

APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS VIA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO NO TOMATEIRO (*Lycopersicon esculentum* Mill.) EM AMBIENTE PROTEGIDO

Fábio Venegas

Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP. CP 237, CEP 18603-970. E-mail: venegas@fca.unesp.br

Carlos Gilberto Raetano

Departamento de Produção Vegetal – Defesa Fitossanitária, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP. CP 237, CEP 18603-970

João Carlos Cury Saad

Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP. CP 237, CEP 18603-970 E-mail: joaosaad@fca.unesp.br

1 RESUMO

A distribuição e o depósito de um traçador foram avaliados e comparados, após aplicá-lo em microaspersão e com o pulverizador costal manual, na cultura do tomateiro var. híbrido House Momotaro, cultivado em ambiente protegido. A distribuição do traçador nos folíolos foi avaliada em ambiente escuro e sob luz ultravioleta, estabelecendo-se uma escala de notas para diferentes graus de cobertura da pulverização. Os depósitos foram determinados por espectrofotometria, após a aplicação do traçador nas diferentes técnicas. A quantificação do traçador nos folíolos, quando aplicado pelo sistema de microaspersão mostrou que não houve efeito desse fator sobre os depósitos utilizando-se essa técnica de aplicação, entretanto, esse efeito foi constatado quando o traçador foi aplicado com o pulverizador costal manual. A comparação entre os diferentes sistemas de aplicação revelou a necessidade de se utilizar a calda seis vezes mais concentrada no sistema de microaspersão para obtenção de níveis equivalentes dos depósitos do traçador com o pulverizador costal manual. Na avaliação da distribuição da calda nas superfícies adaxial e abaxial dos folíolos em diferentes alturas, posições da planta e sistemas de aplicação, pode-se afirmar que a aplicação com o pulverizador costal manual evidenciou melhor distribuição da calda nos folíolos do tomateiro.

UNITERMOS: Quimigação, depósito, pulverizador costal manual, microaspersão, traçador.

VENEGAS, F.; RAETANO, C.G.; SAAD, J.C.C. PHYTOSANITARY PRODUCT CHEMIGATION ON TOMATO PLANT (*Lycopersicon esculentum* Mill.) UNDER PROTECTED ENVIRONMENT

2 ABSTRACT

Tracer distribution and deposit using two application techniques were evaluated and compared through microsprinkling and hand knapsack sprayer on tomato plant var. House Momotaro hybrid grown in protected environment. The tracer distribution on the leaflets was evaluated in dark and ultraviolet light room establishing a grade scale for different degrees of spraying coverage. Deposit

was determined by spectrophotometry after tracer application using different techniques. The different sampling heights and positions in the microsprinkler system showed that there was no effect of these factors on deposit, however, such effect was verified when the tracer was applied using a hand knapsack sprayer. The comparison of different application systems revealed the need to use the fluid six times more concentrated in the microsprinkler system to obtain deposit levels similar to those obtained using a hand knapsack sprayer. By evaluating spray distribution on the leaflets adaxial and abaxial surfaces in different heights, plant positions and application systems, it was possible to verify that the application using a hand knapsack sprayer presented better spray distribution on tomato plant leaflets.

KEYWORDS: Chemigation, deposit, hand knapsack sprayer, microsprinkling, tracer.

3 INTRODUÇÃO

Com a finalidade de melhorar a cobertura da pulverização do tomateiro, reduzir a frequência de aplicações, bem como minimizar inúmeros problemas provenientes da exposição do preparador e aplicador aos agrotóxicos, o uso da quimigação (injeção de produtos químicos na linha de irrigação) por meio da microaspersão, mostra-se bastante promissora para o controle de pragas e doenças em culturas conduzidas sob ambiente protegido (VIEIRA, 1994).

As pesquisas mais recentes e os avanços obtidos nos sistemas de irrigação e equipamentos de injeção permitiram uma expansão do número de produtos aplicáveis pela água de irrigação (DOWLER et al., 1989).

Um dos sistemas de irrigação localizada mais difundido no Brasil é a microaspersão, utilizado a partir de 1982, com vazões da ordem de 20 a 150 L h⁻¹ e aplicadas sob forma de pulverização (RAMOS & MANTOVANI, 1994). O uso desse sistema de irrigação somente justifica-se em culturas de alto retorno econômico, a exemplo da cultura do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

Na maioria das vezes, inseticidas e fungicidas com ação de contato necessitam ser aplicados na folhagem das plantas, entretanto, a distribuição desses produtos, tanto na linha de irrigação quanto na planta, têm sido bastante variável com esta técnica de aplicação (RAETANO, 1999).

O uso de traçadores para avaliações qualitativa e quantitativa dos depósitos de pulverizações tem-se constituído prática rotineira em trabalhos a campo pela notável precisão e custo reduzido (HAYDEN et al., 1990), além de outras vantagens como a facilidade de remoção de alvos coletores (SMELT et al., 1993) e manutenção da tensão superficial da calda (PALLADINI, 2000).

O presente trabalho foi realizado com objetivo de se estudar a uniformidade da distribuição de um produto químico no sistema de irrigação por microaspersão e comparar a sua distribuição e o depósito quando aplicado nesta técnica e com o pulverizador costal manual, em tomate estaqueado cultivado em ambiente protegido.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Hokko do Brasil em Pereiras, SP (23° S, 60° W e 479 m), em túnel de polietileno com dimensões de 6,4 m de largura por 24,0 m de comprimento, dotado de sistema de irrigação por microaspersão à altura de 2,5 m da superfície do solo.

O transplântio das mudas de tomateiro, variedade Híbrido House Momotaro ocorreu em 08/07/1999, no espaçamento de 0,5 m entre plantas e 1,6 m entre linhas.

O sistema de microaspersão foi constituído por bomba injetora de fertilizantes

“WP-10”, calibrada para uma taxa de injeção da mistura traçador (pigmento fluorescente Poliglow 830 YLS à 0,15%, solubilizado em Vixilperse à 0,015%, mais corante azul brilhante à 0,15%) de 0,5 L min⁻¹ ou 30 L h⁻¹, com o sistema operando a uma pressão de 200 kPa (20 mca). O sistema possuía quatro linhas de aplicação, contendo dez microaspersores, com vazão de 35 L h⁻¹, espaçados de 1,2 m entre si e 1,0 m entre linhas de aplicação, em área correspondente a 50% da área experimental. A outra metade da área foi destinada à aplicação do traçador com o pulverizador costal manual dotado de lança de aplicação equipada com três bicos de jato plano F 110/1.2/3 SF.

Em 17/11/1999 determinou-se a precisão do método analítico, aplicando-se, com o uso de microseringa, volumes conhecidos do traçador na superfície adaxial dos folíolos do tomateiro, onde, após a secagem natural da solução, os folíolos foram lavados em sacos de polietileno, durante 30 segundos, com 20 ml de água destilada. Posteriormente, a sua área foliar foi determinada por um medidor de área foliar portátil marca LI-COR modelo LI-3000. A água de lavagem foi armazenada em vidros de mesma capacidade (20 ml) e as amostras foram analisadas em espectrofotômetro Cintra 20 – GBC – UV, calibrado para operar em comprimento de onda de 630 nanômetros (nm), de modo a fornecer duas leituras para cada amostra. Por meio da regressão linear dos dados de volume e porcentagem de recuperação do traçador nas amostras, estabeleceram-se as equações para determinar o volume recuperado, em microlitro (µl), nas avaliações após aplicação do traçador em microaspersão e pelo pulverizador costal manual, utilizando os valores de absorvância obtidos em laboratório subtraído o branco (absorvância da água).

Em 10/09 e 27/10/1999 foram realizadas as aplicações do traçador com a injeção dessa mistura no sistema de microaspersão. No momento das aplicações, a temperatura e a umidade relativa do ar no interior do túnel plástico foram de 29°C e 60,5% (10/09), e, 29,2°C e 60,2% (27/10), respectivamente. No restante da área de plantio, a mesma mistura foi aplicada por um pulverizador costal. Para não haver

interferência nos resultados entre os dois sistemas de aplicação foi colocada uma cortina plástica para a separação das duas áreas de aplicação.

Para avaliação da distribuição do traçador nos folíolos, provenientes das diferentes técnicas de aplicação, utilizou-se lâmpada ultravioleta BL 15BLB. Uma escala de notas referencial foi montada previamente e estabelecida em função de diferentes graus de cobertura foliar (notas pares para deposição em toda a superfície foliar e notas ímpares para deposição parcial na superfície foliar), para ser utilizada nas duas avaliações realizadas em diferentes estádios de desenvolvimento das plantas (64 e 111 dias do transplantio). Os valores atribuídos a diferentes graus de cobertura foram: 0 – sem deposição (ausência de gotas); 1 – traços de deposição; 2 – pequena deposição sobre o folíolo; 3 – deposição leve em uma pequena parte do folíolo; 4 – deposição leve em toda o folíolo; 5 – deposição média em metade do folíolo; 6 – deposição média em todo o folíolo; 7 – deposição pesada em pelo menos 2/3 do folíolo; 8 – deposição pesada em todo o folíolo; 9 – máxima deposição (ponto de escorrimento).

A distribuição do traçador foi avaliada nas superfícies adaxial e abaxial dos folíolos e em três posições da planta. As amostras foram constituídas de seis folíolos retirados de diferentes posições : parte inferior, parte mediana e parte superior. Um dos folíolos de cada altura da planta foi retirado da posição interna e outro externamente. A quantificação do traçador na solução de lavagem desses folíolos foi por espectrofotometria, utilizando-se do mesmo procedimento já descrito.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à precisão do método, quanto maior o volume da solução a 0,15% do corante azul brilhante, maior foi a porcentagem de recuperação do traçador até o volume de 384 µl da solução no folíolo (máxima retenção).

Os valores médios dos depósitos da calda recuperados nos folíolos do tomateiro em

diferentes alturas, posições de amostragem e estágio de desenvolvimento da cultura nos sistemas de aplicação em microaspersão e pulverizador costal manual são mostrados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Após a primeira aplicação (10/09/99) do traçador, em microaspersão, verifica-se que não houve efeito da altura, posição de amostragem e da interação desses fatores sobre os níveis dos depósitos de calda, utilizando essa técnica de aplicação na cultura do tomate. Este fato pode ser explicado, até certo ponto, pelo fluxo contínuo de calda sob os folíolos posicionados na parte mais alta da planta removendo grande parte dos depósitos por escorrimento, pois o ponto máximo de saturação foliar foi frequentemente alcançado em função do tempo de aplicação e do tamanho reduzido dos folíolos no ponteiro das plantas (Tabela 1). Já nas demais alturas, provavelmente a maior área superficial dos folíolos foi compensada pela maior cobertura da calda proveniente de respingos e do escorrimento da parte mais alta da planta.

Ao aplicar o traçador em 27/10/99, somente foi constatado efeito da altura de amostragem sobre os níveis dos depósitos. Valores médios significativamente maiores dos depósitos foram observados para os folíolos posicionados no ponteiro das plantas comparativamente às demais alturas (Tabela 1). Provavelmente, isto se deve à maior proximidade das plantas nesse estágio de desenvolvimento do sistema de microaspersão.

O efeito da altura e da posição de amostragem sobre os depósitos também foi constatado após a aplicação da calda com o pulverizador costal manual (Tabela 2). Entretanto, esse efeito não foi observado na interação desses fatores em 10/09/99. Os valores médios dos depósitos da calda de amostras retiradas em diferentes alturas da planta mostraram níveis significativamente distintos e decrescentes do ponteiro para parte inferior, independente da posição de amostragem (externa ou interna). As médias dos depósitos nos folíolos do ponteiro foram

superiores, em até seis vezes, àqueles obtidos nas amostras retiradas da parte mais baixa e, até duas vezes, em relação aos detectados na parte mediana das plantas.

Os maiores depósitos do traçador em folíolos do ponteiro nesse estágio de desenvolvimento podem estar relacionados à arquitetura da planta, onde pequenos folíolos poderiam capturar maior quantidade de calda proporcionalmente ao seu menor tamanho e também seu formato com bordas ligeiramente voltadas para cima.

Depósitos significativamente maiores do traçador também foram observados para as diferentes posições de amostragem, interna e externa, sendo maiores nessa última.

Após a segunda aplicação do traçador com o pulverizador costal (27/10/99) não se constatou efeito da altura de amostragem sobre os níveis dos depósitos da calda, porém o contrário foi observado quanto à posição de amostragem (Tabela 2). No geral, observa-se que os depósitos na posição externa superaram em 50% aos obtidos naqueles posicionados internamente; a arquitetura da planta com maior espaço entre ramos do ponteiro e o maior tamanho dos folíolos nesse estágio de desenvolvimento, pode ter contribuído para a menor deposição na parte interna das plantas com a aplicação sendo realizada lateralmente com a lança de aplicação.

As médias dos volumes de calda (μl) recuperados em microaspersão, para as diferentes concentrações do traçador são mostradas na Tabela 3.

O volume recuperado da calda (μl) com o traçador correlaciona-se positivamente com o aumento da concentração da solução. Também, pode-se constatar que os aumentos nos valores dos volumes recuperados da calda, antes (diretamente na solução) e após a sua injeção no sistema de microaspersão (diluído na água de irrigação) não foram correspondentes aos aumentos na concentração da solução (Tabela 3).

Tabela 1. Efeito da altura e posição de amostragem sobre os depósitos da calda em folíolos após a aplicação do traçador em microaspersão e diferentes estádios de desenvolvimento do tomateiro. Pereiras - SP, 1999.

Fatores de variação	GL	Valores de F, CV e depósito médio	
		10/09/99	27/10/99
Altura (A)	2	1,82 n.s.	12,93*
Posição (P)	1	0,71 n.s.	0,03 n.s.
A x P	2	2,07 n.s.	0,73 n.s.
	114 ¹		
CV(%)	-	77,67	40,65
Médias ($\mu\text{l} / \text{cm}^2$)			
Alto		0,213a	0,376a
Médio		0,206a	0,265 b
Baixo		0,290a	0,250 b
DMS		0,1081	0,0639
Externo		0,247a	0,299a
Interno		0,279a	0,295a
DMS		0,0734	0,0435

n.s. = não significativo ($p < 0,05$)* = significativo ($p < 0,05$)

Médias na mesma coluna, com mesma letra, dentro do mesmo fator não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

¹ = graus de liberdade do resíduo**Tabela 2.** Efeito da altura e posição de amostragem sobre os depósitos da calda em folíolos após a aplicação do traçador com o pulverizador costal manual em diferentes estádios de desenvolvimento do tomateiro. Pereiras - SP, 1999.

Fatores de variação	GL	Valores de F, CV e depósito médio	
		10/09/99	27/10/99
Altura (A)	2	84,86**	0,418 n.s.
Posição (P)	1	6,35*	44,703**
A x P	2	1,98 n.s.	5,155*
	114 ¹		
CV(%)	-	53,07	59,84
Médias ($\mu\text{l} / \text{cm}^2$)			
Alto		8,377a	2,127a
Médio		3,739 b	1,887a
Baixo		1,498 c	1,971a
DMS		1,2741	0,6315
Externo		5,092a	2,723a
Interno		3,984 b	1,266 b
DMS		0,8673	0,4299

*, ** = significativo ($p < 0,05$; 0,01)n.s. = não significativo ($p < 0,05$)

médias na mesma coluna, com mesma letra, dentro do mesmo fator não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

¹ = graus de liberdade do resíduo

Tabela 3. Volume recuperado da calda no primeiro microaspersor das linhas de emissão, antes e após 1 minuto do início da injeção do traçador no sistema, em diferentes concentrações. Pereiras – SP, 2000.

Concentração do traçador	Volume recuperado (µl)	
	Antes	Após a injeção
0,15%	0,60	0,10
0,30%	1,18	0,26
0,60%	1,25	0,45
0,90%	1,37	0,56

O uso do traçador na concentração de 0,90% no sistema de microaspersão possibilitou a obtenção de volumes da calda recuperados da ordem de 0,56 µl, o qual é equivalente ao valor de 0,60 µl detectado antes da injeção da calda na concentração de 0,15% em ambas as técnicas de aplicação. Assim, para a obtenção dos mesmos níveis dos depósitos obtidos na aplicação com o pulverizador costal manual seria necessário a utilização da calda seis vezes mais concentrada no sistema de aplicação por microaspersão.

Para a análise da distribuição da pulverização nas superfícies adaxial e abaxial dos folíolos foram considerados somente a frequência de notas pares (diferentes graus de cobertura em toda a superfície), pois a atribuição de notas ímpares poderia ser influenciada pelo posicionamento do folíolo em relação a aplicação, principalmente com o uso do pulverizador costal manual (Figuras 1 a 4).

Ao analisar a distribuição dos depósitos na superfície abaxial dos folíolos, na aplicação em microaspersão, mais de 70% deles não receberam gotas, evidenciando a deficiência desse sistema de aplicação (Figuras 1 e 3).

Quando a aplicação foi realizada com o pulverizador costal manual, foram verificadas deposições média (nota 6) e pesada (nota 8) em todo o folíolo, principalmente para aqueles mais externos à planta, quando a distribuição foi avaliada na superfície adaxial dos folíolos. Independente da posição e altura do folíolo na planta, em nenhuma ocasião foi constatada a ausência das gotas na superfície adaxial.

A análise da distribuição na superfície abaxial dos folíolos, utilizando-se o pulverizador costal manual, revelou a ocorrência de baixos níveis de depósitos, situação similar a encontrada nessa superfície

foliar quando a aplicação foi realizada por microaspersão.

Em relação à uniformidade de distribuição dos depósitos da calda, pode-se afirmar que a aplicação com o pulverizador costal manual evidenciou melhor distribuição nos folíolos do tomateiro.

Na segunda avaliação, em microaspersão, pode-se verificar menores frequências de folíolos que não receberam gotas em sua superfície adaxial. Independente da altura e posição de amostragem dos folíolos na planta, altas frequências de deposição pesada (nota 8) em todo o folíolo foram observadas na superfície adaxial, nesse caso, sempre superiores a 52,5% (Figura 3).

Ao analisar a distribuição dos depósitos na superfície abaxial dos folíolos, nesse sistema de aplicação, verifica-se altas frequências de folíolos que não receberam a pulverização e reduzidas porcentagens daqueles que receberam e, nesse caso, restringindo-se praticamente aos posicionados no ponteiro da planta.

Quando comparada a frequência das notas atribuídas aos diferentes graus de deposição da mistura traçador entre a primeira e segunda aplicação no sistema de microaspersão, verifica-se que a superfície adaxial dos folíolos posicionados na parte baixa da planta recebeu um incremento na quantidade depositada da mistura traçador por ocasião da segunda aplicação. Isto, provavelmente, se deve à maior redistribuição da calda nesse estágio de desenvolvimento da planta, proveniente em grande parte do ponteiro. Este fato também contribuiu para o aumento da deposição na superfície abaxial dos folíolos, independente da posição de amostragem na planta.

Após a segunda aplicação com o pulverizador costal manual, verificou-se uma

correlação negativa entre a altura de amostragem e frequência de folíolos com grau de deposição pesada na superfície adaxial. Ao comparar o grau de deposição entre a primeira e segunda aplicação com o pulverizador costal manual, a mesma tendência foi constatada para as diferentes alturas e posições da planta; no entanto, a superfície adaxial dos folíolos posicionados internamente nas posições média e baixa da planta apresentaram um incremento superior a 50% no grau de deposição por ocasião da segunda aplicação (Figuras 2 e 4).

Ao avaliar a deposição na superfície abaxial dos folíolos, com o pulverizador costal

manual em 27/10/1999, verifica-se elevadas frequências de folíolos que não receberam ou apresentaram traços da pulverização. Este fato ocorreu em mais de 70% dos folíolos avaliados para cada altura e posição de amostragem, tanto na primeira quanto na segunda aplicação, demonstrando assim, que os folíolos posicionados na parte externa impedem a penetração da pulverização.

A primeira letra da legenda das figuras seguintes, refere-se à altura de amostragem na planta (A = alta, M = média e B = baixa) e a segunda, à posição (I = interna e E = externa).

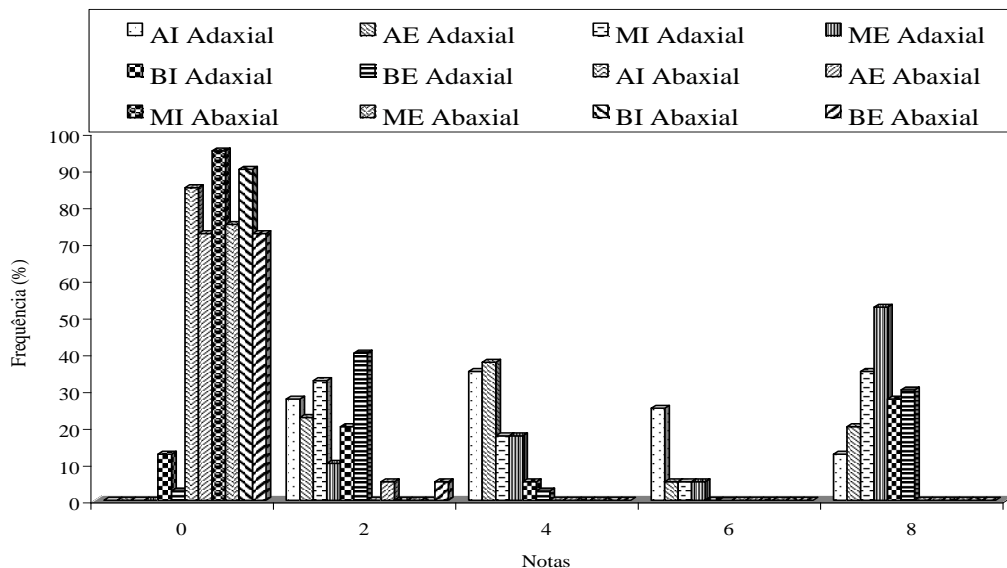


Figura 1. Frequência (%) de notas atribuídas a diferentes níveis de depósito do traçador em diferentes posições, alturas e superfícies dos folíolos de tomateiro após a aplicação em microaspersão em 10/09/1999

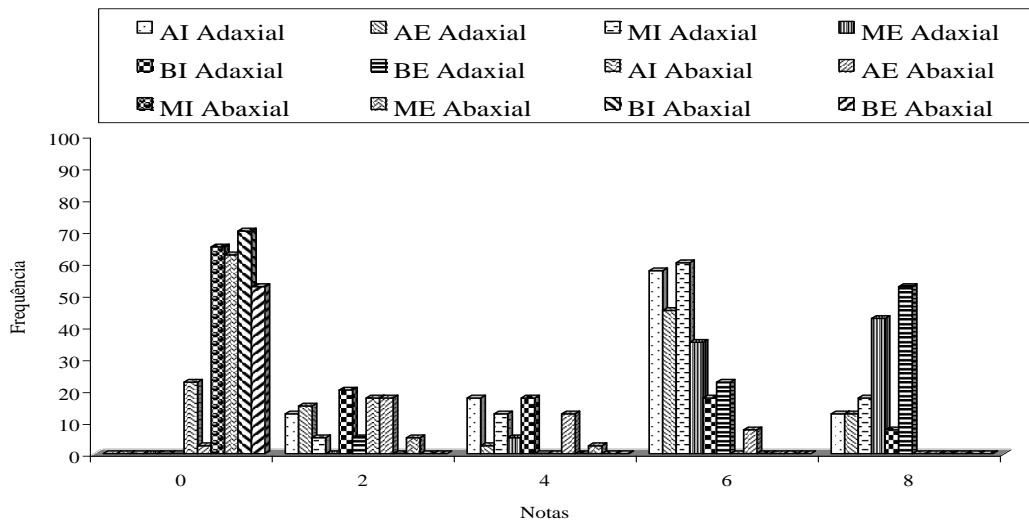


Figura 2. Frequência (%) de notas atribuídas a diferentes níveis de depósito do traçador em diferentes posições, alturas e superfícies dos folíolos de tomateiro após a aplicação com o pulverizador costal manual em 10/09/1999.

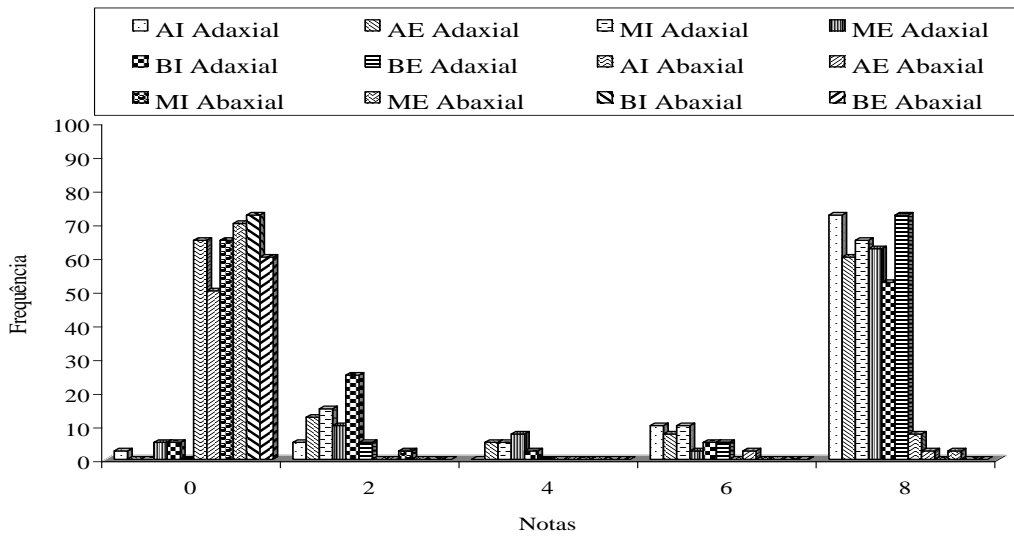


Figura 3. Frequência (%) de notas atribuídas a diferentes níveis de depósito do traçador em diferentes posições, alturas e superfícies dos folíolos de tomateiro após a aplicação em microaspersão em 27/10/1999.

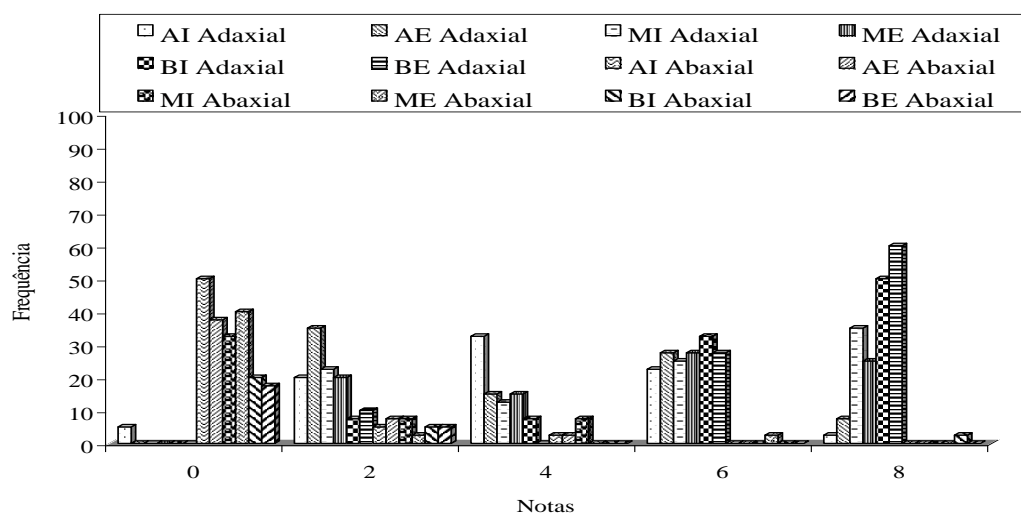


Figura 4. Frequência (%) de notas atribuídas a diferentes níveis de depósito do traçador em diferentes posições, alturas e superfícies dos folíolos de tomateiro após a aplicação com o pulverizador costal manual em 27/10/1999.

6. CONCLUSÕES

A distribuição do traçador em folíolos de tomateiro foi influenciada pela superfície de exposição e sistema de aplicação; melhor distribuição da calda foi obtida com o pulverizador costal manual;

Maiores depósitos do traçador foram obtidos no ponteiro e nos folíolos da parte externa da planta;

Níveis equivalentes de depósitos com o pulverizador costal manual podem ser obtidos ao concentrar, ao menos seis vezes, a calda para aplicação em microaspersão com a taxa de injeção de $0,5 \text{ L m}^{-1}$, independente da altura e posição dos folíolos.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPESP pela concessão da bolsa de estudos e a empresa Hokko do Brasil por permitir a realização deste trabalho em sua Estação Experimental.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DOWLER, C. C.; GASCHO, G.J.; YOUNG, J.R. **Chemical potential for corn production**. West Lafayette: Purdue University Cooperative Extension Service, 1989. 8 p.
- HAYDEN, J. et al. Two water-soluble optically resolvable dyes for comparing pesticide spray distribution. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.83, n.6, p. 2411-2413, 1990.
- PALLADINI, L. A. **Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações**. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.
- RAETANO, C. G. **Efeito de diferentes técnicas de aplicação de defensivos no controle de pragas em cultivos protegidos**. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, 1999. 46 p. (Relatório interno de pesquisa).

- RAMOS, M. M.; MANTOVANI, C. E. Sistemas de irrigação e seus componentes. In: COSTA, E. F. da; VIEIRA, R. F.; VIANA, P. A. (Eds.) **Quimigação**: aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação. Brasília, DF: Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1994. p. 41-84.
- SMELT, J. H.; SMIDT, R. A.; HUIJSMANS, J. F. M. Comparison of spray deposition on apple leaves of captan and the dye brilliant sulfoflavine. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LES TECHNIQUES D' APPLICATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES, 2., 1993, Strasbourg. **Annales...** Strasbourg: British Crop Protection Council, 1993. p. 191-197.
- VIEIRA, F. R. Introdução à quimigação. In: COSTA, E. F. da; VIEIRA, R. F.; VIANA, P. A. (Eds.) **Quimigação**. Brasília, DF: Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1994. p. 13-39.