
P x E	2	2,10 (0,1325) n.s.	11,14 (0,0001) **
Adicionais (Ad.)	1	1,35 (0,2497) n.s.	2,08 (0,1553) n.s.
Fatorial x Ad.	1	21,54 (0,0001) **	40,39 (0,0001) **
Erro a	56	0,3513	0,2290
Tempo (T)	5	23,88 (0,0001) **	4,57 (0,0018) **
T x Tratamentos	(35)	2,36 (0,0001) **	3,91 (0,0001) **
T x P	10	2,80 (0,0026) **	2,42 (0,0252) *
T x E	5	1,58 (0,1669) n.s.	3,23 (0,0174) *
T x P x E	10	1,56 (0,1171) n.s.	2,41 (0,0258) *
T x Ad.	5	1,06 (0,3807) n.s.	1,06 (0,4677) n.s.
T x (Fat vs Ad.)	5	5,14 (0,0002) **	13,40 (0,0001) **
Erro b	280	0,1928	0,2227
CV (%)		34,20	48,02

*, ** - significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

n.s. = não significativo.

Médias na mesma coluna e dentro do mesmo fator não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para o ingrediente ativo azociclotina, verifica-se que houve efeito do tempo sobre o número de ácaros em plantas de crisântemo. A interferência significativa desse fator sobre a população de ácaros pode ser comprovada na análise de desdobramento do fator tempo dentro das pontas de pulverização em teste (Tabela 9), demonstrando assim, que este fator atua de forma independente. Pela figura 8, pode-se evidenciar a mesma tendência da flutuação populacional de *T. urticae*, com queda significativa do número de ácaros aos 3 DAA, quando foi utilizada diferentes pontas de pulverização e, aumento progressivo da população até 12 DAA. Isso ratifica a constatação de que o tempo atua independentemente dos demais fatores sobre o nível populacional de *T. urticae*.

Tabela 9. Análise do desdobramento dos níveis do fator tempo dentro de cada nível do fator ponta para o produto azociclotina.

Fonte de variação	GL	Valor de F (p-valor)
Tempos dentro AXI 110015	5	6,36 (0,0001)**
Tempos dentro AXI 12002 TWIN	5	6,06 (0,0001)**
Tempos dentro TXVK -3	5	9,90 (0,0001)**
Erro b	280	0,1928

*, ** - significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

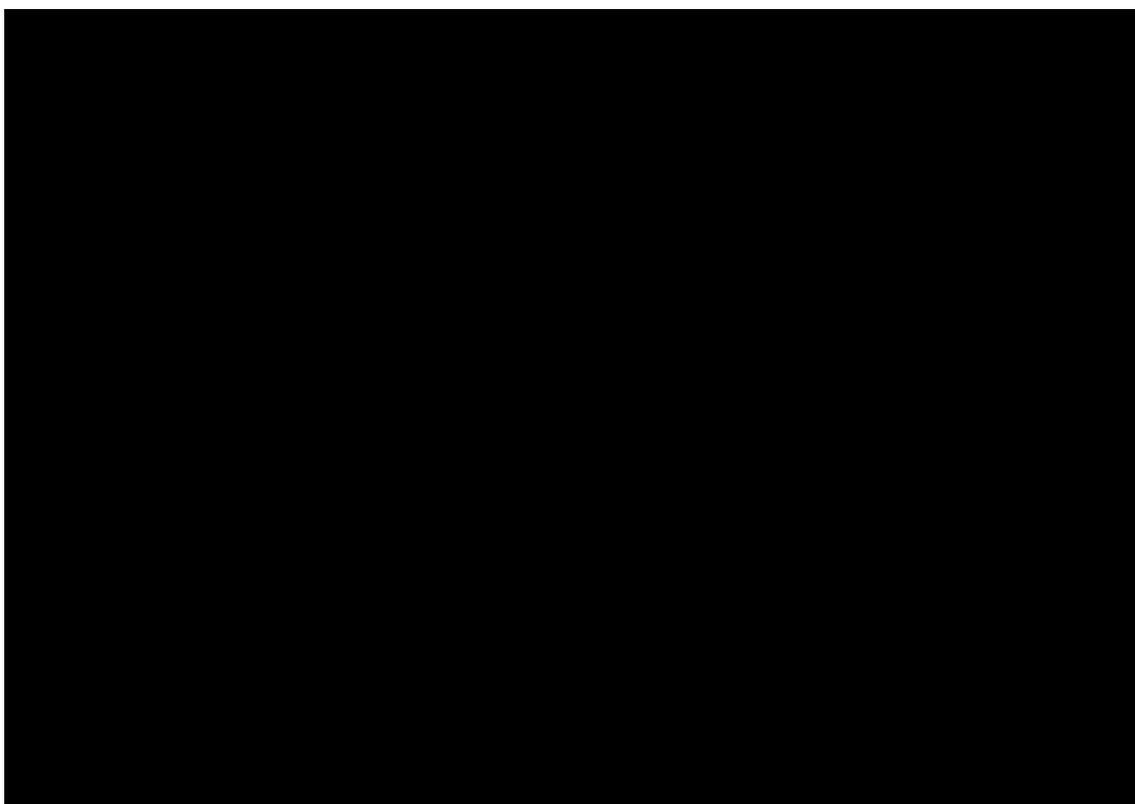


Figura 8. Valores médios da raiz quadrada do número de ácaros em cada tipo de ponta, em função dos dias, para o produto azociclotina.

Os valores médios do número de ácaros para os tratamentos em esquema fatorial e tratamentos adicionais, do fator tempo para o produto azociclotina são apresentados na tabela 10. Nota-se que pelo teste de probabilidade de Scheffé, o sétimo dia após a pulverização mostrou-se significativo e a estimativa do contraste foi positiva. Isso

mostra que, a quantidade de ácaros na planta se revelou maior nos tratamentos adicionais (testemunha) que nos tratamentos em esquema fatorial.

A partir de 3 DAA do acaricida azociclotina, a população desse ácaro-praga diminuiu quando a pulverização foi realizada com a ponta de jato plano AXI 110015, porém mantendo a mesma tendência de flutuação populacional comparativamente aos demais tratamentos. O menor número de ácaros nesse tratamento, talvez possa estar relacionado ao maior volume de aplicação (200 L/ha) e maior diâmetro mediano volumétrico (DMV) das gotas com a ponta de pulverização AXI 110015, o que possibilita maior penetração no dossel das plantas de crisântemo, influenciando positivamente no controle dessa praga.

A partir de 7 DAA, com a diminuição dos resíduos do acaricida azociclotina, a população do ácaro aumentou nos tratamentos distribuídos no esquema fatorial.

Tabela 10. Valores médios do número de ácaros para os tratamentos em esquema fatorial e tratamentos adicionais, para o produto azociclotina.

Dias	Número de ácaros ¹		Estimativa do contraste	Prob. Scheffé
	Fatorial	Adicionais		
0	1,084	0,927	-0,157	0,9870 n.s.
1	0,900	1,218	0,318	0,5980 n.s.
3	0,471	0,702	0,231	0,8910 n.s.
7	0,888	1,602	0,714	<0,0001**
11	1,131	1,515	0,384	0,3320 n.s.
15	1,172	1,628	0,456	0,1280 n.s.

¹ – valores médios transformados em raiz quadrada de x.

*, ** - significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste de Scheffé

n.s. = não significativo.

Para o ingrediente ativo espiroclorfenol, a tabela 8 mostra que a interação tempo x ponta x técnica de pulverização foi significativa. O desdobramento dessa interação está apresentado na tabela 11. Como pode-se verificar, o fator tempo dentro da ponta TXVK-3, com e sem eletrostática, foi altamente significativo.

Tabela 11. Análise do desdobramento do fator tempo dentro de cada nível da combinação ponta-eletrostática, para o produto espiroclorfenol.

Fonte de variação	GL	Valor de F (p-valor)
Tempo dentro AX110015 Com	5	2,15 (0,0599) n.s.
Tempo dentro AX110015 Sem	5	2,03 (0,0748) n.s.
Tempo dentro AXI 12002 TWIN Com	5	1,04 (0,3943) n.s.
Tempo dentro AXI 12002 TWIN Sem	5	0,57 (0,7213) n.s.
Tempo dentro TXVK -3 Com	5	6,55 (0,0001)**
Tempos dentro TXVK -3 Sem	5	2,92 (0,0139)**
Erro b	280	0,2227

*, ** - significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

n.s. = não significativo

A figura 9 representa a flutuação populacional de *T. urticae* para essa ponta, com o método de pulverização convencional (sem eletrostática) e o eletrostático. Pode-se observar que, no primeiro dia após a pulverização, a população foi reduzida bruscamente e voltou a crescer de forma muito rápida no terceiro dia após a pulverização, pois, quando a exposição ao produto é baixa, há uma tendência a aumentar a oviposição das fêmeas como um instinto de sobrevivência da espécie.

Pelo fato das gotas produzidas pela ponta TXVK – 3 apresentarem o menor DMV (123 micrometros) e o menor volume de aplicação (100 L/ha) dentre as pontas em teste pode ter contribuído para melhor distribuição dos depósitos do espiroclorfenol com o uso da eletrostática com reflexo positivo no controle do ácaro com 1 DAA do acaricida. No entanto, o rápido crescimento populacional pode estar relacionado à baixa exposição de *T. urticae* ao acaricida na parte inferior da planta, pois gotas com menor DMV se depositariam na parte superior da planta.

Assim, ácaros na posição inferior da planta para garantir a sobrevivência da espécie aumentaram a oviposição, resultando no rápido crescimento populacional dessa espécie.

Estabelecendo uma proporcionalidade de deposição de ingrediente ativo entre a rodamina aplicada (5 g/ha) e a média dos valores de seus resíduos encontrados no ápice e na base da planta para a ponta TXVK – 3 com eletrostática de 31,43 µg/cm² (Tabela 4), a dose estimada para a azociclotina (25 mL de i.a./100 L de água) seria de 157,15 µg/cm² e no caso do espiroclorfenol (4,8 mL de i.a./100 L de água) de 30,17 µg/cm². Deve ser

considerado que os fabricantes da azociclotina e espiroclorfenolato recomendam a aplicação de 800 L/ha e, portanto, as respectivas dosagens de 200 e 38,4 g de ingrediente ativo por hectare. Neste caso, a dose aplicada pelo bico TXVK-3 é proporcionalmente menor àquela recomendada pelo fabricante, influenciando o controle.

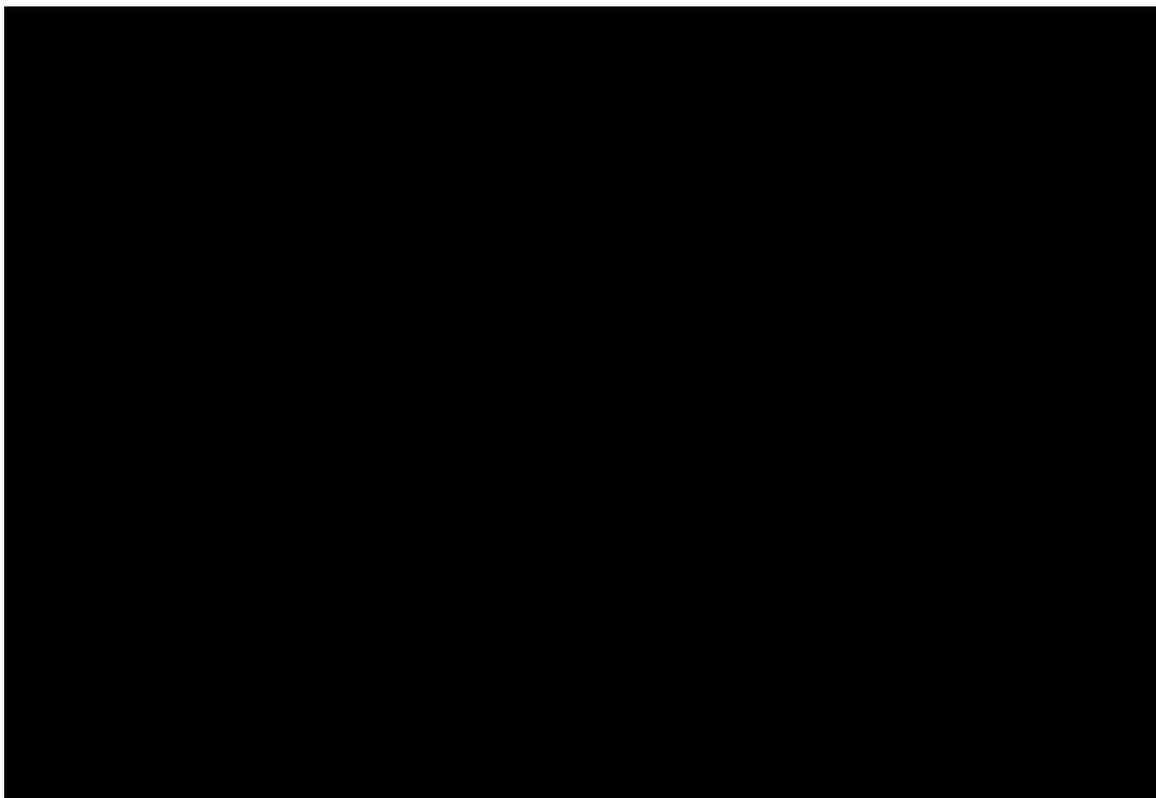


Figura 9. Valores médios da raiz quadrada do número de ácaros para a ponta TXVK- 3 com e sem eletrostática em função dos dias de avaliação, para o produto espiroclorfenolato.

Na empresa onde as plantas foram produzidas, realiza-se uma pulverização com inseticida-acaricida a cada dois dias, portanto, a elevada frequência nas aplicações de inseticidas-acaricidas contribui para a ressurgência mais rápida da população.

Na tabela 12 estão apresentados os valores médios do número de ácaros para os tratamentos em esquema fatorial e adicionais, do fator tempo para o produto espiroclorfenolato. Nota-se que pelo teste de probabilidade de Scheffé, o sétimo e o décimo quinto dia após a pulverização mostraram-se significativos e a estimativa do contraste foi

positiva. Isso mostra que, a quantidade de ácaros na planta se revelou maior nos tratamentos adicionais (testemunha) que nos tratamentos em esquema fatorial, nessas avaliações.

Tabela 12. Valores médios da raiz quadrada do número de ácaros para os tratamentos em esquema fatorial e tratamentos adicionais, para o produto espirodiclofeno.

Dias	Médias		Estimativa do contraste	Prob. Scheffé
	Fatorial	Adicionais		
0	0,787	0,927	0,141	0,9940
1	0,916	1,218	0,302	0,6750
3	1,099	0,702	-0,398	0,2960
7	0,945	1,602	0,657	0,0020**
11	1,010	1,515	0,504	0,0620
15	0,684	1,628	0,945	<0,0001**

*, ** - significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

n.s. = não significativo.

Silva et al. (2002) constataram resistência de *T. urticae* ao propargite na cultura do crisântemo conduzida no município de Holambra, SP. O teste foi realizado pelos autores com a concentração discriminatória de 40,3 ppm de ingrediente ativo (capaz de eliminar aproximadamente 100% dos indivíduos susceptíveis sem afetar os resistentes) e a mortalidade avaliada na concentração recomendada do produto (216 ppm de ingrediente ativo) para a cultura do crisântemo. No entanto, para a população teste de *T. urticae* não foi avaliada a possível resistência entre os indivíduos.

O fato de se obter baixa eficiência de controle parece estar relacionado a menores exposições da população e subdoses dos acaricidas em estudo.

A eficiência de controle do ácaro com o acaricida azociclotina com diferentes pontas e técnicas de pulverização está apresentada na tabela 13. Nas avaliações de controle do ácaro, utilizando ou não a pulverização eletrostática, a maior eficiência de controle foi obtida com a ponta AXI 110015, que apresentou índice médio de 75,7% de controle, porém esse valor é insuficiente para atestar que o uso da eletrostática à 200 L/ha com azociclotina foi eficiente no controle de *T. urticae*.

De modo geral, a porcentagem média de controle em cada época também se apresentou maior, exceto aos 7 e 11 dias após a pulverização (DAA).

Tabela 13. Eficiência de controle (%) de *Tetranychus urticae* com diferentes pontas e técnicas de pulverização até 15 dias após a aplicação do acaricida azociclotina. Botucatu, 2007.

Dias	Eletrostática	Pontas			Média
		AXI 110015	AXI 12002 TWIN	TXVK-3	
1	Sem	36,6 ¹	0,0	42,7	26,4
	Com	62,9	71,7	73,3	69,3
3	Sem	16,7	42,9	44,0	34,5
	Com	84,1	19,7	42,6	48,8
7	Sem	87,9	75,1	69,7	77,6
	Com	75,6	59,4	64,4	66,5
11	Sem	77,0	0,0	25,0	34,0
	Com	81,4	45,7	46,7	57,9
15	Sem	82,9	33,5	61,3	59,3
	Com	74,7	60,4	22,6	54,6
Média	Sem	60,3	30,3	48,5	----
	Com	75,7	51,4	49,9	----

¹ % de eficiência calculada pela fórmula adaptada de Henderson e Tilton (NAKANO, et al., 1981).

A eficiência de controle de *T. urticae* com diferentes técnicas e pontas de pulverização está apresentada na tabela 14. A porcentagem média de eficiência de controle do ácaro-rajado foi maior quando a pulverização eletrostática foi utilizada, porém em níveis de controle menores que a azociclotina, para as respectivas pontas de pulverização. Fato semelhante ocorreu com a média dentro de cada época, porém no sétimo dia após a aplicação, a pulverização convencional apresentou uma eficiência maior que a eletrostática.

Tabela 14. Eficiência de controle (%) de *Tetranychus urticae* com diferentes pontas e técnicas de pulverização até 15 dias após a aplicação do acaricida espiroclifeno. Botucatu, 2007.

Dias	Eletrostática	Pontas	Média
------	---------------	--------	-------

		AXI 110015	AXI 12002	TXVK-3	
		TWIN			
1	Sem	38,2 ¹	36,8	45,3	40,1
	Com	75,0	67,4	80,0	74,1
3	Sem	0,0	50,0	50,0	33,3
	Com	33,3	62,5	26,1	40,7
7	Sem	80,6	79,4	73,8	77,9
	Com	55,6	78,7	55,6	63,3
11	Sem	15,4	12,6	0,0	9,3
	Com	46,7	76,3	32,8	51,9
15	Sem	0,0	28,7	55,3	28,0
	Com	66,0	45,4	43,5	51,6
Média	Sem	26,8	41,5	44,9	----
	Com	55,3	66,1	47,6	----

¹ % de eficiência calculada pela fórmula adaptada de Henderson e Tilton (NAKANO, et al., 1981).

Silva et al. (1997), avaliando deposição de gotas da pulverização eletrostática e convencional sobre a cultura do algodoeiro, concluíram que na face inferior da folha houve um incremento nos depósitos foliares, assim como no presente trabalho, mas estes não foram suficientes para se recomendar o uso sistemático dessa técnica.

5 CONCLUSÕES

Baseados nos dados obtidos nas condições do presente trabalho podem ser extraídas as seguintes conclusões:

- A pulverização eletrostática promove maior deposição das gotas na superfície adaxial das folhas comparativamente à pulverização convencional.
- Quando utilizada a pulverização eletrostática, os valores médios dos depósitos do corante Rodamina B na superfície abaxial das folhas variam de acordo com o diâmetro mediano volumétrico das gotas produzidas por cada ponta de pulverização.
- As pontas AXI TWIN e AXI 11003, não se mostraram eficientes na deposição de gotas na superfície abaxial das folhas do ápice da planta com a pulverização eletrostática.
- A eficiência do controle de *Tetranychus urticae* apresentou um nível satisfatório em subdose para a ponta TXVK - 3.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEKINDERS, H., OZKAN, H.E. ; REICHARD, D.L.; CARPENTER, T.G.; BRAZEE R.D. 1992. Spray Deposit patterns of an electrostatic atomizer. *Transactions of the ASAE* 35(5):1361-1367.

ARAUJO, L.H.A.; SANTOS, R.F.; SOUSA, S.L.; QUEIROGA, V.P.; LIMA, N.J. *Avaliação da mistura com óleos vegetais para o controle do bicudo do algodoeiro, Anthonomus grandis Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae)*. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 6p. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 151).

ARNOLD A. J.; CAYLEY, G.R. DUNNE, Y.; ETHERIDGE, P.; GRIFFITHS, D.C.; PHILIPS, F. T.; PYE, B.J.; SCOTT, G. C.; VOJVODIC, P. R. Biological effectiveness of electrostatically charged rotary atomisers. I. Trials on field beans and barley, 1981. **Annual applied biology**. V. 105, p. 353-359. 1981a

ARNOLD A. J.; CAYLEY, G.R. DUNNE, Y.; ETHERIDGE, P.; GRIFFITHS, D.C.; JENKYN, J. F.; PHILIPS, F. T.; PYE, B.J.; SCOTT, G. C.; WOODCOCK, C.M.;. Biological effectiveness of electrostatically charged rotary atomisers. II. Trials with cereals, 1982. **Annual applied biology**. v. 105, p. 361-367. 1981b.

ARNOLD A. J.; CAYLEY, G.R. DUNNE, Y.; ETHERIDGE, P.; GREENWAY, A.R.; GRIFFITHS, D.C.; PHILIPS, F. T.; PYE, B.J.; RAWLINSON, C. J.; SCOTT, G. C..

Biological effectiveness of electrostatically charged rotary atomisers. III. Trials on arable crops other than cereals, 1982. **Annual applied biology**. v. 105, p. 369-377. 1981c.

BAYER, PFLANZENSCHUTZ-NACHRICHTEN; *Envidor*. Bayer CropScience, Decker Druck GmbH; Leverkusen; ISSN 0340-1723; vol.55 (73); 2002/2-3; 2002.

BERGMAN, E.C., IMENES, S. DE L., TAKENATSU, A.P. Pragas. p. 13-22. In: IMENES, S. D. L.; ALEXANDRE, M. A. V. (Coord.). *Aspectos fitossanitários do crisântemo*. São Paulo: Instituto Biológico, 1996. 47 p. (Boletim Técnico, Instituto Biológico, 5)

BORNÁS, G.; URCULLU, D. *Floricultura*. Barcelona: Salvat Editores, 1953. 512 p.

BUENO, V.H.P.; VAN LENTEREN, J.C.; SILVEIRA, L.C.P.; RODRIGUES, S.M.M. An overview of biological control in greenhouse chrysanthemums in Brazil. *IOBC/WPRS Bulletin*, v. 26, n. 1, p. 1-5, 2003.

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

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, 17p. il., 2006

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

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

ELECTROSTATIC SPRAYING SYSTEMS, INC. *What growers should know about air-assisted electrostatic spraying*. 14p. 1992.

ELECTROSTATIC SPRAYING SYSTEMS, INC. What is air-assisted electrostatic spraying? Disponível em: < [http:// www.maxcharge.com](http://www.maxcharge.com)>. Acesso em: 28 de maio de 2007.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Bocal Eletrostático. Disponível

em:<http://www.cnpma.embrapa.br/novidades/bocal_eletro.html>. Acesso em 30 de maio de 2007.

FERNANDES, A.L.T. *Monitoramento da cultura do crisântemo em estufa através do uso de lisímetro e estação agrometeorológica automatizados*. 1996. 96 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

FLECHTMANN, C.H.W. *Ácaros de importância agrícola*. 6ed. São Paulo: Nobel, 1989. 189p.

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

GRAHAM-BRYCE, I.J. Crop-protection: a consideration of effectiveness and disadvantages of current methods and the scope for improvement. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, London*, v.281, p.163-179, 1977.

GRUSZYNSKI, C. *Produção Comercial de Crisântemos: Vaso, Corte e Jardim*. Ed Agropecuária, 2001. 166p.

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

IBRAFLOR. *Ibraflor promove encontro sobre qualidade e padronização em crisântemos*. Campinas: Instituto Brasileiro de Floricultura. 1995a. p.3. (Boletim, 4)

IBRAFLOR. *Novo padrão de crisântemos de corte*. Campinas: Instituto Brasileiro de Floricultura. 1995b. p.3. (Boletim, 6)

ISENHOOR, D.J.; YERGAN, K.V. Effect of temperature on the development of *Orius insidiosus*, with note on laboratory rearing. *Annals of the Entomological Society of America, College Park*, v.74, n.1, p.114-116, 1981.

JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M.S. *Crisântemos hoje e sempre: tecnologia de produção*. Jaguariúna: HFF & Citrus, 2004. p. 25-27.

KABASHIMA, J.; GILES, D.K.; PARRELLA, M.P. Electrostatic sprayers improve pesticide efficacy in greenhouses. *California Agriculture, California Agriculture*, v.49, n.4, p.31-35, July-August. 1995.

KIYUNA, I.; FRANCISCO, V.L.F.S.; COELHO, P.J.; CASER, D.V.; ASSUMPÇÃO, R.; ÂNGELO, J.A. Floricultura brasileira no início do século XXI: o perfil do produtor. *Informações Econômicas*, São Paulo, v.34, n.4, p.14-32, 2004.

LAW, S.E.; COOPER, S.C. Electrostatic ground-rig spraying: an overview. *Weed Technology*, Lawrence, v.2, p. 94-104, 1988.

LAW, S.E., DAI, Y, COOPER, S.C. Spray deposition characteristics in cotton canopy using air-assisted electrostatic technology., In: *Proc. Beltwide Cotton Conf.*, New Orleans, LA. 10-14 Jan. 1993. Natl. Cotton Counc. Am., Memphis, n. 1993.

MARCIC, D. Sublethal effects of spiroidiclofen on life history and life-table parameters of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) *Experimental and Applied Acarology Journal*; v. 42, n.2, p. 121-129, 2007.

MATTHEWS, G.A. Electrostatic spraying of pesticides: a review. *Crop Protection*. Vol.8, p 3-15. Feb. 1989.

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

MATUO, T. Fundamentos da tecnologia de aplicação de agrotóxicos. In: *Tecnologia 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.

MENDES, S.; BUENO, V.H.P. Desenvolvimento da fase jovem de *Orius* sp. (Hemiptera: Anthocoridae) sobre diferentes presas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro. *Resumos...* Rio de Janeiro: SEB, 1998. p.819.

NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; ZUCCHI, R.A. Entomologia Econômica. São Paulo, Livroceres, 1981. 314p.

NOORDEGRAAF, C.V. Production and marketing of high quality plants. *Acta Horticulturae*, v.353, p.134-148, 1994.

OLIVEIRA, C.A.L.; OLIVEIRA, M.L. Efficiency of BAJ 2740 (Spiroidiclofen) 240 WP and 500 FW in the control of citrus leprosis mite in citrus orchard. In: International Congress of Entomology, XXI. Foz do Iguaçu. *Anais...* Embrapa Soja; Londrina. Vol 1. 664 p. 2000a.

- OLIVEIRA, C.A.L.; OLIVEIRA, M.L. Control of *Phyllocoptruta oleivora* in citrus with spirodiclofen and azocyclotin. In: International Congress of Entomology, XXI. Foz do Iguaçu. *Anais...* Embrapa Soja; Londrina. Vol 1. 664 p. 2000b.
- OLIVEIRA, C.A.L.; OLIVEIRA, M.L. Mitecide action of spirodiclofen and azocyclotin on *Polyphagotarsonemus latus* on citrus. In: International Congress of Entomology, XXI. Foz do Iguaçu. *Anais...* Embrapa Soja; Londrina. Vol 1. 664 p. 2000c.
- REIS, P.R.; NETO, M.P.; FRANCO, R.A. Controle de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) e *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tenuipalpidae, Tetranychidae) em cafeeiro e o impacto sobre ácaros benéficos. II- Spirodiclofen e Azocyclotin. *Ciência e Agrotecnologia*. Lavras, v.29, n.3, p. 528-537, 2005.
- SILVA, O.R.R.F. da; MARQUES, L.; CARVALHO, O.S.; VIEIRA, R.M. Avaliação do depósito de gotas através da pulverização eletrostática e da convencional sobre a cultura do algodoeiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*. Campina Grande, v.1, p. 101-105, 1997.
- SILVA, M.; SATO, M.E.; SOUZA FILHO, M.F.; RAGA, A. Monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae) a propargite no estado de São Paulo. *Arq. Inst. Biol.* vol. 69 (supl.) p.230-232, 2002.
- SILVEIRA, R.B.A. *Avaliação da qualidade de crisântemo (Dendranthema grandiflora) produzidos em diferentes regiões do Estado de São Paulo*. 1998. 114 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- SOARES, B.F.; MACIEL, A. J. S. Avaliação comparativa da deposição de produto fitossanitário entre um sistema de pulverização convencional e um sistema eletrostático para a cultura do algodão In: SINTAG Simpósio internacional de tecnologia de aplicação de agrotóxicos: Eficiência, Economia e Preservação da saúde humana e do ambiente, 2; Jundiá. *Anais...* Campinas IAC, 2001.
- 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.
- SUMNER, H.R., BADER, M., MULLINIX, B.G.- Chemical Application Equipment for Improved Deposition in Cotton. Dep. de Entomologia, Univ. de Geórgia, In: *The Journal of Cotton Science* v.4: 19-27, 2000.

ANEXOS

Deposição das gotas de pulverização

O modelo estatístico que descreve os dados é apresentado como se segue:

$$y_{ijklm} = \mu + a_i + b_j + ab_{ij} + e_{ijm} + p_k + pa_{ik} + pb_{jk} + pab_{ijk} + \varepsilon_{ijklm} + f_l + fa_{il} + fb_{jl} + fab_{ijl} + fp_{kl} + fpa_{ikl} + fpb_{jkl} + fpab_{ijkl} + \xi_{ijklm}$$

y_{ijklm} é o valor de deposição de corante na m-ésima repetição do i-ésimo tipo de ponta, j-ésimo nível de eletrostática, k-ésima parte da planta e l-ésima parte da folha, com $m=1, 2, 3, 4$;

μ é uma constante inerente a cada observação;

a_i é o efeito do i-ésimo tipo de ponta, com $i = 1, 2, 3, 4$;

b_j é o efeito do j-ésimo nível de eletrostática, com $j = 1, 2$;

ab_{ij} é o efeito da interação do i-ésimo tipo de ponta com o j-ésimo nível de eletrostática;

e_{ijm} é o erro experimental associado a parcela, considerado erro (a) da análise de variância, normalmente distribuído com média zero e variância σ^2 ;

p_k é o efeito da k-ésima parte da planta, com $k = 1, 2$;

pa_{ik} é o efeito da interação da k-ésima parte da planta com o i-ésimo tipo de ponta;

pb_{jk} é o efeito da interação da k-ésima parte da planta com o j-ésimo nível de eletrostática;

pab_{ijk} é o efeito da interação da k-ésima parte da planta com o i-ésimo tipo de ponta e o j-ésimo nível de eletrostática;

ε_{ijklm} é o erro experimental associado a subparcela, considerado erro (b) da análise de variância, normalmente distribuído com média zero e variância σ^2 ;

f_l é o efeito da l-ésima parte da folha, com $l = 1, 2$;

fa_{il} é o efeito da interação da l-ésima parte da folha com o i-ésimo tipo de ponta;

fb_{jl} é o efeito da interação da l-ésima parte da folha com o j-ésimo nível de eletrostática;

fab_{ijl} é o efeito da interação da l-ésima parte da folha com o i-ésimo tipo de ponta e o j-ésimo nível de eletrostática;

fp_{kl} é o efeito da interação da l-ésima parte da folha com a k-ésima parte da planta;

fpa_{ikl} é o efeito da interação da l-ésima parte da folha com a k-ésima parte da planta e o i-ésimo tipo de ponta;

fpb_{jkl} é o efeito da interação da l-ésima parte da folha com a k-ésima parte da planta e o j-ésimo nível de eletrostática;

$fpab_{ijkl}$ é o efeito da interação da l-ésima parte da folha com a k-ésima parte da planta, o i-ésimo tipo de ponta e o j-ésimo nível de eletrostática;

ξ_{ijklm} é o erro experimental associado a subsubparcela, considerado erro (c) da análise de variância, normalmente distribuído com média zero e variância.

Análise de variância para a deposição de corante, em $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, segundo um modelo de parcela subsubdividida.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (p-valor)
Ponta (P)	3	1396,7877 (<0,0001**)
Eletrostática (E)	1	1360,4632 (<0,0001**)
P x E	3	664,8663 (<0,0001**)
Erro (a)	24	3,7550
Parte da planta (Pp)	1	6691,7988 (<0,0001**)
Pp x P	3	672,0832 (<0,0001**)
Pp x E	1	377,7813 (<0,0001**)
Pp x P x E	3	201,7015 (<0,0001**)
Erro (b)	24	4,8565
Parte da folha (Pf)	1	10254,9100 (<0,0001**)
Pf x P	3	1080,5182 (<0,0001**)
Pf x E	1	705,4707 (<0,0001**)
Pf x P x E	3	531,8513 (<0,0001**)
Pf x Pp	1	4226,2519 (<0,0001**)
Pf x Pp x P	3	590,6363 (<0,0001**)
Pf x Pp x E	1	160,8769 (<0,0001**)
Pf x Pp x P x E	3	164,2763 (<0,0001**)
Erro (c)	48	4,5872
CVa (%)		16,69
CVb (%)		18,99
CVc (%)		18,45

** - significativo 1% de probabilidade.

Eficiência da pulverização no controle do ácaro-rajado

O experimento foi instalado segundo um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com oito repetições, em que os tratamentos estavam arranjados segundo um esquema de parcelas subdivididas no tempo.

O modelo estatístico que descreve os dados é apresentado como se segue:

$$y_{ijk} = \mu + a_i + e_{ij} + d_k + ad_{ik} + \varepsilon_{ijk}, \text{ em que:}$$

y_{ijk} é a raiz quadrada do número de ácaros na j-ésima repetição do i-ésimo tratamento no k-ésimo dia analisado, com $j=1, \dots, 8$;

μ é uma constante inerente a cada observação;

a_i é o efeito do i-ésimo tratamento, com $i = 1, \dots, 8$;

e_{ij} é o erro experimental associado a parcela, considerado erro (a) da análise de variância, normalmente distribuído com média zero e variância σ^2 ;

d_k é o efeito do k-ésimo dia de análise, com $k = 1, \dots, 6$;

ad_{ik} é o efeito da interação do k-ésimo dia de análise com o i-ésimo tratamento;

ε_{ijk} é o erro experimental associado a subparcela, considerado erro (b) da análise de variância, normalmente distribuído com média zero e variância σ^2 ;

Para $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$.

$$a_i = p_l + t_m + pt_{lm}, \text{ em que:}$$

p_l é o efeito do l-ésimo tipo de ponta, com $l = 1, 2, 3$;

t_m é o efeito do m-ésimo nível de eletrostática, com $m = 1, 2$;

pt_{lm} é o efeito da interação do l-ésimo tipo de ponta com o m-ésimo nível de eletrostática;

Para $i = 6, 7$.

$$a_i = g_n, \text{ em que:}$$

g_n é o efeito do n-ésimo tratamento adicional, com $n = 1, 2$.

Tabela 1 – Análise de variância para a raiz quadrada do número de ácaros, segundo um modelo de parcela subdividida, para os produtos azociclotina e espiroclorofeno.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (p-valor)	
		Azoc	Esp
Tratamentos	(7)	1,5213 (0,0007)	3,8915 (0,0001**)
Ponta (P)	2	0,4265 (0,3047)	6,1491 (0,0001**)
Eletrostática (E)	1	0,2828 (0,3734)	0,1149 (0,4817 ^{ns})
P x E	2	0,7363 (0,1325)	2,5510 (0,0001**)
Adicionais (Ad.)	1	0,4752 (0,2497)	0,4752 (0,1553 ^{ns})
Fatorial vs Ad.	1	7,5655 (0,0001)	9,2502 (0,0001**)
Erro a	56	0,3513	0,2290
Tempo (T)	5	4,6046 (0,0001)	0,8804 (0,0018**)
T x Tratamentos	(35)	0,4546 (0,0001)	0,7530 (0,0001**)
T x P	10	0,5395 (0,0026)	0,4658 (0,0252*)
T x E	5	0,3038 (0,1669)	0,6236 (0,0174*)
T x P x E	10	0,3015 (0,1171)	0,4642 (0,0258*)
T x Ad.	5	0,2051 (0,3807)	0,2051 (0,4677 ^{ns})
T x (Fat vs Ad.)	5	0,9913 (0,0002)	2,5823 (0,0001**)
Erro b	280	0,1928	0,2227

*, ** - significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

n.s. = não significativo.