

COMPARAÇÃO DE PULVERIZADORES PARA TRATAMENTO DA CULTURA DO TOMATE ESTAQUEADO: AVALIAÇÃO DA DEPOSIÇÃO E CONTAMINAÇÃO DE APLICADORES

ALDEMIR CHAIM *

MARIA CONCEIÇÃO PERES YOUNG PESSOA **

VERA LÚCIA SCHERHOLZ SALGADO DE CASTRO ***

VERA LÚCIA FERRACINI ****

JOSÉ ABRAHÃO HADDAD GALVÃO *****

Comparou-se a deposição de agrotóxico na cultura do tomate estaqueado e a contaminação de aplicadores, proporcionada por duas técnicas de aplicação, ou seja, pulverização de 1000 L/ha com equipamento tradicional e de 20 L/ha com pulverizador motorizado costal. As aplicações foram feitas com fungicida cúprico, em dose de cobre metálico equivalente a 812055 mg/ha e 825090 mg/ha, para pulverizações em alto volume e baixo volume, respectivamente. O resíduo médio encontrado na superfície das plantas pulverizadas com o equipamento tradicional foi de 0,12 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, enquanto que para o pulverizador motorizado costal foi de 1,93 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. A pulverização tradicional proporcionou maior contaminação dos aplicadores que a observada com pulverizador motorizado costal, para todas as regiões do corpo.

1 INTRODUÇÃO

A aplicação de volumes reduzidos de calda, nem sempre tem resultado em controle satisfatório de pragas e doenças (1). As principais causas desta inconsistência de resultados têm sido creditada ao tamanho e distribuição inadequada das gotas sobre os alvos (1,2).

* Engº Agrº, M.Sc., Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna - SP.

** Ph.D., Engenharia Elétrica, Automação e Matemática Aplicada, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna - SP.

*** Ph.D., Patologia & Toxicologia, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna - SP.

**** Ph.D., Química Orgânica, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna - SP.

***** Engº Agrº, Campos Experimentais, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna - SP.

Grande impulso nas pesquisas com aplicação de volumes reduzidos de calda foram registrados na década de 70, com o aperfeiçoamento de bicos centrifugos (3,4), resultando em novo conceito de aplicação conhecido como "Controlled Droplet Application" (CDA). O conceito CDA enfatizava, não só a importância de se aplicar o tamanho correto das gotas para determinado alvo, mas também uniformidade de tamanho, visando otimizar seu uso, com volume mínimo compatível com o controle econômico (2). O ponto mais alto no desenvolvimento desta tecnologia surgiu na década de 80, com o aperfeiçoamento da pulverização eletrohidrodinâmica (5,6), que resultou em equipamentos capazes de aplicar volumes de calda menores do que um litro por hectare, os quais em alguns casos apresentaram excelentes níveis de controle de pragas. Entretanto, seus resultados também não eram consistentes (1), devido a falta de formulações adequadas ao processo de pulverização e a dificuldade de penetração das gotas no interior das plantas.

A importância do veículo de diluição da formulação e da penetração das gotas ficou evidenciada na pesquisa de BRASHER et al. (7). Tais autores pulverizaram diferentes concentrações de Malation, diluído com solvente não volátil, utilizando bicos pneumáticos eletrostáticos acoplados a bocais com vento auxiliar, para controle do bicudo do algodoeiro - *Anthonomus grandis*, Boheman. Obtiveram controle de 90% da população de bicudos, com a aplicação de 4,5 L/ha de calda, com apenas 50% da dose de ingrediente ativo recomendada. Segundo estes autores, a retirada do dispositivo que assoprava as gotas para o interior das plantas reduziu em 20% a efetividade do controle do bicudo.

Devido à falta de informações, a maioria das aplicações praticadas se enquadram entre volumes médios e altos, dependendo entretanto, do porte das plantas e do seu grau de enfolhamento. A aplicação em volume alto (VA) pode ser definida, como aquela em que as folhas das plantas não conseguem reter mais líquidos. Este volume é muito variável e depende do estágio de desenvolvimento da cultura. Neste tipo de aplicação, o resíduo de produto químico sobre a superfície tratada é proporcional a concentração da calda utilizada e independe do volume aplicado (8). Esta modalidade de aplicação tem sido preferida para se aplicar agrotóxicos em algumas frutíferas e olerícolas e as indicações de dosagem nas embalagens de agrotóxicos são expressas em concentração ou porcentagem.

Experimentos realizados por CHAIM et al. (9) demonstraram que as perdas de agrotóxicos nas pulverizações de volume alto, na cultura de tomate estaqueado, ficaram entre 59 a 76% dependendo do porte das plantas.

No presente trabalho comparou-se a deposição de agrotóxico na cultura do tomate estaqueado e a contaminação de aplicadores, proporcionada por duas técnicas de aplicação, ou seja, pulverização de

1000 L/ha com equipamento tradicional e de 20 L/ha com pulverizador motorizado costal.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado no município de Sumaré (SP), numa área de produção comercial de tomate estaqueado, cujas plantas estavam no estágio máximo de desenvolvimento vegetativo. As condições micrometeorológicas do experimento foram medidas com anemômetro manual Davis Turbo Meter e termohigrômetro Sper Scientific 800016. A coleta dos dados micrometeorológicos foi realizada durante o período compreendido entre 30 minutos antes e depois das pulverizações.

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizado com 4 repetições e dois tratamentos: pulverização de volume alto de calda (VA) e pulverização de volume baixo de calda (VB). No tratamento VA utilizou-se pulverizador estacionário com lança manual e bicos de pulverização do tipo leque Yamaho D3, calibrado para aplicar um volume de calda de 1000 L/ha. O tratamento VB foi realizado com pulverizador costal motorizado Hatsuta, com novo bocal desenvolvido na Embrapa Meio Ambiente, calibrado para aplicar 20 L/ha. A calibração dos equipamentos foi realizada no local do ensaio, considerando-se a velocidade de deslocamento dos aplicadores e a vazão dos bicos dos pulverizadores.

As parcelas foram constituídas de 4 ruas, com 8 linhas de plantio de 20 metros de comprimento, com aproximadamente 532 plantas. As parcelas foram distribuídas em 2 talhões separados por carreador com aproximadamente 6 metros de largura, perpendicularmente disposto às linhas de plantio. Cada bloco foi formado por duas parcelas paralelas, separadas pelo carreador. A separação entre os blocos foi constituída por 8 linhas de plantio.

As pulverizações foram realizadas com caldas preparadas com fungicida cúprico, contendo em sua formulação o equivalente a 350 g de cobre metálico/kg. As concentrações das duas caldas foram preparadas para se aplicar a mesma quantidade de cobre metálico por hectare, nos dois tratamentos. Foram retiradas amostras das caldas para a checagem da concentração mediante análise química.

2.1 AMOSTRAGEM DE DEPOSIÇÃO NAS PLANTAS

A amostragem da deposição foi realizada em 36 plantas distribuídas ao acaso nas 4 linhas centrais de plantio de cada parcela. Cada conjunto de 12 plantas foi amostrado em alturas diferentes em relação ao solo: região inferior (0,2 m), região mediana (0,8 m) e região superior (1,4 m). Em cada altura de amostragem foram distribuídos 4 alvos, ficando um em cada

1000 L/ha com equipamento tradicional e de 20 L/ha com pulverizador motorizado costal.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado no município de Sumaré (SP), numa área de produção comercial de tomate estaqueado, cujas plantas estavam no estágio máximo de desenvolvimento vegetativo. As condições micrometeorológicas do experimento foram medidas com anemômetro manual Davis Turbo Meter e termohigrômetro Sper Scientific 800016. A coleta dos dados micrometeorológicos foi realizada durante o período compreendido entre 30 minutos antes e depois das pulverizações.

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizado com 4 repetições e dois tratamentos: pulverização de volume alto de calda (VA) e pulverização de volume baixo de calda (VB). No tratamento VA utilizou-se pulverizador estacionário com lança manual e bicos de pulverização do tipo leque Yamaha D3, calibrado para aplicar um volume de calda de 1000 L/ha. O tratamento VB foi realizado com pulverizador costal motorizado Hatsuta, com novo bocal desenvolvido na Embrapa Meio Ambiente, calibrado para aplicar 20 L/ha. A calibração dos equipamentos foi realizada no local do ensaio, considerando-se a velocidade de deslocamento dos aplicadores e a vazão dos bicos dos pulverizadores.

As parcelas foram constituídas de 4 ruas, com 8 linhas de plantio de 20 metros de comprimento, com aproximadamente 532 plantas. As parcelas foram distribuídas em 2 talhões separados por carreador com aproximadamente 6 metros de largura, perpendicularmente disposto às linhas de plantio. Cada bloco foi formado por duas parcelas paralelas, separadas pelo carreador. A separação entre os blocos foi constituída por 8 linhas de plantio.

As pulverizações foram realizadas com caldas preparadas com fungicida cúprico, contendo em sua formulação o equivalente a 350 g de cobre metálico/kg. As concentrações das duas caldas foram preparadas para se aplicar a mesma quantidade de cobre metálico por hectare, nos dois tratamentos. Foram retiradas amostras das caldas para a checagem da concentração mediante análise química.

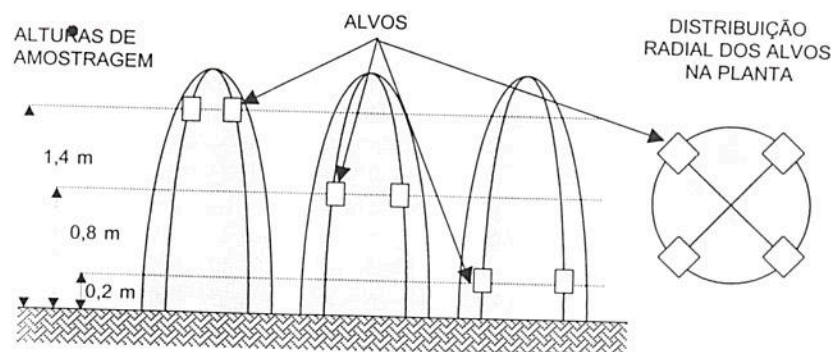
2.1 AMOSTRAGEM DE DEPOSIÇÃO NAS PLANTAS

A amostragem da deposição foi realizada em 36 plantas distribuídas ao acaso nas 4 linhas centrais de plantio de cada parcela. Cada conjunto de 12 plantas foi amostrado em alturas diferentes em relação ao solo: região inferior (0,2 m), região mediana (0,8 m) e região superior (1,4 m). Em cada altura de amostragem foram distribuídos 4 alvos, ficando um em cada

quadrante da planta (Figura 1). Os alvos de amostragem foram constituídos por cartões de papel mata-borrão, quadrados, com 25 cm² de área.

Após a pulverização foram retiradas amostras conjuntas de 3 plantas para cada altura. Para facilitar a análise química no laboratório, as amostras foram separadas em 4 lotes. Para cada parcela e para cada altura de amostragem, os lotes foram constituído de 12 cartões com área total de 300 cm².

FIGURA 1 - DISTRIBUIÇÃO DOS ALVOS NAS PLANTAS DO TOMATEIRO, EM DIFERENTES ALTURAS DE AMOSTRAGEM

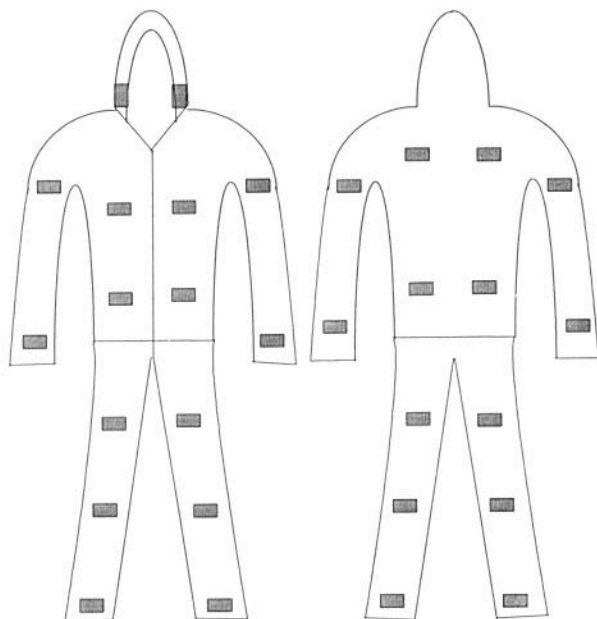


2.2 AMOSTRAGEM DA EXPOSIÇÃO DOS APLICADORES

Foram preparados 8 macacões de Tyvek®, nos quais foram grampeados cartões de papel mata-borrão, medindo 5x5 cm, nas seguintes regiões do corpo: a) parte anterior - braços, ombros, pescoço, tórax, abdômen, coxas, pernas e tornozelos; b) parte posterior - braços, ombros, tórax, abdômen, coxas, pernas e tornozelos (Figura 2). Foi utilizado um macacão por parcela, de maneira a se obter 4 repetições para cada técnica de aplicação testada.

Utilizou-se solução de ácido nítrico 0,1 N para extração de cobre presente nas amostras. O seu teor foi determinado com espectrofotômetro de absorção atômica Shimadzu AA 380. Os teores encontrados nas amostras foram corrigidos pela taxa de extração média das concentrações encontradas e transformados em microgramas de cobre por cm².

FIGURA 2 - DISTRIBUIÇÃO DE ALVOS ARTIFICIAIS PARA ESTUDO DE EXPOSIÇÃO DE APLICADORES



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes do início das aplicações foi determinado o tempo de deslocamento do aplicador, pelas ruas das parcelas e após 5 tentativas, a velocidade de aplicação ficou estabelecida em 0,5 m/s, para os dois equipamentos em teste. A vazão do equipamento no tratamento VA ficou em torno de 3000 mL/min e a do VB em 60 mL/min. As aplicações foram realizadas sob ventos em rajadas, com velocidades oscilando entre 1,9 e 2,7m/s e a umidade relativa permaneceu estável, em torno de 47%.

O resíduo médio de cobre metálico encontrado na calda do tratamento VA foi 812,06 mg/L e no tratamento VB, 41254,50 mg/L. Desta forma, considerando-se os volumes de calda aplicados por hectare, as doses de cobre estimadas para os tratamentos VA e VB foram 812055 mg/ha e 825090 mg/ha, respectivamente.

Os resultados das deposições verificadas nas diferentes regiões das plantas estão apresentados na Tabela 1

TABELA 1 - RESÍDUOS DE TRAÇADOR ENCONTRADOS EM DIFERENTES REGIÕES DE PLANTAS DE TOMATE ESTAQUEADO, TRATADAS COM DOIS TIPOS DE PULVERIZADORES¹

	PULVERIZADOR TRADICIONAL (VA)	PULVERIZADOR COSTAL MOTORIZADO (VB)
	Tratamentos principais - pulverizadores ²	
Média	0,12 a	1,93 b
Desvio Padrão	0,5	
DMS para Tukey	0,65	
	Tratamentos secundários - região da planta ²	
Inferior	0,11 a	1,61 b
Mediana	0,12 a	2,06 b
Superior	0,14 a	2,13 b
Desvio Padrão	0,05	
DMS para Tukey	0,09	

¹ Resíduos expressos em µg/cm².

² Médias seguidas por letras iguais não diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os resultados apresentados demonstram que a aplicação VB aumentou, em média, 19 vezes a deposição de agrotóxico nas plantas. Vários fatores podem ter contribuído para este aumento na deposição, tal como, a elevada concentração da calda, o reduzido volume de aplicação e o jato de ar do bico de pulverização do equipamento motorizado costal. A calda aplicada no tratamento VB apresentou concentração 50 vezes maior que a aplicada no VA, para se manter a proporção na dose de ingrediente ativo aplicada por hectare. O pequeno volume de aplicação utilizado com o pulverizador motorizado costal contribuiu para redução nas perdas por escorrimento e o jato de ar do bico melhorou a deposição nas plantas, devido ao aumento da velocidade de impacto das gotas, bem como na melhoria da penetração do agrotóxico no interior do dossel dos tomateiros. Foi constatado visualmente que as plantas das parcelas tratadas com

pulverizador motorizado costal ficaram mais azuladas, devido a alta deposição dos sais de cobre, do que as tratadas com o pulverizador tradicional. BALS (4) descreveu experimento em que se aplicou 500 mililitros de calda não volátil de determinado inseticida, utilizando gotas de tamanho controlado de 70 micrômetros, sendo que o resíduo do agrotóxico encontrado na planta foi de 120 mg/L. A mesma dose do inseticida, diluída em 500 litros de água, foi aplicada com pulverizador costal e a análise das plantas revelou a presença de 4 mg/L do produto aplicado. Esta contaminação de 4 mg/L promoveu excelente controle do inseto alvo e revelou que, melhorando-se o método de aplicação a dose do produto pode ser reduzida em 30 vezes.

Comparando a exposição dos aplicadores, a pulverização tradicional proporcionou contaminação maior que o pulverizador motorizado costal, para todas as regiões do corpo (Tabela 2). Como os jatos dos bicos hidráulicos não contam com energia suficiente para arremessar todas as gotas para as plantas, o aplicador é obrigado a caminhar por uma nuvem tóxica, quando usa o pulverizador tradicional. Por outro lado, o vento proporcionado pelo pulverizador motorizado costal assopra as gotas diretamente para as plantas, reduzindo sensivelmente a exposição do aplicador.

Apesar do pulverizador motorizado costal ser mais efetivo, que a pulverização convencional, este apresenta alguns inconvenientes. A evaporação das gotas limita o emprego de pulverizações de pequenos volumes de calda, principalmente quando se emprega água como diluente do agrotóxico. Além disso não existem informações nas embalagens de agrotóxicos sobre as doses que deveriam ser empregadas para a aplicação em volumes reduzidos. Neste caso, a utilização das dosagens expressas em porcentagem poderiam resultar em baixa eficiência de controle. Por outro lado, a utilização das doses expressas em quantidade de produto por hectare poderiam elevar a presença dos resíduos nos alimentos, com efeitos deletérios à saúde dos consumidores. Por estas razões, as empresas fabricantes de agrotóxicos deveriam realizar testes com técnicas alternativas de aplicação durante os ensaios de eficiência biológica de seus produtos e oferecer opções para aplicação segura para os aplicadores, meio ambiente e consumidores dos produtos agrícolas.

Apesar do pulverizador motorizado costal ser mais efetivo, que a pulverização convencional, este apresenta alguns inconvenientes. A evaporação das gotas limita o emprego de pulverizações de pequenos volumes de calda, principalmente quando se emprega água como diluente do agrotóxico. Além disso não existem informações nas embalagens de agrotóxicos sobre as doses que deveriam ser empregadas para a aplicação em volumes reduzidos. Neste caso, a utilização das dosagens expressas em porcentagem poderiam resultar em baixa eficiência de controle. Por outro lado, a utilização das doses expressas em quantidade de produto por hectare poderiam elevar a presença dos resíduos nos

alimentos, com efeitos deletérios à saúde dos consumidores. Por estas razões, as empresas fabricantes de agrotóxicos deveriam realizar testes com técnicas alternativas de aplicação durante os ensaios de eficiência biológica de seus produtos e oferecer opções para aplicação segura para os aplicadores, meio ambiente e consumidores dos produtos agrícolas.

TABELA 2 - RESÍDUOS ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) ENCONTRADOS EM DIFERENTES REGIÕES ANATÔMICAS DOS APLICADORES APÓS APLICAÇÃO DE TRAÇADOR COM DOIS TIPOS DE PULVERIZADORES NA CULTURA DE TOMATE ESTAQUEADO

Região anatômica	Região da amostragem							
	Frontal		Traseira		Frontal		Traseira	
	Esquerda	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda	Direita
Pescoço	23,32	7,20	-	-	1,11	0,31	-	-
Punhos	15,51	20,28	15,79	9,55	3,56	1,65	1,92	1,10
Braços	15,64	16,99	12,09	10,42	2,34	1,46	1,08	0,92
Ombros	16,43	15,29	4,56	3,12	1,52	1,71	0,53	0,42
Tórax	13,87	8,72	3,80	5,57	0,75	0,76	0,51	1,22
Abdômen	16,21	12,66	6,36	2,60	0,40	0,32	0,41	0,34
Coxas	15,31	19,57	15,97	2,36	0,82	0,45	1,24	0,30
Pernas	13,43	18,12	13,12	5,84	0,70	0,44	1,21	0,39
Tornozelos	17,90	24,04	15,78	8,33	2,79	1,16	0,64	1,78
Nuca	12,05				0,35			
	Pulverizador tradicional				Pulverizador motorizado costal			

4 CONCLUSÃO

A pulverização de volume baixo de calda com pulverizador motorizado costal deposita mais agrotóxicos em plantas de tomate estaqueado que a pulverização tradicional com volume alto.

A técnica de pulverização em volume baixo, com equipamento motorizado costal, contamina menos o aplicador, que a pulverização tradicional utilizada na cultura do tomate estaqueado.

Os benefícios do uso de volume baixo, com pulverizadores motorizados costais só poderão ser alcançados se os fabricantes de agrotóxicos ajustarem as doses de seus produtos para esta técnica.

Abstract

The pesticide application technique traditionally used in the tomato string crop, is characterised by the use of great volume of diluted spray, that results in a high pesticide loss and a heavy contamination of the applicators. The main objective of this work was to compare the pesticide deposition of two application techniques: the spraying of 1000 L/ha with traditional equipment and 20 L/ha with knapsack mistblower sprayer. The applications were made with a cupric fungicide in dose of equivalent metallic copper to 812055 mg/ha and 825090 mg/ha for the high and low volume spraying, respectively. The medium residue found on the surface of the plants sprayed with the traditional equipment was of 0,12 µg/cm² while for the mistblower sprayer it was of 1,93 µg/cm². Comparing the exposure of applicators, the traditional spraying provided a larger contamination than the mistblower sprayer, for all the areas of the body.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 HISLOP, F.C. Electrostatic ground-rig spraying: an overview. **Weed Technology**, v. 2, p. 94-104, 1988.
- 2 MATTHEWS, G.A. **Pesticide application methods**. New York : Longman, 1982. 336 p.
- 3 BALS, E. J. Rotary atomisation. **Agricultural Aviation**, v. 12, p. 85-90, 1970.
- 4 BALS, F.J. Some thoughts on the concept of ULD (Ultra Low Dosage) spraying. **EPPO BULLETIN**, Paris, v. 2, p. 27-35, 1971.
- 5 COFFEE, R. A. Electrodynamics crop spraying. **Outlook on Agriculture**, v. 10, n. 7, p. 350-356, 1981.
- 6 CHAIM, A. **Desenvolvimento de um pulverizador eletrohidrodinâmico: avaliação do seu comportamento na produção de gotas e controle de trips (*Enneothrips flavens* Moulton, 1951), em amendoim (*Arachis hipogae* L.)**. Jaboticabal, 1984. 107 p. Tese (Mestrado), FCAV-UNESP.
- 7 BRASHER, C., MULLINS, J. A., BENNETI, S. E. Electrostatic ULV spraying for control of the boll weevil. **Journal of Economic Entomology**, v. 64, n. 6, p. 1537-1541, 1971.

- 8 COURSEE, R.J. Some aspects of the application of insecticides. **Annual Review of Entomology**, v. 5, p. 327-352, 1960.
- 9 CHAIM, A., CASTRO, V. L. S. S. , CORRALES, F. M. , GALVÃO, J. A. H., CABRAL, O. M. R., NICOLELLA, G. Método para monitorar perdas de agrotóxicos na cultura de tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 34, n. 5, p. 741-747, 1999.