

DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE PULVERIZADOR
ELETROHIDRODINÂMICO. 2 — AVALIAÇÃO DO SEU
COMPORTAMENTO NO CONTROLE DE TRIPS
(*Enneothrips flavens*) MOULTON, 1941) do AMENDOIM
(*Arachis hypogaea* L.)*

Aldemir CHAIM **
Tomomassa MATUO ***
Alpeu de ALMEIDA ****

RESUMO: Um protótipo de pulverizador eletrohidrodinâmico foi comparado com um pulverizador com disco rotativo e com um pulverizador convencional, no controle de trips (*Enneothrips flavens*, Moulton), através da aplicação de deltamethrin em dois ensaios de campo. Os três pulverizadores tiveram comportamento semelhante no controle do inseto, sendo que a produção de vagens do segundo ensaio não mostrou diferenças estatísticas ao nível de 5% de probabilidade entre os três pulverizadores testados. O pulverizador eletrohidrodinâmico mostrou vantagens logísticas devido ao menor volume de pulverização.

UNITERMOS: Pulverização eletrostática; pulverização eletrohidrodinâmica; trips; amendoim.

INTRODUÇÃO

A presença de carga elétrica em gotas pequenas possibilita maior coleta pelo alvo, pois a força de atração eletrostática vence as forças repulsivas presentes na superfície dos alvos, além de proporcionar às gotas a habilidade de se depositarem na página inferior das folhas. Isso resulta numa maior coleta pelo alvo^{1,5,6} e possibilita diminuir a quantidade de princípio ativo normalmente necessária nas aplicações pelo processo convencional^{4,7,9}.

CHAIM *et alii*² desenvolveram um

protótipo de pulverizador eletrohidrodinâmico, com boas características na produção de gotas eletricamente carregadas. O presente trabalho tem como objetivo avaliar o comportamento do citado protótipo, no controle de trips (*Enneothrips flavens*, Moulton, 1941) do amendoim (*Arachis hypogaea* L.)

MATERIAL E MÉTODOS

Foram montados dois ensaios de campo para avaliar o comportamento do pulverizador eletrohidrodinâmico em relação

* Trabalho realizado com auxílio da FAPESP — Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor.

** Ex-aluno do Curso de Pós-Graduação em Agronomia — Produção Vegetal — Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias — UNESP — 14870 — Jaboticabal — SP.

*** Departamento de Defesa Fitossanitária — Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias — UNESP — 14870 — Jaboticabal — SP.

**** Departamento de Ciências Exatas — Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias — UNESP — 14870 — Jaboticabal — SP.

a outros métodos. A cultura escolhida foi o amendoim, por apresentar a praga chave, o trips, em posição favorável à recepção de gotas com carga elétrica, pois ocupam os ponteiros dos ramos.

No primeiro ensaio, a cultura foi instalada no dia 27 de dezembro de 1982 e foi conduzida segundo as práticas culturais normais da região, com adubação, capinas e proteção contra doenças foliares.

O inseticida utilizado foi o deltamethrin, sendo a formulação UBV, contendo 0,4% de ingrediente ativo (Decis UBV-Hoechst), empregada na aplicação com o pulverizador eletrohidrodinâmico e pelo pulverizador com disco rotativo, e a formulação CE, contendo 2,5% de ingrediente ativo (Decis CE - Hoechst), para a aplicação a alto volume.

O pulverizador com disco rotativo empregado foi o Micron ULVA, calibrado para aplicar 2,5 l da formulação UBV por hectare. A rotação do disco durante a aplicação foi aproximadamente de 8000 rpm. Durante a aplicação, a parcela foi cercada com pano, em todo o seu perímetro, até a altura de 50cm acima das plantas, para evitar que as gotas atingissem as parcelas vizinhas.

A pulverização a alto volume foi realizada por meio de pulverizador de pressão constante, propellido a gás carbônico, a 275.600 N/m² (40 lbf/pol²), utilizando-se o bico D4-25 e empregando-se 192 l de calda por hectare. A concentração utilizada foi de 0,0208% do produto comercial, de tal forma a manter os mesmos 10g de ingrediente ativo por hectare dos outros métodos testados.

O pulverizador eletrohidrodinâmico (EHD) foi calibrado para aplicar 2,5 litros da formulação UBV por hectare e, em outro tratamento, metade deste volume. A voltagem do aparelho foi mantida em 19 kv.

O tamanho das gotas produzidas pelo pulverizador ULVA e pelo pulverizador eletrohidrodinâmico foi determinado em

lâminas revestidas de óxido de magnésio, conforme metodologia já descrita².

As gotas produzidas pelo pulverizador hidráulico foram amostradas através do emprego da técnica da matriz graxa descrita por MATTHEWS⁸, com o bico pulverizador mantido a 40cm de altura da superfície amostradora, e o tamanho das gotas foi determinado pelo mesmo processo descrito anteriormente².

As aplicações do inseticida foram feitas em 7/2/83 e 16/3/83. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 5 tratamentos e 6 repetições, com um total de 30 parcelas, cada uma constituída de 5 linhas de 5 metros de comprimento. Os tratamentos do ensaio foram os seguintes: (1) Aplicação de 2,5 litros de deltamethrin UBV por hectare (10 g i.a./ha) através do pulverizador de disco rotativo ULVA; (2) Aplicação de 400 milímetros de deltamethrin CE por hectare (10 g i.a./ha) através do pulverizador convencional, com consumo de 192 litros de calda; (3) Aplicação de 2,5 litros de deltamethrin UBV por hectare (10 g i.a./ha) através do pulverizador EHD; (4) Aplicação de 1,25 litros de deltamethrin UBV por hectare (5 g i.a./ha) através do pulverizador EHD; (5) Testemunha (sem aplicação).

As avaliações foram efetuadas contando-se o número de trips em amostras de 10 folhas de ponteiro, coletadas de 10 plantas das 3 linhas centrais de cada parcela. As contagens de trips foram efetuadas nas seguintes ocasiões: imediatamente antes da 1.^a aplicação e dois dias após; imediatamente antes da 2.a aplicação, um dia após e doze dias após.

O número de trips presente na parcela após a aplicação, cotejado contra o número dos mesmos presentes antes da aplicação, levando-se em conta também a variação das parcelas testemunhas, foi calculado com o emprego da fórmula de HENDERSON & TILTON³ e expresso em porcentagem de controle.

Neste ensaio não foi avaliada a produtividade da cultura.

O segundo ensaio de campo foi instalado em 25 de outubro de 1983 e conduziu do segundo as práticas já descritas.

Utilizou-se a formulação UBV contendo 0,4% de ingrediente ativo de deltamethrin (Decis UBV — Hoechst) em aplicação com o pulverizador eletrohidrodinâmico. Para o pulverizador com o disco rotativo utilizou-se a formulação de Decis CE, contendo 2,5% de deltamethrin, diluída em água, acrescido de anti- evaporante (OED - Hokko), na proporção de 1% em relação ao volume aplicado. Para a aplicação a alto volume, utilizou-se somente o Decis CE (2,5%) diluído em água.

O pulverizador com disco rotativo empregado foi o Micron ULVA, gastando um volume de 16,7 litros de calda por hectare, a uma velocidade de aplicação de 3,6 km/h. A rotação do disco durante a aplicação foi de 7800 rpm.

A pulverização a alto volume foi feita com um pulverizador costal manual (Jacto PJH), utilizando-se o bico JD 14-2, gastando-se 200 litros de calda por hectare, a uma velocidade de 3,6 km/h.

O pulverizador eletrohidrodinâmico foi calibrado sempre imediatamente antes de cada aplicação, a uma vazão de 4,5 m³/min. A variação das dosagens de aplicação foi feita mediante a variação na velocidade da aplicação. Assim, gastaram-se 1,25 l/ha da formulação UBV, a uma velocidade de aplicação de 3,6 km/h; 1,88 l/ha a uma velocidade de 2,7 km/h e 2,5 m³/ha a uma velocidade de 1,3 km/h. O aparelho operou com a fonte n.º 1 regulada em 20 kV e esta regulagem foi feita sempre antes da pulverização de cada parcela. Devido a problemas técnicos surgidos com a fonte de alta tensão n.º 1, as duas últimas aplicações foram feitas utilizando-se a fonte de alta tensão n.º 2 regulada em 20 kV. As duas fontes de alta tensão utilizadas nos ensaios de campo,

estão descritas por CHAIM *et alii*.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 9 tratamentos e 4 repetições, cada parcela constituída de 5 linhas de 10 metros de comprimento.

Neste experimento, as pulverizações para cada tratamento foram feitas quando a população do inseto atingia o nível de um trips por foliolo, na média de 40 folíolos coletados na área útil da parcela.

A colheita foi feita em 31/01/1984, arrancando-se as plantas contidas em 6 metros lineares de linha central de cada parcela. A produção foi expressa em quilogramas de vagens por hectare, com umidade ajustada para 12%. Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística com aplicação do teste F a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tamanho e uniformidade das gotas produzidas pelos equipamentos empregados nos dois ensaios de campo podem ser vistos na Tabela 1.

Observa-se no primeiro ensaio que as gotas produzidas com o pulverizador convencional são grandes, com vmd de 490 μ m, desuniformes, com coeficiente r igual a 3,92. Existem, na amostra, gotas tão pequenas quanto 30 μ m ao lado de 680 μ m. O pulverizador com disco rotativo ULVA, utilizando a formulação de Decis UBV 0,4%, necessitou ser especialmente calibrado a uma vazão de 2,5 m³/min, que é muito menor que a vazão normalmente empregada pelo aparelho, a fim de poder fornecer os 10 g de ingrediente ativo por hectare, que os outros pulverizadores aplicaram no teste de campo, e isto provocou uma sensível redução no tamanho das gotas produzidas. As gotas produzidas por tal aparelho foram uniformes com coeficientes de dispersão r igual a 1,33 enquadrando-se, portanto, na classificação de aplicação CDA. O protótipo eletrohidrodinâmico produziu gotas com ta-

TABELA 1 — Tamanho e uniformidade das gotas produzidas pelos pulverizadores convencionais, disco rotativo e protótipo eletrohidrodinâmico utilizados nos dois ensaios de campo.

Pulverizador	Líquido Testado	Vazão (ml/mir)	Pressão Rotação Voltagem	vmd (µm)	nmd (µm)	r*
<i>1.º Ensaio</i>						
Convencional Bico D4-25	Água	690	275.600 N/m ²	490	125	3,92
Disco-rotativo ULVA	Decis UBV	2,5	8.000 rpm	53	40	1,33
Eletrohidrodinâmico EHD	Decis UBV	2,5	19 kV	56	50	1,12
<i>2.º Ensaio</i>						
Convencional Bico JD 14-2	Água	600	...	120	60	2,00
Disco Rotativo ULVA	Água 99% + OED 1%	60	7.800 rpm	96	64	1,50
Eletrohidrodinâmico EHD	Decis UBV	4,5	20 kV	125	114	1,10

* Coeficiente de dispersão: $r = vmd/nmd$.

manho semelhante ao ULVA, porém com maior uniformidade.

No segundo ensaio, o bico convencional empregado foi o bico JD 14-2, que produz gotas menores que o bico D4-25 utilizado no ensaio anterior. O pulverizador rotativo, por sua vez, foi operado em regime de vazão normal, empregando-se a formulação CE acrescida de antievaporante. O pulverizador eletrohidrodinâmico operou também em regime de vazão maior, de 4,5 ml/min. Com essas modificações, o tamanho das gotas produzidas pelos três pulverizadores em teste tornaram-se mais próximos, neste segundo ensaio (Tabela 1).

A Tabela 2 mostra o controle de trips do amendoim obtido com os três tipos de pulverizadores, no primeiro ensaio. O controle obtido na primeira aplicação do inseticida não foi muito alto, visto que ocorreu uma pesada chuva poucas horas após a aplicação. O controle de trips após a segunda aplicação aponta um bom nível alcançado por todos os processos, um dia após a aplicação. O resultado interessan-

te, no entanto, se observa no levantamento efetuado 12 dias após a aplicação. O controle do trips alcançado pelo pulverizador eletrohidrodinâmico está ainda em nível aceitável de 80%, superior, portanto, aos métodos de disco rotativo (68%) ou convencional (55%). Mesmo com a metade da dose, o processo eletrohidrodinâmico apresenta controle no mesmo patamar dos outros processos. Isto talvez seja devido à melhor captação das gotas pelas folhas durante a aplicação, como é de se esperar, segundo os resultados obtidos em outros estudos^{1, 5, 6, 7, 9} fato este que leva a uma maior deposição inicial, inclusive na página inferior das folhas, proporcionando um efeito residual mais longo.

No segundo, foi escolhido um bico para o pulverizador convencional, que produziu gotas com tamanho próximo às produzidas pelos outros dois pulverizadores. O pulverizador com disco rotativo (ULVA) operou com vazão de 60 ml/min e isto exigiu que se mudasse a formulação anteriormente utilizada (Decis UBV 0,4%) para a formulação de Decis CE, a

TABELA 2 — Controle de trips (*Enneothrips flavens* Moulton) do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) com o pulverizador eletrohidrodinâmico. Efeitos da primeira aplicação (07/02/83) e da segunda aplicação (16/02/83) no 1.º ensaio. Jaboticabal.

Tratamentos (g deltamethrin/ha)	Porcentagem de Controle*		
	1.ª Aplic.	2.ª Aplic.	
	2 dias após	1 dia após	12 dias após
Ulva (10g)	55	91	68
Convencional (10g)	58	96	55
EHD (10g)	66	92	80
EHD (5g)	40	86	67
Testemunha	0	0	0

* Expurgada a variação natural da testemunha, com aplicação da fórmula de HENDERSON & TILTON³.

fim de poder proporcionar um volume maior de líquido a ser aplicado. As parcelas, para o caso do pulverizador ULVA não foram cercadas neste ensaio, como havia sido feito no ensaio anterior, exigindo que as aplicações fossem feitas na ausência de ventos, para evitar que as gotas atingissem as parcelas vizinhas. Entretanto, o pulverizador com disco rotativo é indicado justamente para as aplicações com deriva, ou seja, o próprio vento se encarrega de espalhar as gotas sobre o alvo. Assim, os dados obtidos com o pulverizador ULVA no ensaio final, não refletem o comportamento normal do aparelho, mas servem para comparação com o pulverizador eletrohidrodinâmico, sobre o efeito da carga elétrica nas gotas, uma vez que o primeiro produz gotas uniformes sem carga elétrica e o segundo, produz gotas uniformes, com carga elétrica.

A área foliar do amendoim atingiu o máximo de 28 dm²/planta aos 22 de dezembro.

A Tabela 3 mostra a variação de densidade populacional do trips (número de trips por folíolo) durante o período em que foram feitas as pulverizações. Foram necessárias 5 pulverizações aplicando 5 g de ingrediente ativo de deltamethrin por hectare, 4 pulverizações com a dose de 7,5

g/ha e 4 pulverizações com a dose de 10 g/ha com os três aparelhos testados. Os três pulverizadores tiveram comportamentos semelhantes no controle de trips, para cada dosagem testada.

Não houve efeito residual mais longo devido às aplicações com o pulverizador eletrohidrodinâmico, conforme ocorreu no ensaio anterior. Entretanto, no segundo ensaio, a pulverização com o aparelho eletrohidrodinâmico, devido a uma maior vazão de trabalho (4,5 ml/min) produziu gotas de 125 µm de vmd, com volume 11 vezes maior que as gotas produzidas com o mesmo aparelho no primeiro ensaio, que trabalhou uma vazão menor (2,5 ml/min) e produzia gotas de 56 µm de vmd. Conforme LAW⁴ gotas menores têm maior possibilidade de se depositarem na página inferior das folhas e assim, no caso do segundo ensaio, é possível que o campo elétrico gerado pelo aparelho não tenha sido suficiente para habilitá-las a se depositarem na página inferior das folhas. O fator mais importante relacionado seria uma maior proteção contra a lavagem provocada pelas chuvas que, particularmente, durante o ensaio, foram bastante abundantes.

Os resultados avaliados através da produção de vagens não mostraram dife-

TABELA 3 — Número de trips por folíolo (média de 4 repetições, 40 folíolos por parcela) nas amostragens realizadas no segundo ensaio de campo, Jaboticabal, 1983/84.

Dias	Tratamentos								
	Pulverizador Convencional			Pulv. com disco-rotativo			Pulv. eletrohidrodinâmico		
	D ₁	D ₂	D ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₁	D ₂	D ₃
24/11/83	1,06*	1,11*	1,01*	1,23*	1,13*	1,00*	1,07*	1,04*	1,04*
30/11/83	0,15	0,30	0,19	0,53	0,35	0,30	0,51	0,48	0,17
05/12/83	1,14*	0,98	0,58	1,15*	0,80	0,79	1,39*	0,94	0,78
12/12/83	1,29*	1,39*	1,29*	1,46*	1,52*	1,49*	1,00*	1,38*	1,24*
15/12/83	0,24	0,26	0,20	0,25	0,24	0,20	0,23	0,24	0,19
20/12/83	0,68	0,64	0,43	0,73	0,70	0,58	0,61	0,61	0,48
23/12/83	0,69	0,58	0,49	0,70	0,64	0,61	0,63	0,55	0,51
27/12/83	1,64*	1,70*	1,69	1,61*	1,64*	1,66	1,64*	1,66*	1,59
29/12/83	0,34	0,18	1,61*	0,36	0,14	1,63*	0,26	0,11	1,48*
02/01/84	0,38	0,21	0,14	0,47	0,30	0,21	0,19	0,16	0,12
05/01/84	0,51	0,44	0,23	0,58	0,43	0,33	0,42	0,33	0,17
09/01/84	0,83	0,74	0,63	0,94	1,75	0,74	0,81	0,65	0,48
11/01/84	1,50*	1,41*	1,16*	1,54*	0,44*	1,24*	1,50*	1,38*	1,12*
16/01/84	1,19	0,09	0,03	0,17	0,08	0,05	0,08	0,04	0,02
19/01/84	0,18	0,11	0,05	0,21	0,09	0,09	0,08	0,04	0,04
23/01/84	0,54	0,31	0,21	0,61	0,40	0,25	0,54	0,36	0,15

D₁ = 5 g i.a./ha/aplicação

* = Pulverização efetuada

D₂ = 7,5 g i.a./ha/aplicaçãoD₃ = 10 g i.a./ha/aplicação

renças significativas pelo teste F, a 5% de probabilidade, para as três dosagens aplicadas para os aparelhos testados, bem como para as interações entre aparelho x dosagens. Este fato já era esperado, visto que procurou-se manter as populações da praga sempre abaixo de um nível que não causasse dano econômico à cultura. A Tabela 4 mostra os resultados das produções médias de vagens obtidas com os três pulverizadores, aplicando três dosagens de deltamethrin. A diferença mais marcante entre os três processos de pulverização comparados se encontra no volume de calda gasto por cada pulverizador. Assim, o processo eletrohidrodinâmico gastando

um volume de 6,25 litros de calda do produto químico (Decis UBV 0,4%) com 25 gramas do ingrediente ativo de deltamethrin em 5 pulverizações proporcionou uma produção de vagens estatisticamente igual aos outros dois processos que gastaram volumes bem maiores, e isto, do ponto de vista logístico, é uma característica altamente desejável num processo de pulverização. Por outro lado, o processo eletrohidrodinâmico pode ser considerado como método que produz gotas com o menor consumo de energia que qualquer outro método atualmente conhecido e com possibilidades práticas de aplicação na agricultura.

TABELA 4 — Produções médias de amendoim obtidas com os pulverizadores CONV (convencional), ULVA (disco rotativo) e EHD (eletrohidrodinâmico) aplicando três dosagens de deltamethrin (D₁ = 5 g i.a. aplicação/ha; D₂ = 7,5 g i.a./aplicação/ha e D₃ = 10 g i.a./aplicação/ha).

Pulverizadores e dosagens testados	Número de pulverizações realizadas	Total do i.a. do deltamethrin gasto por hectare (g/ha)	Volume total de calda gasto por hectare (l/ha)	Produção média* (kg/ha)
CONV x D ₁	5	25	1000	2987
CONV x D ₂	4	30	800	3001
CONV x D ₃	4	40	800	2928
ULVA x D ₁	5	25	84	3018
ULVA x D ₂	4	30	67	2489
ULVA x D ₃	4	40	67	2730
EHD x D ₁	5	25	6,25	3091
EHD x D ₂	4	30	7,52	2914
EHD x D ₃	4	40	10,00	2700

C.V. = 17,8%; Pulverizadores F = 0,61ns; Dosagens F = 0,87ns; Pulv. x Dos. = 0,41ns

* — Média de 4 repetições. Vagens com 12% de umidade.

CONCLUSÕES

Tendo em vista os resultados alcançados no presente trabalho, as seguintes conclusões podem ser apresentadas: a) O protótipo do pulverizador eletrohidrodinâmico comportou-se satisfatoriamente no controle do trips do amendoim, alcançando o mesmo grau de controle dos demais métodos de aplicação; b) Para se alcançar o mesmo grau de controle do trips e a mesma produtividade do amendoim, o

pulverizador eletrohidrodinâmico necessitou de 160 vezes menor volume de pulverização quando comparada à pulverização convencional, demonstrando ser um método altamente vantajoso em termos de logística.

AGRADECIMENTOS

Ao técnico-agrícola GILSON JOSÉ LEITE pelo auxílio nos trabalhos de laboratório e campo.

CHAIM, A. *et alii* — Development of prototype of electrohydrodynamic sprayer. 2 — Evaluation of performance in the control of thrips (*Enneothrips flavens* Moulton, 1941) of peanuts (*Arachis hypogaea* L.). *Científica*, São Paulo, 13(1/2):109-116, 1985.

ABSTRACT: One electrohydrodynamic sprayer prototype was confronted with a spinning disc sprayer and a conventional sprayer in the control of thrips (*Enneothrips flavens*, Moulton), by deltamethrin applications in two field trials. The three sprayers had similar performance in the insect control in both trials. In the first trial, the pod yield was not reported, but at the second trial, no statistical difference was verified, at 5% probability level, among the three sprayers. The electrohydrodynamic sprayer showed logistic advantages due to the small spray volume required.

KEY-WORDS: Electrostatic spray; electrohydrodynamic spray; thrips; peanut.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARNOLD, A. J. & PYE, B. J. — Spray application with charged rotary atomizers. In: SPRAYING SYSTEMS FOR THE 1980's. Surrey, 1980. Croydon. BCPC, 1980. p. 109-17.
2. CHAIM, A.; ALMEIDA, A. & MATUO, T. — Desenvolvimento de um protótipo de pulverizador eletrohidrodinâmico. 1 — Avaliação de seu comportamento na produção de gotas. *Científica*, 13:99-107, 1985.
3. HENDERSON, C. F. & TILTON, E. W. — Tests with acaricides against the brown wheat mite. *J. econ. Ent.*, 18(1): 157-61, 1955.
4. LAW, S. E. — Droplet charging and electrostatic deposition of pesticide sprays: research and development in USA. In: SPRAYING SYSTEMS FOR 1980's. Surrey, 1980. Croydon. BCPC, 1980. p. 85-94.
5. LAW, S. E. — Spatial distribution of electrostatically deposited sprays on living plants. *J. econ. Ent.*, 75(3): 542-4, 1982.
6. LAW, S. E. & LANE, M. D. — Electrostatic deposition of pesticide spray onto foliar targets of varying morphology. *Trans. ASAE*, 24(6): 1.441-5, 1981.
7. MANLEY, D. G. — Use of an electrostatic sprayer for cotton insect control. *J. econ. Ent.*, 75(4): 655-6, 1982.
8. MATTHEWS, G. A. — Determination of droplet size. *Pans*, 21(2): 213-25, 1975.
9. MORTON, N. — The "Electrodyn" sprayer, control of *Heliothis* spp. in cotton. In: BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE: PESTS AND DISEASES. Brighton, 1981. Croydon. BCPC, 1981. p. 891-901.

Recebido em 08.03.85.
Aprovado em 04.09.85.