

DESEMPENHO DO PULVERIZADOR ELETROHIDRODINÂMICO EM ALGODOEIRO COM EMPREGO DE CORANTE FLUORESCENTE

Julio Cesar Galli ¹
Octávio Nakano ²

INTRODUÇÃO

A cultura do algodoeiro é considerada uma das mais importantes explorações agrícolas abastecendo o mercado consumidor nacional, com economia de divisas. Uma grande lucratividade comparada a outras culturas parece explicar a expansão do cultivo no Estado de São Paulo nos últimos anos. Entretanto, o grande número de pragas e doenças que atacam essa cultura pode desestimular o cultivo, principalmente por onerar o tratamento fitossanitário.

Ultimamente, um novo sistema de pulverização (regime de energia eletrostática) está sendo introduzido na tentativa de melhorar a deposição de gotas, diminuir a deriva e produzir gotas mais uniformes e estáveis com o emprego de um mínimo de produto e energia, favorecendo o meio ambiente e diminuindo custos. A Imperial Chemical Industries - I.C.I. lançou o pulverizador eletrohidrodinâmico 'Electrodyn'. O novo sistema é potencialmente apto ao uso em muitos tipos de aplicação manual, devendo ser introduzido inicialmente com a finalidade de aplicação em algodoeiro. O fundamento desse sistema está na aplicação do conceito de forças eletrodinâmicas. A pulverização eletrostática fragmenta gotas carregadas eletricamente. Uma energia elétrica de cerca de 25 KV (produzida a partir de 4 pilhas no sistema 'Electrodyn') é fornecida ao bico pulverizador. O líquido que passa pelo

¹ Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal.

² Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

bico, recebendo essa carga elétrica, é atomizado em gotas de tamanho uniforme com carga elétrica. Essas gotas passam por um campo elétrico formado entre o bico do pulverizador e a planta, sendo, portanto, atraídas para a planta que apresenta carga elétrica oposta, fazendo um trajeto curvilíneo. O envolvimento da planta pelas gotas deve ser favorecido porque as gotas com cargas elétricas iguais se repelem e, pela atração da planta, estas gotas deverão se depositar com maior rapidez.

A utilização de corante fluorescente na calda pulverizada (MAPOTHER, 1967; STANILAND, 1960; PEREIRA, 1967; BYASS, 1969; HIMEL, 1969; STAFFORD, 1970; SHARP, 1974, 1976; MORTON, 1982), com posterior observação em "luz negra", possibilita o estudo da cobertura ou deposição das gotículas nas folhas.

Embora a viabilidade do uso de força eletrostática para aplicação de pós secos seja conhecida desde 1947, segundo os trabalhos de Hampe citados por COFFEE (1979), apenas recentemente este sistema tem sido empregado para pulverização. Neste sentido, diversos trabalhos têm sido desenvolvidos ultimamente com o intuito de desenvolver este novo processo de aplicação de defensivos. Diferentes projetos de pulverizadores eletrostáticos ou eletrohidrodinâmicos têm sido desenvolvidos por CARLTON (1968), HOPKINSON (1974), CARROZ & KELLER (1978), LAW (1978) e COFFEE (1979, 1980).

Segundo LAW (1980), algumas máquinas pulverizadoras com regime de força eletrostática estão no seu terceiro ano de avaliação em larga escala e têm mostrado controle satisfatório de organismos empregando apenas a metade do ingrediente ativo do produto, com gasto total de 9,3 litros de calda pulverizada por hectare.

Alguns trabalhos realizados por Morton (1977), citado por COFFEE (1979) e MATTHEWS (1981), mostraram controles satisfatórios de pragas em algodoeiro com o uso do 'Electrodyn', utilizando volume tão baixo como 0,5 l/ha, com reduzida quantidade de ingrediente ativo.

O presente trabalho teve como objetivo principal estudar o desempenho do pulverizador eletrohidrodinâmico 'Electrodyn' sobre algodoeiro, empregando-se corante fluorescente como calda pulverizada, possibilitando a análise da cobertura ou deposição das gotículas nas folhas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Defesa Fitossanitária da FCAVJ, UNESP em Jaboticabal, SP. A variedade de algodão utilizada foi a IAC-19. A semeadura, tratorizada, foi feita em 06/10/83, no espaçamento de 1,0 m entre linhas. Após o desbaste foram deixadas 5 plantas por metro linear. A cultura foi mantida livre de competição de ervas-daninhas.

O desempenho do aparelho, de acordo com o método de pulverização empregado sobre as plantas, foi analisado com o emprego do corante "Uvitex" como calda pulverizada, especialmente elaborada para este fim pela I.C.I., possibilitando a análise da deposição das gotículas nas folhas. Para o aplicador Electrodyn, o produto químico é formulado especialmente para esse tipo de aplicação, sendo fornecido em depósito de 1,0 litro com o bico pulverizador acoplado. Existem três modalidades de bico (que foram testados) de acordo com a vazão, quais sejam: a) bico branco, 1,8 l/min; b) bico amarelo, 3,0 ml/min; c) bico azul, 6,0 ml/min. Portanto, na velocidade de trabalho de 1 m/segundo estes bicos têm um gasto de calda em 1/ha de 0,3; 0,5 e 1,0, respectivamente.

Foram feitas observações da deposição com corante em 6 estágios de crescimento do algodoeiro. Nos estágios 1 e 2 o aparelho foi posicionado com o bico a 10 e a 20 cm de altura sobre o topo da planta. Nos estágios de 3 a 6, para melhorar a deposição de gotas conformemostraram os testes preliminares, os bicos foram posicionados na entrelinha e altura do topo da planta. As posições de coleta de folha foram: a) Estágio 1 (planta com 20 cm de altura e 26 dias de idade): posição 1, metade superior da planta; posição 2, metade inferior; b) Estágio 2 (planta com 35 cm de altura e 47 dias): posição 1, região do topo da planta; posição 2, região lateral; posição 3, região lateral oposta; c) Estágio 3 (planta com 50 cm de altura e 61 dias): posições 1, 2 e 3 de modo igual ao estágio anterior; d) Estágios de 4, 5 e 6 (plantas com alturas de 85, 120 e 130 cm e idades de 75, 91 e 131 dias, respectivamente): posição 1, região do topo da planta; posição 2, região central; posição 3, região do colo; posição 4, extremidade lateral da planta. Determinou-se a área foliar da planta para cada estágio com planímetro

Todas as pulverizações foram efetuadas com velocidade de 1 m/segundo em condição de ausência total de vento. Cada tratamento foi efetuado em 10 m lineares, com auxílio de cronômetro. Imediatamente após cada aplicação, coletavam-se 10 folhas de cada posição da planta, as quais eram trazidas para laboratório e analisadas em "luz negra". A observação constava da contagem, com auxílio de um vazador de 1 cm², do número de gotas/cm² em três posições definidas próximas ao pecíolo, em cada face da folha, bem como da determinação da percentagem de área foliar coberta em ambas as faces da folha. Com estes dados foi calculado um Índice de Cobertura I.C. = (% de área foliar coberta em uma face da folha x nº médio de gotas/cm² considerando-se as 3 posições) + 100. Estes índices foram posteriormente analisados em histogramas, para cada aplicação. Para facilidade de contagem, eram registradas quantidades de gotas/cm² de 0 a 50 no máximo (I.C. de 0 a 50).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O 'Electrodyn' comportou-se satisfatoriamente no ensaio de cobertura de gotas, conforme pode ser observado no quadro I e nas figuras de 1 a 6. Embora as superfícies inferiores das folhas do algodoeiro tenham sempre recebido índices de cobertura menores do que as páginas superiores, para todos os estágios e situações estudadas, estes índices foram consideráveis, principalmente em estágios iniciais do cultivo.

Nota-se ainda que para quase todos os estágios sempre o bico de menor vazão proporcionou maiores índices de cobertura, tanto para a página superior como para a página inferior da folha, para todas as posições e métodos de aplicação estudados. As deposições de gotas nas superfícies inferiores das folhas confirmam o "efeito envolvente" citado por MORTON (1982) para as pulverizações com o Electrodyn.

No primeiro estágio (planta com 20 cm de altura e 2,47 dm² de folha) nota-se pelo quadro I e figura 1, que a cobertura de gotas foi excelente, com índices de cobertura sempre maiores que 23 para as páginas superiores e maiores que 15 para as páginas inferiores das folhas, o

QUADRO I - Índice de cobertura (média de 10 folhas) em 6 estágios de crescimento do algodoeiro. Jaboticabal, 1983/84.

Escalões de bico	"Bico branco"			"Bico amarelo"			"Bico azul"						
	posição de coleta de folha (pág. sup./inf.) 2 3	1	4	posição de coleta de folha (pág. sup./inf.) 2 3	1	4	posição de coleta de folha (pág. sup./inf.) 2 3	1	4				
1	a 10 cm do topo	50,0/37,2	40,7/34,3	-	49,0/33,2	23,1/13,8	-	47,8/46,5	40,0/36,2	-			
	a 20 cm do topo	50,1/40,2	43,6/31,2	-	48,5/43,6	36,0/28,6	-	50,0/38,6	37,8/21,7	-			
2	a 10 cm do topo	49,0/34,2	14,9/12,0	19,8/13,1	-	50,0/30,2	17,0/11,0	19,2/10,1	-	60,9/12,7	7,0/5,0	5,0/3,1	
	a 20 cm do topo	44,9/24,9	19,7/11,0	25,2/15,0	-	43,2/20,1	12,5/10,0	19,7/10,4	-	50,0/10,2	7,3/5,3	7,6/4,0	
	a 10 cm do topo	37,1/24,1	7,4/2,4	5,4/3,3	-	40,8/39,0	1,0/0,9	2,8/0,4	-	43,8/24,3	1,3/0,7	2,4/0,2	
3	a 20 cm do topo	47,5/27,9	8,0/3,0	4,0/2,5	-	50,0/39,1	4,1/0,8	7,6/0,7	-	47,8/35,8	2,6/0,6	0,8/0,2	
	na entre-linha	25,0/20,4	20,1/10,0	35,1/20,2	-	17,0/12,1	13,9/7,0	11,1/6,8	-	20,2/7,8	15,7/7,0	13,4/6,0	
4	na entre-linha	25,0/20,1	17,0/12,0	11,1/10,3	31,8/15,0	15,0/9,8	11,0/10,0	8,0/7,0	15,5/8,0	14,7/8,0	7,5/7,0	7,2/5,2	19,7/8,0
5	na entre-linha	13,9/10,2	10,0/8,0	8,0/7,0	19,1/16,0	12,0/8,5	10,0/9,0	7,1/6,2	11,1/10,0	11,0/9,1	9,1/8,0	8,0/3,2	13,1/12,0
6	na entre-linha	13,2/10,7	12,2/5,3	7,1/5,3	23,5/20,8	10,6/5,7	11,3/6,1	5,7/4,7	20,3/18,5	5,0/11,0	6,8/2,5	5,2/4,2	16,6/16,0

a bico posicionado na altura do topo

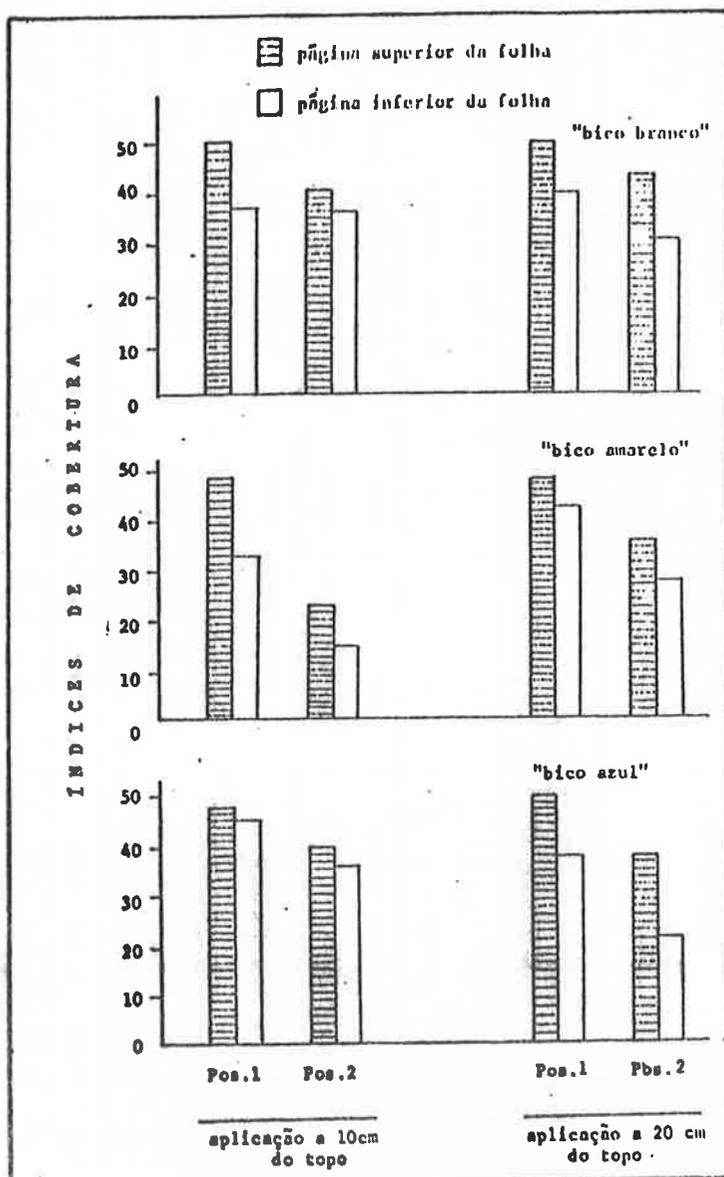


FIGURA 1 - Índices de cobertura (média de 10 folhas) no estágio 1 (planta com 26 dias e 2.47 dm² de fo

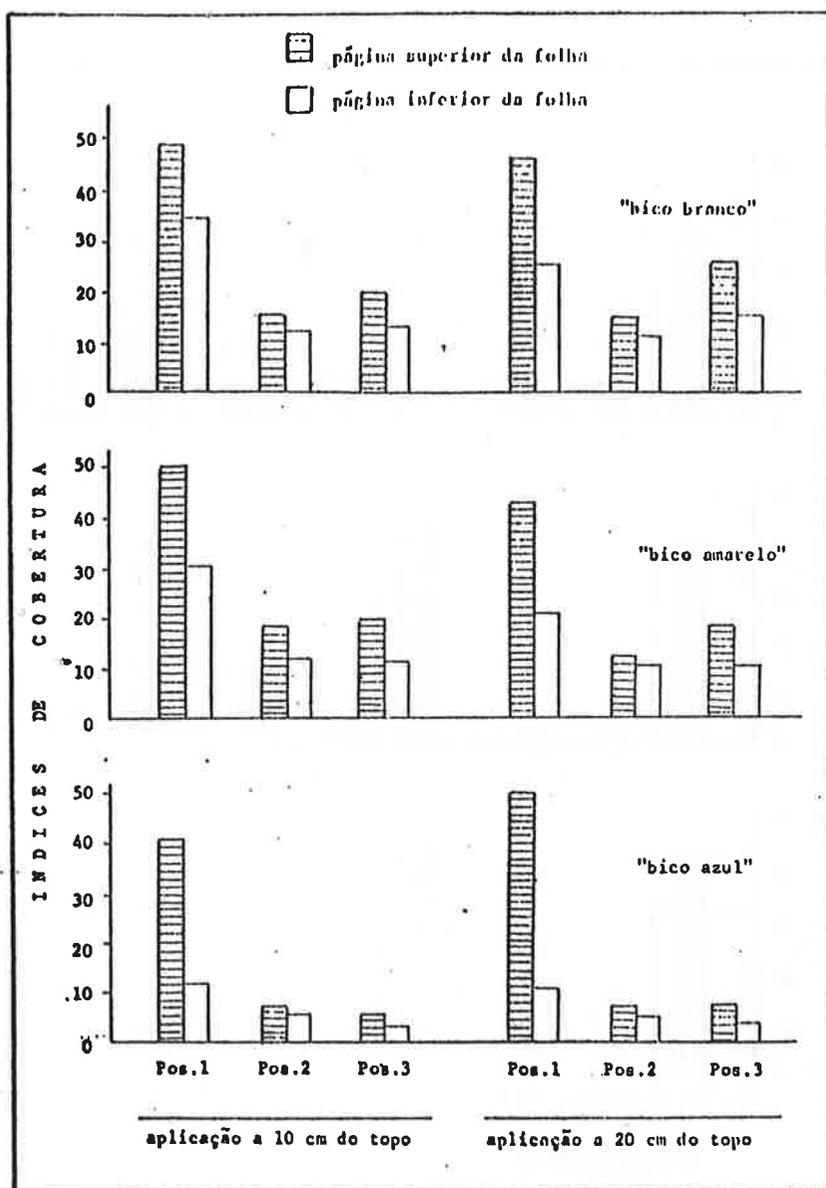


FIGURA 2 - Índices de cobertura (média de 10 folhas) no estágio 2 (planta com 47 dias e 11,27 dm² de folha). Jaboticabal, 1983/84.

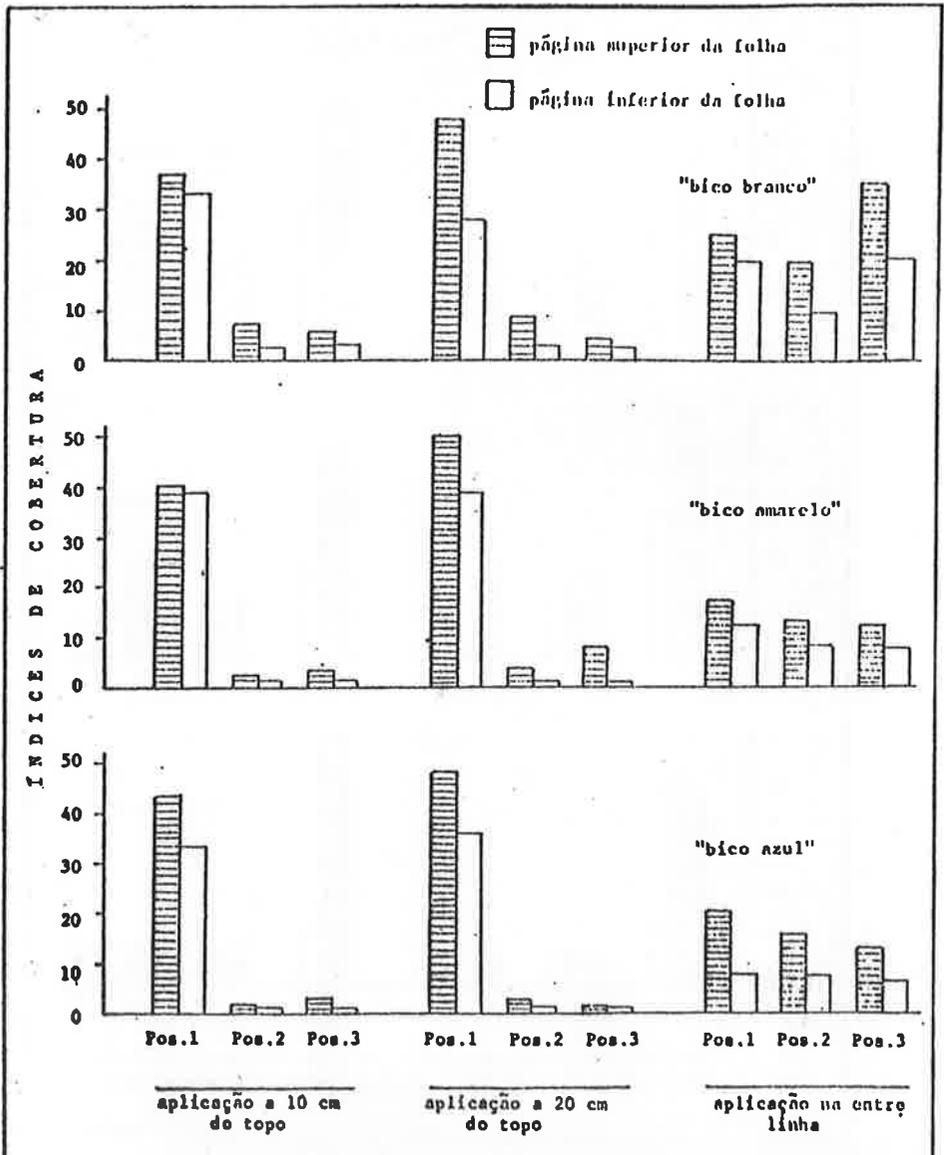


FIGURA 3 - Índices de cobertura (média de 10 folhas) no estágio 3 (planta com 61 dias e 26,04 dm² de

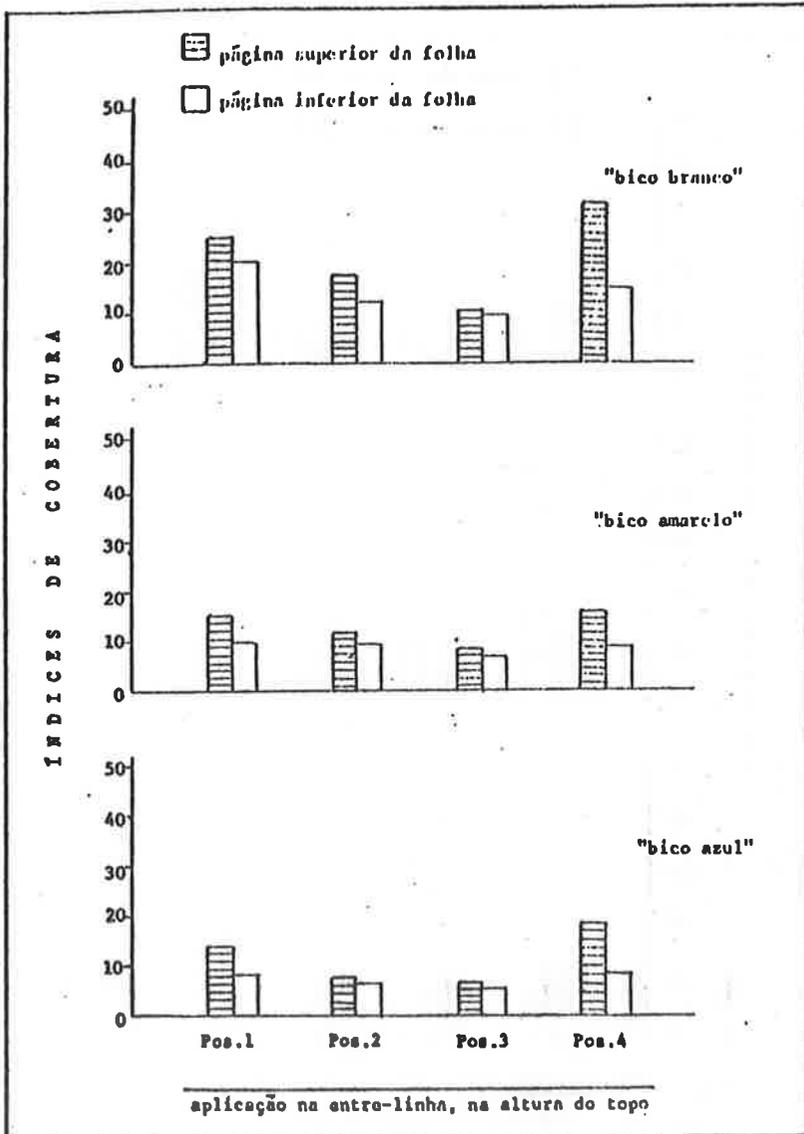


FIGURA 4 - Índices de cobertura (média de 10 folhas) no estágio 4, época de aplicação contra *P. latus* (planta com 75 dias e 52.64 dm² de folha)

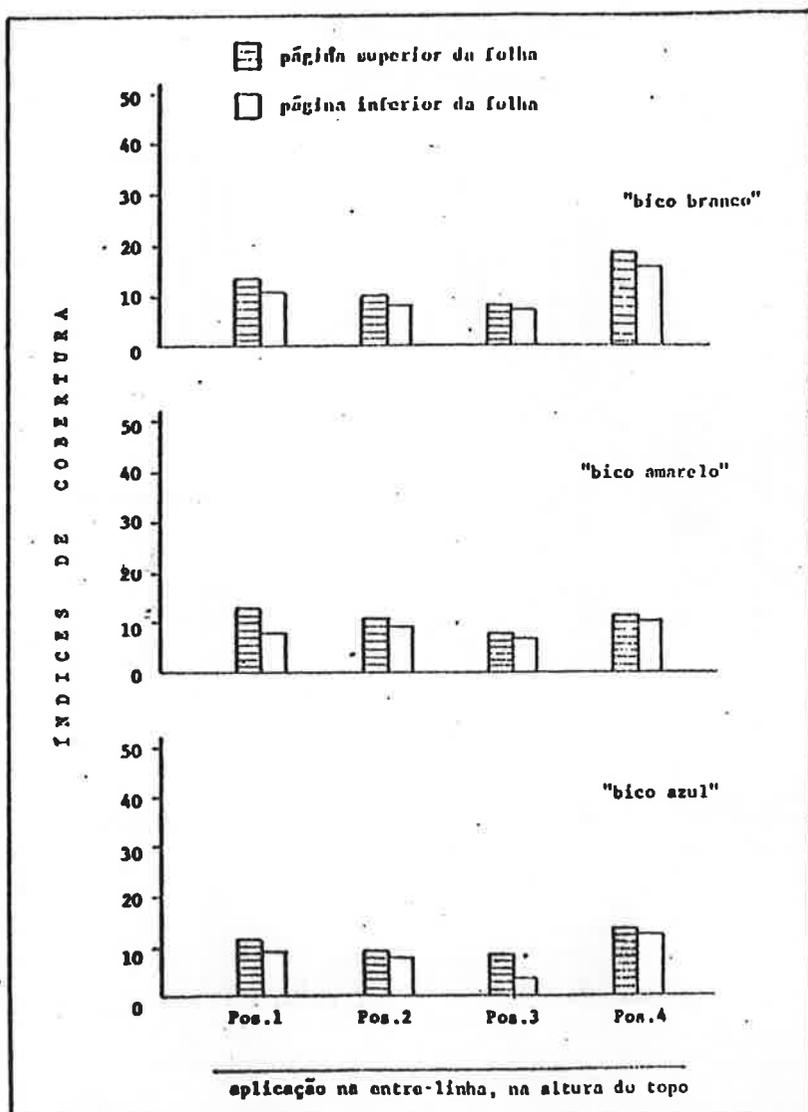


FIGURA 5 - Índices de cobertura (média de 10 folhas) no estágio 5 (planta com 91 dias e 77,94 dm² de folha). Jaboticabal, 1983/84.

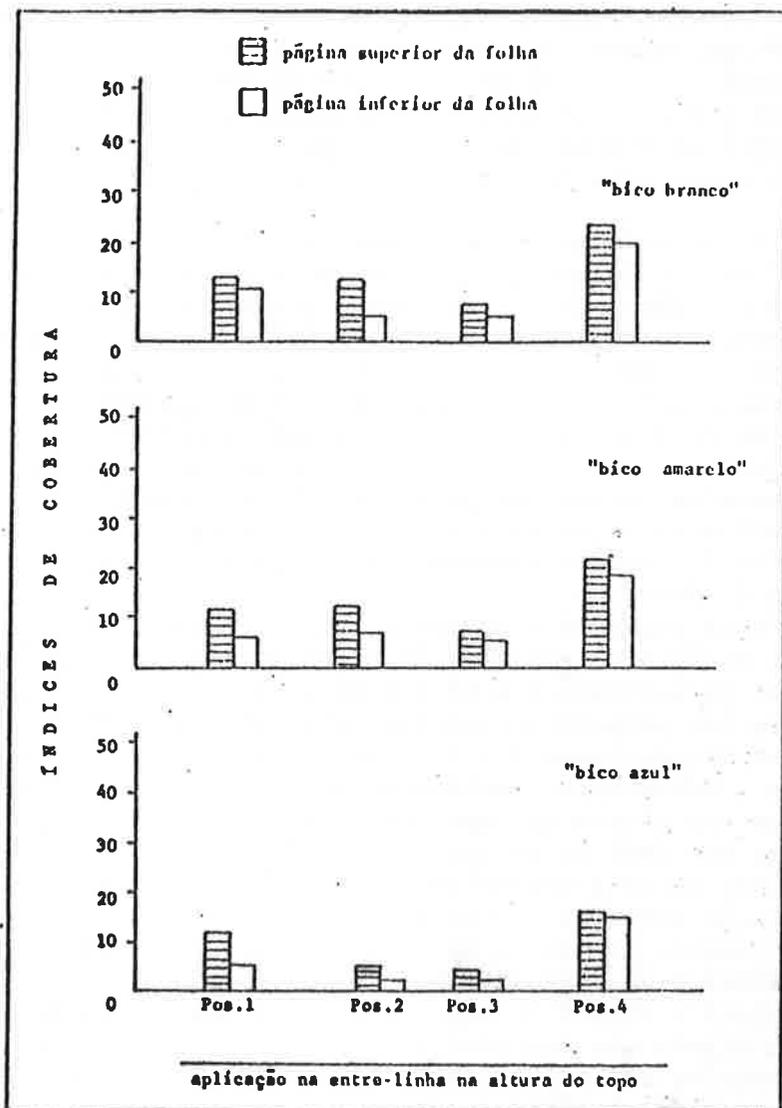


FIGURA 6 - Índices de cobertura (média de 10 folhas) no estágio 6, época de aplicação contra *T. (T.) urticae* (planta com 131 dias e 83,37 dm² de fo

que representa, considerando gotas bem distribuídas (100% de cobertura), aplicando-se o Índice I.C., um número de gotas por centímetro quadrado de 23 e 21 respectivamente para as páginas superiores e inferiores. Nota-se também que quase não houve diferença quanto ao método de aplicação a 10 ou 20 cm de altura do topo da planta. Na metade superior da planta, denominada de posição 1 para a coleta de folhas, nota-se que os Índices foram sempre superiores, para todas as situações estudadas neste estágio.

No segundo estágio (planta com 35 cm de altura e 11,27 dm² de folhas) observa-se pelo quadro I e figura 2 que a posição 1 (folhas do topo) recebeu muito mais cobertura, em comparação com as posições 2 e 3, indicando que o "efeito envolvente" anteriormente citado diminuiu com o crescimento da área foliar do algodoeiro, uma vez que as diferenças entre as posições são bem mais acentuadas neste segundo estágio do que no primeiro. Cabe ressaltar ainda que parece não haver diferença entre as duas alturas de aplicação (a 10 e a 20 cm do topo), para os 2 estágios considerados (figuras 1 e 2) com relação à cobertura.

Pela figura 3 e quadro I, observa-se que para o terceiro estágio (planta com 55 cm de altura, 26,04 dm² de folha) as aplicações a 10 e a 20 cm de altura do topo da planta não proporcionaram boa cobertura de gotas para as folhas das posições 2 e 3, para todos os bicos considerados. Entretanto, analisando as aplicações nas entrelinhas (na altura do topo) ficam evidenciadas grandes melhoras nos índices de cobertura. Estes dados permitem concluir sobre a necessidade de se mudar o método de aplicação quando a planta atinge este porte, ou seja, para plantas com cerca de 55 cm de altura (ou 26,04 dm² de folha) deve-se aplicar com o bico posicionado na entrelinha e altura do topo, visto que aplicações por sobre a planta não são efetivas. Estes resultados de certa forma se assemelham aos obtidos por MORTON (1982) que recomenda fazer esta alteração quando a planta atingir 40 cm de altura. Cabe ressaltar que algumas características da variedade empregada, ou da condição física do cultivo, tais como altura da planta, arquitetura e densidade foliar, vigor, espaçamento, número de plantas por metro linear, etc. poderão ainda influenciar bastante

Pela figura 4 e quadro I, é possível observar o tipo de cobertura ocorrida no quarto estágio (planta com 85 cm de altura e 52,64 dm² de folha). Nota-se que a posição 1 recebeu índices de cobertura superiores aos das posições 2 e 3 e este fato tem grande importância se considerado o hábito de acarinos (pragas tardias) como o ácaro branco do algodoeiro, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904), que se concentra nas folhas do ponteiro da planta.

Através da figura 6, é possível observar o tipo de cobertura no estágio 6 (planta com 1,3 cm de altura, 83,37 dm² de folha). Nota-se que os melhores índices foram obtidos pelas folhas da posição 4 (lateral mediana da planta) e posição 1 (topo), fato que, de modo análogo à situação relacionada para *P. latus*, tem grande relação com os hábitos de *Tetranychus urticae* (Koch, 1836), o ácaro rajado do algodoeiro, que se concentra na região da parte mediana da planta. A cobertura de gotas poderia ser ainda relacionada com diversas outras pragas do algodoeiro. No caso da posição 2 (folhas da parte central da planta) os índices foram sempre superiores a 10 nas páginas superiores e a 5 nas páginas inferiores da folha, para "bico branco" e "bico amarelo" respectivamente. Ainda com relação à cobertura, cabe considerar que toda a experimentação de campo foi realizada com aplicação na velocidade de 1 m/s que é considerada máxima para aplicações manuais. Se for empregada uma velocidade menor (com detrimento do rendimento operacional), deverão ser obtidos maiores índices de cobertura para todas as situações estudadas.

Cabe ainda ressaltar que durante o período em que foram feitos estudos de cobertura com emprego de corante, procurou-se observar a deposição também no solo e em algumas ervas daninhas rasteiras das entre-linhas do cultivo. Concluiu-se, através de observações durante a noite com lâmpada fluorescente, que quase toda a aplicação fica depositada na planta do algodoeiro. Quase não se observou deposição de gotas em ervas daninhas. Não se observou deposição de gotas no solo. Este fato passa a ter grande importância econômica e principalmente ecológica, em aplicações dessa natureza.

CONCLUSÕES

a) O pulverizador eletrohidrodinâmico Electrodyn com portou-se satisfatoriamente no ensaio de cobertura de gotas; embora as superfícies inferiores das folhas do algodoeiro tenham sempre recebido menores índices de cobertura do que as páginas superiores, para todos os estágios e situações estudadas, estes índices foram consideráveis, principalmente nos estágios iniciais de cultivo.

b) Para quase todos os estágios do cultivo, sempre o bico de menor vazão do Electrodyn proporcionou maiores índices de cobertura para ambas as faces da folha, para todas as posições e métodos de aplicação estudados.

c) Para plantas com até 35 cm de altura ($11,27 \text{ dm}^2$ de folha) as aplicações com o pulverizador Electrodyn devem ser feitas por sobre a linha de plantas, a 10 ou a 20 cm do topo da planta; para plantas com mais de 55 cm de altura ($26,04 \text{ dm}^2$ de folha) deve-se aplicar com o bico posicionado na entre-linha e a altura do topo, visto que aplicações por sobre a planta a partir deste estágio não são efetivas.

RESUMO

O trabalho foi desenvolvido com a variedade IAC-19 durante 1983/84, na FCAVJ, UNESP, Jaboticabal, SP. O desempenho do pulverizador Electrodyn, de acordo com o procedimento de pulverização empregado sobre 6 estágios de crescimento da planta, foi estudado com pulverização de corante fluorescente. A análise e interpretação dos resultados obtidos permitiram concluir que o equipamento comporta-se satisfatoriamente no ensaio de cobertura de gotas; que para quase todos os estágios do cultivo o bico de menor vazão proporciona maiores índices de cobertura para ambas as faces da folha e que, para plantas com até 35 cm de altura ($11,27 \text{ dm}^2$ de folha) as aplicações devem ser feitas por sobre a linha de plantas, a 10 cm ou a 20 cm do topo da planta; para plantas com mais de 55 cm de altura ($26,04 \text{ dm}^2$ de folha) deve-se aplicar com o bico posicionado na entrelinha e à altura do topo, vis

SUMMARY

This study was carried out with IAC-19 cotton variety during 1983/84 in FCAVJ-UNESP, Jaboticabal, São Paulo State, Brazil. The performance of Electrodynamic sprayer (electrohydrodynamic spray) in different spray procedures over 6 growth stages of cotton plants, was studied using fluorescent dye technique. The results allowed the following conclusions: a) the Electrodynamic sprayer performed fairly well in the droplet coverage trial. Coverage indexes of under surface of leaves was always lower than the indexes for upper surface coverage in all the situations and growth stages studied. Nevertheless these indexes were considerable, mainly at the initial growth stages of the crop; b) Electrodynamic nozzles with smaller output provided better coverage index of both leaf surfaces and in all leaf positions under different spray procedures, almost in all growth stages studied; c) for plants up to 35 cm in height (11.27 dm² of leaf surface) the spray with Electrodynamic should be carried out at 10 cm to 20 cm over the plant; for plants higher than 55 cm (26.04 dm² of leaf surface) the nozzle should be carried at the plant height between rows because nozzle positioning over plant is not effective since this growth stage.

LITERATURA CITADA

- BYASS, J.B., 1969. Equipment and methods for orchard spray application research. III: The measurement of spray deposits on leaves using light from fluorochromes on the surface. *J. Agric. Engin. Research* 14(1): 78-88.
- CARLTON, J.B., 1968. Electrostatic charging sprays. *Farm Chemicals* 131 (8): 40-42.
- CARROZ, J.W. & P.N. KELLER, 1978. Electrostatic induction parameter to attain maximum spray charge. *Transactions of the ASAE* 21(1): 63-69.
- COFFEE, R.A., 1979. Electrodynamic energy; a new approach to pesticide application. In: *British Crop Pest Conf. Pest and Diseases*, s.l., 10p.
- COFFEE, R.A., 1980. Electrodynamic spraying. In: *Spraying Systems for the 1980's*. Symp. held at Royal Hol

- loway Coll., Surrey, 26-27 march, Proceedings, p. 109-117 (Monografia, 24).
- HIMEL, C.M., 1969. The fluorescent particle spray droplet tracer method. *J. Econ. Ent.* 62(4): 912-916.
- HOPKINSON, P.R., 1974. The prospects for enhance impaction of fine sprays by electrostatic charging. In: British Crop Pest. Council, s.l., p.166-179 (Monografia, 11).
- LAW, S.E., 1978. Embedded-electrode electrostatic induction spray-charging nozzle: theoretical and engineering design. *Transactions of the ASAE* 21 (6): 1096-1104.
- LAW, S.E., 1980. Droplet charging and electrostatic deposition of pesticide sprays, research and development in USA. In: Spraying Systems for the 1980's. Symp. held at Royal Holloway Coll., Surrey, 26-27 march, Proceedings, p.109-117 (Monografia, 24).
- MAPOTHER, H.R., 1967. The assessment of spray cover by means of fluorescent tracer. *Kenya Coffee* 32: 194-196.
- MATTHEWS, G.A., 1981. Developments in pesticide application for the small-scale farmer in tropics. *Outlook on Agriculture* 19(7): 341-349.
- MORTON, 1982. The 'Electrodyn' sprayer: first studies of spray coverage in cotton. *Crop Protection* 1 (1): 27-54.
- PEREIRA, J.L., 1967. Uses of fluorescent tracer for assessment of spray efficiency. *Kenya Coffee*, December, p.1-2.
- SHARP, R.B., 1974. Spray deposit measurement by fluorescence. *Pestic. Sci.* 5: 197-204.
- SHARP, R.B., 1976. Measurement of herbicide spray deposits on foliage by fluorescence. *Pestic. Sci.* 7: 315-319.
- STAFFORD, E.M., J.B. BYASS & N.B. AKESSON, 1970. A fluorescent pigment to measure spray coverage. *J. Econ. Entomol.* 63(3): 769-775.
- STANILAND, L.N., 1960. Field test of spraying equipment by means of fluorescent tracer technique. *J. Agric. Engin. Research* 5: 42-82.