

# MÁQUINAS AGRÍCOLAS

## AValiação DO DEPÓSITO DE GOTAS OBTIDO ATRAVÉS DA PULVERIZAÇÃO ELETROSTÁTICA E DA CONVENCIONAL SOBRE A CULTURA DO ALGODOEIRO<sup>1</sup>

Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva<sup>2</sup>, Luiz Marques<sup>3</sup>, Orozimbo Silveira Carvalho<sup>2</sup>  
e Robson de Macêdo Vieira<sup>2</sup>

### RESUMO

Dois ensaios de campo foram conduzidos nos municípios de Monteiro, PB, e Surubim, PE, Brasil, no ano agrícola de 1992, com o objetivo de se avaliar a pulverização eletrostática frente à convencional, na cultura do algodoeiro, em duas fases de desenvolvimento das plantas, aos 30 e 80 dias após a germinação, sob condições de sequeiro. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com cinco repetições e esquema de análise fatorial ( $23 \times 32 + 1$ ) sendo 23 representando os fatores pulverização, pressão e faces da folha (superior e inferior); (32): posição e altura da planta (1): testemunha. A cultivar foi a CNPA precoce 1, plantada no espaçamento de 1m entre fileiras, com 50.000 pl/ha. Para a coleta das populações de gotas, utilizaram-se etiquetas hidrossensíveis e, para a sua caracterização, empregou-se um analisador de imagem, o Optomax V. A análise dos dados de gotas/cm<sup>2</sup> e a percentagem de área coberta demonstraram que na face superior das folhas do algodoeiro não houve diferença significativa entre as pulverizações estudadas, porém a pulverização eletrostática apresentou maior número de impactos na face inferior, possivelmente pela atração da gota carregada eletricamente pelo objeto de tratamento; entretanto, tal procedimento não permite uma difusão sistemática desta técnica para o cultivo do algodão, nas condições em que se realizaram os ensaios.

**Palavras-chave:** algodão, pulverização convencional, pulverização eletrostática, depósito de gotas

### EVALUATION OF DROPLET DEPOSITION BY ELECTROSTATIC AND CONVENTIONAL SPRAYING ON COTTON CANOPY

### ABSTRACT

Two trials were carried out to evaluate the performance of electrostatic against conventional spraying on cotton canopy after 30 and 80 days of emergence. A factorial ( $23 \times 32 + 1$ ) arranged as a completely random design was used for the treated area. Cotton cultivar used was CNPA Precoce 1 which was planted in a configuration of 1m between lines with 5 plants/m within the line. The analysis of the data showed that in the superior surface of cotton leaf there was no significant differences among the treatments, however, the electrostatic spraying presented a higher number of impacts on the inferior surface probably because of the attraction of the electrical charged droplets by the treating object.

**Key words:** cotton, conventional spraying, electrostatic spraying, droplets deposition

<sup>1</sup>Parte de trabalho de tese de Doutorado realizado na Universidad Politécnica de Madrid/Espanha.

<sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Algodão - CP 174 - CEP: 58107/720 - Campina Grande, PB, Brasil.

<sup>3</sup>Prof. Dr. Dep. Engenharia Rural na Universidad Politécnica de Madrid/Espanha.

## INTRODUÇÃO

Várias técnicas estão sendo incorporadas à pulverização hidráulica por pressão do líquido, visando melhorar o seu desempenho através de uma distribuição mais uniforme e de cobertura suficiente na superfície de tratamento. Entre essas técnicas pode-se destacar a introdução de um fluxo laminar de ar, próximo e na mesma direção do jato do bico, com a finalidade de criar uma barreira protetora aos efeitos da deriva do vento permitindo, assim, operar-se com velocidades mais elevadas (Cooke *et al.* 1990 e Nordbo, 1992). Uma outra técnica em experimentação é a incorporação de cargas eletrostáticas nas gotas produzidas por bicos hidráulicos, com o fim de se criar forças complementares capazes de alterar a sua trajetória, principalmente das de pequeno diâmetro, que estão constantemente sujeitas ao arraste pelo vento (Law, 1978; Coffee, 1979; Law, 1983; Hussain & Moser, 1986 e Matthews, 1989).

Existem três sistemas capazes de promover o carregamento elétrico da gota: o corona ou de ionização, o de contato e o de indução. A ionização se consegue introduzindo-se um eletrodo de alta tensão, próximo ao jato do bico (Hussain & Moser, 1986); o sistema de contato utiliza um eletrodo de alta tensão, conectado diretamente no bico (Coffee, 1979 e Matthews, 1989) e o método de indução consiste em se colocar eletrodos de alta tensão junto ao bico, nas proximidades da zona de formação das gotas. Os eletrodos induzem ao carregamento elétrico das gotas e estas são atraídas pelo objeto de tratamento, por cargas de sinal contrário. (Law, 1978; Marchant & Green, 1982; Matthews, 1989).

Utilizando a técnica de indução, o EX-NIAE (National Institute of Agricultural Engineering) Inglaterra, atual (Silso e Research Institute) desenvolveu, recentemente, o sistema SYSTEM EXACT, que utiliza dois eletrodos retangulares em alta tensão para formar um campo magnético e permitir o carregamento elétrico das gotas produzidas por bicos do tipo leque, com qualquer formulação. Envolvendo o sistema de indução existem dois protetores de plástico para evitar a interferência do vento no jato e a dissipação de elétrons (Pay, 1985 e Phillips *et al.* 1988).

Considerando-se que o algodão tem grande importância econômica a nível nacional e que é uma das culturas mais susceptíveis ao ataque de pragas, muitas das quais se localizam na face inferior da folha, o que torna difícil seu controle requerendo, portanto, grandes quantidades de inseticida, a técnica preconizada pelo SYSTEM EXACT pode resultar interessante para melhorar, com baixos incrementos nos custos, o desempenho dos sistemas tradicionais de aplicação. Neste sentido, avaliou-se, em campo de algodão e na fase de aparecimento dos botões florais e final da floração, a pulverização eletrostática frente à convencional e a uma testemunha, que é a forma como o agricultor realiza a pulverização, através da análise das populações de depósito de gotas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido nos Campos Experimentais de Surubim, PE, e Monteiro, PB, pertencentes ao Centro Nacional de Pesquisa de Algodão-EMBRAPA/Campina Grande, PB, no

ano de 1992. Utilizou-se a cultivar CNPA-Precoce 1, no espaçamento de 1,00 x 0,20m, em condições de sequeiro. Os tratamentos constituíram-se dos seguintes:

- pulverização convencional (sem carga elétrica e com bico tipo leque) submetida às pressões de 300 e 400kPa.
- pulverização eletrostática (com carga elétrica e bico tipo leque) submetida às pressões de 300 e 400kPa.
- pulverização com bico tipo cone, conforme o sistema usado pelo agricultor, representando a testemunha.

Para se testar o efeito dos tratamentos utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, distribuído em esquema fatorial de  $24 \times 3 + 1$ , para o algodão aos 30 dias após a germinação, representando os fatores: 24, pulverização, pressão, posição da etiqueta na folha e zona da planta, em dois níveis; 3, representa as posições da etiqueta na planta em três níveis e 1, a testemunha e  $23 \times 32 + 1$ , para algodão com 80 dias após a germinação, sendo 23, pulverização, pressão, posição da etiqueta na folha, em dois níveis; 32, as posições da etiqueta na planta e 1, a testemunha (Snedecor & Cochran 1970). O tamanho da parcela foi de 10 e 2m<sup>2</sup>, respectivamente, para as áreas total e útil.

Para a análise da pulverização as plantas com 80 dias foram divididas em três alturas; zona superior, média e inferior e, para 30 dias, em zonas superior e inferior. Em cada zona foram colhidas amostras dos tratamentos dos lados direito e esquerdo e da parte central da planta, com a finalidade de se atingir melhor o lugar de ataque das pragas e verificar a eficácia de cada tipo de pulverização. A combinação da zona da planta com a posição da etiqueta na planta e a face da folha, com a pulverização convencional e eletrostática, permitiu a determinação de 72 tratamentos para algodão aos 80 dias do ciclo. Para esta mesma combinação, no algodão de 30 dias o número de tratamentos foi de 48, conforme estudos realizados nas zonas superior e inferior.

O pulverizador utilizado para as pulverizações convencional e eletrostática foi do tipo costal, com pressão constante (CO<sub>2</sub>) equipado com bico tipo leque XR Teejet (XR11001-VS) da Spraying Systems, cuja vazão nominal era de 0,39 l/min a 3 bar de pressão. O volume aplicado para a cultura com 30 dias foi de 56,0 e 62,5 l/ha e, para os 80 dias, de 67,5 e 75 l/ha, para as pressões de 3 e 4 bar, respectivamente. Para a testemunha utilizou-se um pulverizador costal manual equipado com bomba de pistão, que aplicou um volume de 52 l/ha para algodão de 30 dias e 62 l/ha para o de 80 dias. Em ambos os pulverizadores acoplou-se, na lança de pulverização, junto à válvula de controle, se um manômetro (escala de 50 kPa) para inspeção da pressão de trabalho.

Para a pulverização eletrostática incorporou-se, ao pulverizador, um dispositivo eletromagnético «Sistema Exact», instalado no extremo da lança, para induzir carga elétrica nas gotas através de dois eletrodos separados de 6mm, localizados próximo ao bico, na saída do jato de pulverização. A voltagem foi obtida por meio de um transformador em estado sólido, que utilizava 6 pilhas alcalinas tipo LR20 - E95 AM1 - D, de 1,5 volt para produzir um potencial de -4,5 kV com 2 mA.

Para a coleta das amostras das populações de gotas utilizaram-se etiquetas hidrossensíveis, com 26 x 76mm de

dimensão, colocadas nas faces superior e inferior ao longo da nervura principal da folha. As etiquetas apresentavam cor amarela, mas se transformavam em cor cinza ao receberem o impacto da gota. Para se determinar o tamanho real da gota aplicou-se fator de correção recomendado por Ciba Geigy (1985).

As populações de gotas foram caracterizadas através dos seguintes parâmetros: número de gotas por unidade de área (gotas/cm<sup>2</sup>), porcentagem de área coberta pelas gotas e diâmetro médio volumétrico (VMD). Para estas caracterizações foi utilizado um analisador de imagem modelo OPTOMAX V, da AMS (Analytical Measuring Systems, Cambridgeshire, England) que capta a imagem contrastada das gotas de cor cinza com a do substrato de cor amarela, através de uma câmara de vídeo, e a emite a um monitor onde as gotas são digitalizadas e armazenadas em uma memória para se proceder à discriminação das populações de gotas através de diferentes níveis de intensidade da cor cinza. Os resultados eram enviados a um computador que classificava e processava os cálculos estatísticos. Os dados obtidos referem-se às populações de gotas em estado estático, ou seja, após a sua deposição no alvo da pulverização.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Resultados obtidos com algodão aos 30 dias após a germinação

Na Tabela 1 são apresentados os valores do número de gotas/cm<sup>2</sup>, obtidos com distintas pulverizações, quando se observa que, na zona superior, a testemunha apresentou maior número de impactos seguido dos tratamentos eletrostáticos. Na zona inferior todos os tratamentos apresentaram valores semelhantes com relação ao número de gotas. Quanto ao comportamento entre zonas verificou-se, em todos os tratamentos, sensível declínio da cobertura, ao passar da zona superior para a inferior havendo, no entanto, diferença significativa da testemunha e do tratamento eletrostático a 400kPa de pressão. Com os resultados, esperava-se obter maior eficiência dos tratamentos eletrostáticos, mas isto não ocorreu devido, provavelmente, à baixa tensão de indução de carga na gota, ou seja, a carga não era suficientemente grande para que a gota fosse atraída com eficiência pelas folhas em todas as zonas da planta. Tais resultados são concordantes com os obtidos por Adans & Palmer (1986) e Zeren & Moser (1988) que realizaram estudo semelhante utilizando o pulverizador costal motorizado na cultura do algodão. Já na face inferior da folha, Tabela 2, os tratamentos eletrostáticos demonstraram ser superiores aos convencionais e à testemunha, cujos valores médios obtidos para 300kPa foram de 3 impactos/cm<sup>2</sup> para a pulverização convencional e de 4,3 para a eletrostática. Os valores obtidos para 400kPa foram de 1,1 para a convencional, de 4,5 para a eletrostática e de 1 para a testemunha.

Tabela 1. Valores médios de cobertura (gotas/cm<sup>2</sup>) obtidos na face superior da folha, com diferentes pulverizações, recolhidos sobre etiqueta hidrossensível, em diferentes zonas da planta de algodão com 30 dias após a germinação

Zona da planta	PULVERIZAÇÃO				
	300kPa		400kPa		TESTE.
	CONV.	ELECT.	CONV.	ELECT.	
SUP.	61Ab*	63Ab	56Ab	70Aab	89Aa
INF.	49Aa	40Aa	48Aa	48Ba	41Ba
Média	55	52	52	59	65

\* Os valores seguidos da mesma letra maiúscula, nas colunas, e minúsculas, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade

Tabela 2. Valores médios de cobertura (gotas/cm<sup>2</sup>) obtidos na face inferior da folha, com diferentes pulverizações, recolhidos sobre etiqueta hidrossensível, em diferentes zonas da planta de algodão com 30 dias após a germinação

Zona da planta	PULVERIZAÇÃO				TESTE.
	300kPa		400kPa		
	CONV.	ELECT.	CONV.	ELECT.	
SUP.	4,0	5,0	1,0	7,0	2,0
INF.	2,0	3,5	1,3	2,0	0,0
Média	3,0	4,3	1,1	4,5	1,0

Pelos dados contidos na Tabela 3 observa-se que, com relação à percentagem da área coberta, dentro de cada zona não houve diferença significativa entre os tratamentos e, quando se compararam as zonas, a testemunha e o tratamento eletrostático (400kPa) e os valores da zona superior diferiram dos da zona inferior; para os demais tratamentos não se detectou efeito significativo entre as zonas; tais resultados são concordantes com os obtidos por Zeren & Moser (1988) na cultura do algodão e Robinson & Garnet (1984) e Phillips *et al.* (1988) em cereais de inverno.

Tabela 3. Valores médios de cobertura (% de área coberta) obtidos na face superior da folha com diferentes pulverizações, sobre etiqueta hidrossensível, em diferentes zonas da planta de algodão com 30 dias após a germinação

Zona da planta	PULVERIZAÇÃO				TESTE
	300kPa		400kPa		
	CONV.	ELECT.	CONV.	ELECT.	
SUP.	2,9 Aa <sup>†</sup>	2,9 Aa	3,2 Aa	3,8 Aa	3,4 Aa
INF.	2,4 Aa	1,8 Aa	2,4 Aa	2,3 Ba	1,3 Ba
Média	2,7	2,4	2,8	3,1	2,4

† Os valores seguidos da mesma letra maiúscula, nas colunas, e minúscula, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade

Na Tabela 4 estão contidos os valores de VMD (mm) na qual se observa que na zona superior os tratamentos de 300kPa de pressão apresentaram valores significativamente superiores em relação aos de 400kPa e da testemunha. Quanto ao tamanho de gotas encontrado para as diferentes zonas, verificaram-se diferenças significativas da zona superior em relação à inferior da planta; possivelmente, isto seja devido aos efeitos dos fatores atmosféricos sobre o comportamento das gotas, como foi constatado por Arnold *et al.* (1984) e Adans e Palmer (1986) em estudo da técnica eletrostática em cereais e em hortaliças, respectivamente.

Tabela 4. Valores médios de VMD (mm) obtidos na face superior da folha, com diferentes pulverizações sobre etiqueta hidrossensível, em diferentes zonas da planta de algodão com 30 dias após a germinação

Zona da planta	PULVERIZAÇÃO				TESTE.
	300kPa		400kPa		
	CONV.	ELECT.	CONV.	ELECT.	
SUP.	419 Aa <sup>†</sup>	415 Aa	376 Ab	379 Ab	340 Ac
INF.	367 Ba	357 Bab	325 Bb	349 Ba	268 Bc
Média	393	387	350	364	304

† Os valores seguidos da mesma letra maiúscula, nas colunas, e minúscula, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade

### Resultados obtidos com algodão aos 80 dias após a germinação

Os resultados contidos na Tabela 5 mostram que nas três zonas do estudo os tratamentos apresentaram comportamento similar quanto ao número de impactos de gota; por outro lado, verificou-se tendência de decréscimo nos valores ao se passar da zona superior para a inferior, de acordo com o nível considerado. De forma geral, esses resultados assemelham-se aos obtidos com algodão aos 30 dias e, portanto, os motivos da baixa eficiência dos tratamentos eletrostáticos foram comentados naquele segmento; já na face inferior da folha os tratamentos eletrostáticos demonstraram superioridade em relação ao

convencional e à testemunha. Os valores médios obtidos para 300kPa de pressão foram de 0,1 impacto/cm<sup>2</sup> para a pulverização convencional e de 3,6 para a eletrostática; para a pressão de 400kPa foram de 1,4 para a convencional, de 9,0 para a eletrostática e de 0,2 para a testemunha (Tabela 6).

Tabela 5. Valores médios de cobertura (gotas/cm<sup>2</sup>) obtidos na face superior da folha com diferentes pulverizações, sobre etiqueta hidrossensível, em diferentes zonas da planta com 80 dias após a germinação

Zona da planta	PULVERIZAÇÃO				
	300kPa		400kPa		TESTE.
	CONV.	ELECT.	CONV.	ELECT.	
SUP.	69 Ab <sup>p</sup>	71 Aa	63 Aa	71 Aa	73 Aa
MED.	56 Aa	54 Ba	56 ABa	49 Ba	53 Ba
INF.	33 Ba	35 Ca	42 Ba	46 Ba	33 Ca
Média		53	54	55	53

b/ Os valores seguidos da mesma letra maiúscula, nas colunas, e minúscula, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade

Tabela 6. Valores médios de cobertura (gotas/cm<sup>2</sup>) obtidos na face inferior da folha com diferentes pulverizações, sobre etiqueta hidrossensível, em diferentes zonas da planta de algodão com 80 dias após a germinação

Zona da planta	PULVERIZAÇÃO				
	300kPa		400kPa		TESTE.
	CONV.	ELECT.	CONV.	ELECT.	
SUP.	0,3	8,3	4,3	23,0	0,7
MED.	0,0	2,1	0,0	3,3	0,0
INF.	0,0	0,3	0,0	0,7	0,0
Média	0,1	3,6	1,4	9,0	0,2

Na Tabela 7 são apresentados os valores médios de percentagem de área coberta de cada tratamento e se observa que não houve diferença significativa entre os valores em cada zona da planta; no entanto, identificou-se redução na cobertura a medida em que decrescia a zona chegando, em alguns casos, a ser significativa. Esses resultados são concordantes com os obtidos por Zeren & Moser (1988).

Tabela 7. Valores médios de cobertura (% de área coberta) obtidos na face superior da folha com diferentes pulverizações sobre etiqueta hidrossensível, em diferentes zonas da planta de algodão com 80 dias após a germinação

Zona da planta	PULVERIZAÇÃO				
	300kPa		400kPa		TESTIGO
	CONV.	ELECT.	CONV.	ELECT.	
SUP.	4.4 Aa <sup>p</sup>	5.0 Aa	3.5 Aa	5.1 Aa	3.9 Aa
INF.	2.9 Aba	3.3 ABa	2.7 Aa	2.7 Ba	2.3 ABa
	1.4 Ba	1.8 Ba	2.1 Aa	2.3 Ba	1.4 Ba
Média	2.9	3.4	2.8	3.4	2.4

b/ Os valores seguidos da mesma letra maiúscula, nas colunas, e minúscula, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade

A Tabela 8 contém os dados médios do VMD, os quais apresentaram, na zona superior, valores semelhantes para todos os tratamentos; na zona média os tratamentos convencionais e eletrostáticos para 300kPa apresentaram os maiores valores e, na inferior, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Em todos eles há tendência de redução do VMD, a medida em que a pressão de pulverização aumenta, verificou-se esta mesma tendência ao mesmo tempo em que a zona decrescia; isto ocorreu devido, provavelmente, aos efeitos dos fatores atmosféricos sobre o comportamento das gotas, como foi constatado por Arnold *et al.* (1984) e Adans & Palmer (1986).

Tabela 8. Valores médios do VMD (mm) obtidos na face superior da folha com diferentes pulverizações sobre etiqueta hidrossensível, em diferentes zonas da planta de algodão com 80 dias após a germinação

Zona da planta	PULVERIZAÇÃO				
	300kPa		400kPa		TESTE.
	CONV.	ELECT.	CONV.	ELECT.	
SUP.	445 Aa <sup>p</sup>	436 Aa	419 Aa	430 Aa	417 Aa
MED.	393 Ba	389 Ba	378 Bab	342 Bb	340 Bb
INF.	309 Ca	339 Ca	343 Ca	334 Ba	304 Ca
Média	382	388	380	367	354

b/ Os valores seguidos da mesma letra maiúscula, nas colunas, e minúscula, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade

## CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

1. A carga elétrica induzida pela técnica System Exact sobre a pulverização realizada com o pulverizador hidráulico costal de pressão constante no cultivo do algodão aos 30 e 80 dias após a germinação, não foi suficiente para aumentar a capacidade de depósito de gotas (gotas/cm<sup>2</sup>) e porcentagem da área coberta em diferentes alturas na face superior da folha da planta, quando comparada com a pulverização convencional e com a que utiliza bico tipo cone.

2. Na face inferior da folha da planta houve incremento nos depósitos de gota, mas este resultado não é suficiente para se recomendar o uso sistemático desta técnica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADANS, A.J.; PALMER, A. Deposition patterns of small droplets applied to a tomato crop using the ulvafan and two prototype electrostatic sprayers. **Crop Protection**, v.5, p.358-364, 1986.
- ARNOLD, A.J.; CAYLEY, G.R.; DUNNE, Y.; ETHERIDGE, P.; GREENWAY, A.R.; GRIFFITHS, D.C.; PHILLIPS, F.T.; PYE, B. J.; RAWLINSON, C.J. y SCOTT, G.C. Biological effectiveness of electrostatically charged rotari atomisers. III Trials on arable crops other than cereals, 1982. **Annals of Applied Biology**, v.105, p.369-377, 1984.
- CIBA-GEIGY. **Water-sensitive paper for monitoring spray distribution**. Basle/Switzerland, Spraying Systems, 1985. 16p.
- COFFEE, R. A. Electrodynamic energy: a new approach to pesticide application. In: BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE-PEST AND DISEASES, 1979, England. **Proceedings**. England., 1979. p.777-789
- COOKE, B.K. HISLOP, E.C.; HERRINGTON, P.J.; WESTERN, N.M.; HUMPHESRSON-JONES, F. Air-assisted spraying of arable crops, in relatio to deposition, drift and pesticide performance. **Crop Protection**, V. 9, p.303-311, 1990.
- HUSSAIN, D.; MOSER, E. Some fundamentales of electrostátic spraying. **Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America**, v. 17, p.39-45, 1986.
- LAW, S. E. Embedded-electrode electrostatic-induction spray-charging nozzle: theoretical and engineering design. **Transaction of the ASAE**, v. 21, p.1096-1104, 1978.
- LAW, S.E. Electrostatic pesticide spraying: concepts and practice. **IEEE Transaction on Industry Applications**, v.19, p.160-168, 1983.
- MARCHANT, J. A.; GREEN, R. An electrostatic charging system for hydraulic spray nozzles. **Journal Agricultural Engieenerig Resource**, v.27, p.309-319, 1982.
- MATTHEWS, G.A. Electrostaticspraying of pesticides: a review. **Crop Protection**, v. 8, p.3-15, 1989.

- NORDBO, E. Effects of nozzle size, travel speed and air assistance on deposition on artificial vertical and horizontal targets in laboratory experiments. **Crop Protection**, v.11, p.272-277, 1992.
- PAY, C.C. System ES, An electrostatic spraying systems 1984 U.K. trials. In: **Application and biology**. Croydon England: British Crop Protection Council, 1985. p.75-85 (Monograph 28).
- PHILLIPS, M.C.; PAVELEY, N. y HARRIS, P. Biological efficiency of electrostatically charged sprays applied by hydraulic nozzles to cereal crops. **Crop Protection**, v.7, p.125-130, 1988.
- ROBINSON, T.H.; GARNETT, R.P. The influence of electrostatic charging, drop size, and volume of application on the deposition of propiconazole and its resultant control of cereal diseases. In: Proceedings, 1984, BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE, 3., 1984, [S.I.] **Pests and diseases**, p.1057-1066.
- SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W.G. **Metodos estadísticos aplicados a la investigación agrícola y biológica**. México: Continental, Mexico., 1970. 627p.
- ZEREN Y.; MOSER, E. Effects of electrostatic charging and vertical air current on deposition of pesticide on cotton plant canopy. **Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America**, v.19, p.55-60, 1988.