

# UNIFORMIDADE DE DEPOSIÇÃO DA CALDA DE PULVERIZAÇÃO DE HERBICIDAS EM BARRA LATERAL PROTEGIDA COM DIFERENTES COMBINAÇÕES DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO<sup>1</sup>

*Herbicide Spray Deposition Uniformity from a Protected Lateral Spray Boom with Different Spray Tip Combinations*

FURLANETTI, A.C.<sup>2</sup>, MATUO, T.<sup>3</sup> e BARBOSA, J.C.<sup>4</sup>

**RESUMO** - O presente trabalho objetivou estudar a uniformidade de distribuição da calda de pulverização contendo herbicidas, em culturas perenes arbustivas, utilizando combinações de pontas de pulverização em barra lateral protegida, conduzida a pequena distância do alvo, na linha de culturas perenes arbustivas. Para isso, foi desenvolvido um programa computacional que permite simular a sobreposição do leque de pulverização, da porção protegida da barra e do leque formado pela ponta de pulverização do bico mais extremo da barra, de modo diferente dos demais programas. Após a seleção das melhores combinações de pontas de pulverização por meio de simulação dos padrões de deposição da pulverização das pontas individuais e dos coeficientes de variação menores que 10%, algumas dessas combinações foram testadas em campo, aplicando-se um herbicida sistêmico (glyphosate) e outro com ação de contato (paraquat). Os resultados indicaram que o programa computacional desenvolvido pode constituir-se em um auxiliar valioso para a seleção das melhores combinações de pontas de pulverização. Em aplicações tanto do herbicida glyphosate quanto do paraquat, com volumes de calda mais reduzidos, abaixo de 100 L ha<sup>-1</sup>, destacaram-se como arranjos mais eficientes: a) pontas TT110015 distanciadas de 52,5 cm entre si, combinadas com a ponta TK-0,5 na extremidade da barra a 50 cm do último bico, operando na velocidade de 5 km h<sup>-1</sup> e pressão de 103 kPa (15 lbf pol<sup>-2</sup>), com distância de caminhamento do tronco da árvore de 20 cm ; b) pontas SMCE-2 distanciadas de 15 cm entre si, combinadas com a ponta TK-0,5 na extremidade da barra de 20 cm do último bico, operando na velocidade de 4 km h<sup>-1</sup> e pressão de 414 kPa (60 lbf pol<sup>-2</sup>), com distância de caminhamento do tronco da árvore de 30 cm ; e c) pontas TLX-2 distanciadas de 15 cm entre si, combinadas com a ponta TK-0,5 na extremidade da barra de 20 cm do último bico, operando à velocidade de 5 km h<sup>-1</sup> e pressão de 414 kPa (60 lbf pol<sup>-2</sup>), com distância de caminhamento do tronco da árvore de 30 cm. A velocidade de deslocamento do pulverizador de 5 km h<sup>-1</sup> proporcionou melhores condições para que os herbicidas estudados apresentassem melhor controle de plantas daninhas, quando comparada com a velocidade de deslocamento do pulverizador de 4 km h<sup>-1</sup>.

Palavras-chave: bico de pulverização, barra de pulverização, espaçamento de bico, simulação de pulverização, barra protegida.

**ABSTRACT** - *This work aimed to study herbicide spray distribution uniformity of a shielded lateral boom, in the rows of perennial tree crops, using combinations of nozzle tips, operated at small distance from the target. A computer software program was developed to simulate the overlapping of the spray pattern from the nozzles positioned in the shielded boom portion and at the end of the boom. After computer selection of nozzle tip combinations (coefficients of variation lower than 10%), some combinations were studied under field conditions, using a systemic herbicide (glyphosate) and a contact herbicide (paraquat) application. The results indicated that the software could be a powerful tool in nozzle tip combination selection. The most efficient tip combinations for both herbicides studied (glyphosate and paraquat) at reduced spray volume (100 L ha<sup>-1</sup>) were:*

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 13/10/1999 e na forma revisada em 17/12/2001.

Parte da tese de doutorado da autora apresentada à FCA/UNESP, 1998.

<sup>2</sup> Eng.-Agrônoma, aluna do curso de Pós-Graduação em Agricultura, FCA/UNESP, Fazenda Experimental Lageado, 18603-970 Botucatu-SP, Bolsista da FAPESP. <sup>3</sup> Professor Titular Voluntário do Dep. de Defesa Fitossanitária da FCAV/UNESP, Rodovia Paulo Donato Castellani, km 5, 14884-900 Jaboticabal-SP; <sup>4</sup> Professor Adjunto do Dep. de Ciências Exatas da FCAV/UNESP.



*a) TT110015 nozzle tips spaced 52.5 cm, combined with the tip TK-0.5 at the boom extremity (50 cm from the last nozzle), ground speed of 5 km h<sup>-1</sup>, 15 psi (103 kPa) working pressure, with the distance of the last boom nozzle of 20 cm from the tree trunk; b) SMCE-2 nozzle tips spaced 15 cm combined with the tip TK-0.5 at the boom extremity (20 cm from the last nozzle), with ground speed of 4 km h<sup>-1</sup>, 60 psi (414 kPa) working pressure, with the distance of the last boom nozzle of 30 cm from the tree trunk; and c) TLX-2 nozzle tips spaced 15 cm combined with the tip TK-0.5 at the boom extremity (20 cm from the last nozzle), with ground speed of 5 km h<sup>-1</sup>, 60 psi (414 kPa) working pressure, with the distance of the last boom nozzle of 30 cm from the tree trunk. The sprayer speed of 5 km h<sup>-1</sup> showed better weed control compared to 4 km h<sup>-1</sup>.*

**Key words:** spray nozzle, spray boom, nozzle spacing, spray simulation, shielded boom.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, barras de pulverização protegidas são empregadas com frequência na aplicação de herbicidas em fruticultura, silvicultura, heveicultura e cafeicultura. Essas barras se caracterizam pela existência de uma proteção para os bicos e por serem conduzidas a baixa altura, uma vez que parte delas entra sob as copas das árvores.

O estudo da uniformidade de deposição em barra de pulverização é determinado pelo coeficiente de variação, que é a resultante da sobreposição dos perfis de distribuição do conjunto de bicos colocados na barra. O padrão de uniformidade de deposição utilizado na Alemanha estabelece que o coeficiente de variação seja menor que 7% (Deutschland, 1988), ao passo que a FAO fixa esse limite em 10% (FAO, 1997). Wolf & Smith (1979) e Sartori (1985) sugeriram que um coeficiente de variação menor que 15% produz uniformidade de deposição satisfatória.

Devido ao alto custo do transporte de água nas pulverizações a campo e à perda de tempo para reabastecimento do pulverizador, há tendência de utilização de menores volumes de aplicação, a fim de diminuir o custo e aumentar a rapidez do tratamento (Nation, 1978; Matthews, 1979; Smith, 1984; McWhorter & Hanks, 1993). A diminuição do volume de aplicação, por sua vez, implica o emprego de gotas menores, que são mais eficientemente capturadas pelo alvo e proporcionam melhores resultados (Tuck et al., 1997).

O efeito do glyphosate, usado em várias concentrações e vários volumes de aplicação em diferentes equipamentos de pulverização, no controle de plantas infestantes tem sido pesquisado em várias culturas. Na maioria dos estudos, a concentração maior de glyphosate

com volumes menores tem proporcionado maior controle de plantas infestantes (Stahlman & Phillips, 1979; Jordan, 1981; Singh & Tucker, 1983; Buhler & Burnside, 1983, 1984, 1987; Carlson & Burnside, 1984; McWhorter & Hanks, 1993).

Para as condições em que foi realizado o presente trabalho, isto é, barra conduzida a baixa altura e composta por bicos iguais na barra, combinados com um bico diferente na ponta, não existe literatura a respeito. Este trabalho teve como objetivo desenvolver um procedimento para combinações de bicos, a fim de se conseguir, de maneira prática e rápida, a montagem da barra lateral protegida, visando alcançar adequado controle das plantas infestantes.

## MATERIAL E MÉTODOS

A barra de pulverização lateral protegida utilizada neste trabalho foi do tipo Bentley, colocada no lado direito do trator, entre os eixos. Esse equipamento consiste de dupla linha de bicos, montada num chassi rígido, apoiado sobre duas sapatas deslizantes e articuláveis. Toda a extensão da barra, com dois metros, é coberta por uma chapa de aço para afastar os galhos sob a copa das plantas. Esta cobertura, combinada a uma "saia" de lona colocada na parte posterior da proteção de aço, forma uma câmara fechada, denominada câmara de saturação turbulenta e móvel (CSTM). A barra na posição de trabalho, apoiada sobre sapatas, posiciona os bicos a 26 cm da superfície do solo. Para aplicação de herbicidas em emergência, o fabricante recomenda colocar na porção coberta da barra quatro bicos de jato plano com gotas médias e, na última posição da barra, um bico de impacto (TK-2), cujo jato ultrapassa a extensão da barra para

transpassar a linha do tronco das árvores, pois a extremidade da barra deve passar a uma certa distância do tronco, a fim de evitar feri-lo. No caso da aplicação de herbicidas em pós-emergência, recomenda-se empregar dez bicos de gotas finas (TLX1 ou TLX2) na parte protegida da barra com dupla linha de bicos, formando uma câmara saturada de gotas com grande poder de cobertura das folhas. Na ponta da barra, recomenda-se o uso do bico de impacto TK-0,5, com a mesma finalidade descrita anteriormente.

Nos ensaios, a conformação original da barra foi utilizada para aplicação com os bicos cônicos TLX-2 e SMCE-2. Para aplicação com outros bicos, foi introduzida uma barra de cano entre as duas barras originais, na qual foram afixados os bicos em teste, de forma a poder variar livremente os espaçamentos entre os bicos iguais e também o da ponta, de acordo com a melhor deposição obtida em simulações.

Nos testes foram utilizados dez exemplares dos seguintes tipos de bicos da Spraying Systems Co.: "Drift Guard" DG11003, "TwinJet" TJ60-11003, "Turbo TeeJet" TT11003, "Off-Center" OC-03, OC-02 e OC-04, "Turbo FloodJet" TF-2, "TeeJet" TQ15003, "Extended Range" XR110015, "Turbo TeeJet" TT110015, "Underleaf Banding" UB8502, TK-2 e TK-0,5, além de dois bicos de jatos cônicos TLX-2 e SMCE-2.

Para a determinação dos padrões de deposição dos bicos, foi utilizada uma bancada, construída segundo normas da Organização Mundial de Saúde (Organización Mundial de la Salud, 1976).

O programa computacional elaborado constituiu em combinar os bicos debaixo da proteção com o bico da ponta, fazendo variar o espaçamento entre bicos iguais (e) e o espaçamento entre o último bico do conjunto protegido com o bico da ponta (p), com o objetivo de simular a passada da ponta da barra à distância (t) estabelecida e a deposição resultante da passada reversa, isto é, aquela efetuada pelo outro lado da linha de troncos, bem como calcular os respectivos coeficientes de variação.

A avaliação de controle das plantas daninhas foi efetuada visualmente, estabelecendo-se uma escala de notas em porcentagem de controle, em que zero corresponde a nenhum controle e 100 ao controle total das plantas

daninhas, por espécie, aos 9 e 14 dias após a aplicação (DAA) do herbicida glyphosate. Aos 30 DAA, por meio de seis subamostragens de 0,5 m<sup>2</sup> (total de 3 m<sup>2</sup>), foi determinado o peso de matéria fresca da comunidade infestante. Os resultados obtidos foram analisados utilizando-se o método de análise de variância pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%).

Para os experimentos desenvolvidos no campo com o herbicida glyphosate, foi adotado o delineamento de blocos ao acaso, com 15 tratamentos e quatro repetições (Tabela 1). As parcelas foram constituídas de uma área aberta, com 30 metros de comprimento e largura de duas passadas reversas. A largura das passadas variou de acordo com o tratamento, como conseqüência da simulação efetuada em laboratório (Tabela 1).

Em virtude da dificuldade em visualizar os efeitos da distribuição inicial com o glyphosate, por se tratar de um produto sistêmico, um segundo teste foi conduzido, com o herbicida paraquat (Gramoxone 20% SAqC) na dosagem de 1 L p.c. ha<sup>-1</sup>, utilizando os mesmos tratamentos descritos na Tabela 1.

O trator usado foi Massey Ferguson MF-275, nas velocidades de 4 km h<sup>-1</sup> (3<sup>a</sup>, reduzida a 1.350 rpm) e 5 km h<sup>-1</sup> (4<sup>a</sup>, reduzida a 1.400 rpm).

A aplicação foi feita entre 9h40 e 17h50, com temperaturas do ar entre 29,5 e 35 °C, temperatura do solo (a 5 cm de profundidade) de 23,4 a 26,4 °C e umidade relativa do ar de 48 a 78%. Essa área apresentava-se infestada com 60% de capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus* "CHEEC") e 40% de anileira (*Indigofera hirsuta* "INDHI"), com altura entre 40 e 50 cm, para ambas as espécies infestantes. Na avaliação de controle de plantas daninhas foi usada a escala percentual de notas aos 3, 8 e 14 DAA do herbicida paraquat. Aos 30 DAA do paraquat, por meio de quatro subamostragens de 0,5 m<sup>2</sup> (total de 2 m<sup>2</sup>), foi determinado o peso da matéria fresca da comunidade infestante. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente, conforme descrito no ensaio com o uso do glyphosate.

As parcelas foram constituídas de uma área de 40 m de comprimento por duas passadas reversas, que abrangeram a largura de 4,95 m.



Tabela 1 - Tratamentos utilizados no ensaio de campo com glyphosate. Olímpia-SP, 1998

Tratamentos			Pressão (kPa)	Velocidade (km h <sup>-1</sup> )	Volume de aplicação (L ha <sup>-1</sup> )	Distância da barra ao tronco (cm)
Bicos						
da barra	da ponta					
TT110015	TK-0,5		103	4	95	20,0
TT110015	TK-0,5		103	5	76	20,0
TT110015	OC-02		103	4	113	110,0
TT110015	OC-02		103	5	90	110,0
XR110015	OC-02		103	4	122	107,5
XR110015	OC-02		103	5	97	107,5
DG11003	OC-03		207	4	364	47,5
DG11003	OC-03		207	5	292	47,5
SMCE-2	TK-0,5		414	4	99	30,0
SMCE-2	TK-0,5		414	5	80	30,0
TLX-2	TK-0,5		414	4	110	30,0
TLX-2	TK-0,5		414	5	88	30,0
TLX-2	TK-2		414	4	219	30,0
TLX-2	TK-2		414	5	175	30,0
Testemunha	-		-	-	-	-

Os tamanhos de gotas desses bicos utilizados nos ensaios foram determinados no analisador de partículas a *laser*, modelo Mastersizer S "long bed" Ver. 2.15, da Malvern Instruments Ltd., nas mesmas pressões dos ensaios em campo, utilizando-se três exemplares de cada tipo de bico. A altura dos bicos empregada nessas determinações foi de 40 cm, seguindo-se as recomendações da FAO (1997).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas avaliações visuais de controle das principais espécies infestantes da área experimental, proporcionado pelo glyphosate aos 9 e 14 dias após a aplicação, estão apresentados nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

Na avaliação aos 9 DAA, as combinações de bicos que apresentaram melhor deposição e eficiência de controle, avaliada por meio de notas, para todas as plantas infestantes, com exceção do capim-amargoso (DIGIN) na velocidade de 4 km h<sup>-1</sup> (Tabela 2), foram os bicos TT110015 e SMCE-2 combinados com o bico TK-0,5 na ponta (4 e 5 km h<sup>-1</sup>) e TLX-2 combinado com TK-2 na ponta da barra de pulverização.

Para o capim-amargoso (DIGIN), o bico TT110015 combinado com OC-02, o bico

DG11003 combinado com OC-03 e o bico TLX-2 combinado com TK-2 (4 km h<sup>-1</sup>) apresentaram controle inferior ao bico TT110015 combinado com TK-0,5, ao SMCE-2 combinado com TK-0,5 (5 km h<sup>-1</sup>) e ao TLX-2 combinado com TK-0,5 (5 km h<sup>-1</sup>). No caso da trapoeraba (COMBE), verificou-se que todas as combinações de bicos testados não apresentaram diferença significativa, sendo seu controle muito baixo (10 a 15%) (Tabelas 2 e 3).

Na avaliação aos 14 dias após a aplicação, as combinações de bicos que apresentaram melhor controle foram: TT110015 e SMCE-2 combinados com TK-0,5 (4 e 5 km h<sup>-1</sup>), TT110015 combinado com OC-02 (5 km h<sup>-1</sup>) e TLX-2 combinado com TK-0,5 e TK-2 (5 km h<sup>-1</sup>). Apesar do menor controle do capim-amargoso, os bicos XR110015 combinado com OC-02 (4 e 5 km h<sup>-1</sup>), DG11003 combinado com OC-03 e TLX-2 combinado com o bico TK-2 (4 km h<sup>-1</sup>) não diferiram estatisticamente do bico TT110015 combinado com OC-02 na velocidade de 4 km h<sup>-1</sup> (Tabela 3).

Observa-se que o controle obtido relaciona-se inversamente com o volume de aplicação ou diretamente com a concentração da calda empregada. Esses dados confirmam os relatos na literatura (Knoche, 1994; Stahlman & Phillips, 1979; Jordan, 1981; Singh & Tucker, 1983; Buhler & Burnside, 1983, 1987; McWhorter & Hanks, 1993).

**Tabela 2** - Médias das porcentagens de controle das espécies nas avaliações visuais aos nove dias após a aplicação do herbicida glyphosate, para as diferentes combinações de bicos. Olímpia-SP, 1998

Tratamentos	Espécie*					
	DIGIN	ACNHI	CCHEC	DIGHO	BIDPI	COMBE
TT110015+TK-0,5 (4 km h <sup>-1</sup> )p1**	75,0ab***	95,0a	90,0ab	95,0a	95,0a	15,0a
TT110015+TK-0,5 (5 km h <sup>-1</sup> )p1	75,0ab	95,0a	95,0a	95,0a	95,0a	15,0a
TT110015+OC-02 (4 km h <sup>-1</sup> )p1	60,0c	90,0ab	90,0ab	90,0ab	95,0a	10,0a
TT110015+OC-02 (5 km h <sup>-1</sup> )p1	60,0c	90,0ab	90,0ab	90,0ab	90,0a	10,0a
XR110015+OC-02 (4 km h <sup>-1</sup> )p1	60,0c	90,0ab	80,0c	80,0c	75,0b	10,0a
XR110015+OC-02 (5 km h <sup>-1</sup> )p1	70,0abc	90,0ab	90,0ab	90,0ab	90,0a	10,0a
DG11003+OC-03 (4 km h <sup>-1</sup> )p2	60,0c	80,0b	80,0c	80,0c	80,0b	10,0a
DG11003+OC-03 (5 km h <sup>-1</sup> )p2	60,0c	80,0b	85,0bc	85,0bc	80,0b	10,0a
SMCE-2+TK-0,5 (4 km h <sup>-1</sup> )p3	70,0abc	90,0ab	95,0a	95,0a	90,0a	15,0a
SMCE-2+TK-0,5 (5 km h <sup>-1</sup> )p3	80,0a	90,0ab	95,0a	95,0a	90,0a	15,0a
TLX2+TK-0,5 (4 km h <sup>-1</sup> )p3	65,0bc	90,0ab	90,0ab	90,0ab	90,0a	10,0a
TLX2+TK-0,5 (5 km h <sup>-1</sup> )p3	75,0ab	90,0ab	90,0ab	90,0ab	90,0a	10,0a
TLX2+TK-2 (4 km h <sup>-1</sup> )p3	60,0c	90,0ab	90,0ab	90,0ab	90,0a	10,0a
TLX2+TK-2 (5 km h <sup>-1</sup> )p3	75,0ab	95,0a	95,0a	95,0a	95,0a	10,0a
Testemunha	25,0d	10,0c	15,0d	15,0d	15,0c	20,0a

\* Código WSSA/WSSJ.

\*\* p1= 103 kPa; p2 = 207 kPa; p3 = 414 kPa.

\*\*\* Médias na coluna, seguidas pelas mesmas letras, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 3** - Médias das porcentagens de controle das espécies nas avaliações visuais aos 14 dias após a aplicação do herbicida glyphosate, para as diferentes combinações de bicos. Olímpia-SP, 1998

Tratamentos	Espécie*					
	DIGIN	ACNHI	CCHEC	DIGHO	BIDPI	COMBE
TT110015+TK-0,5 (4 km h <sup>-1</sup> )p1**	80ab***	95,0a	95,0a	95,0a	95,0a	15,0a
TT110015+TK-0,5 (5 km h <sup>-1</sup> )p1	85,0a	95,0a	95,0a	95,0a	95,0a	15,0a
TT110015+OC-02 (4 km h <sup>-1</sup> )p1	75,0bc	95,0a	95,0a	95,0a	95,0a	10,0a
TT110015+OC-02 (5 km h <sup>-1</sup> )p1	85,0a	95,0a	95,0a	95,0a	95,0a	10,0a
XR110015+OC-02 (4 km h <sup>-1</sup> )p1	75,0bc	90,0a	90,0a	90,0a	90,0a	10,0a
XR110015+OC-02 (5 km h <sup>-1</sup> )p1	70,0c	90,0a	90,0a	90,0a	90,0a	10,0a
DG11003+OC-03 (4 km h <sup>-1</sup> )p2	70,0c	90,0a	90,0a	90,0a	90,0a	10,0a
DG11003+OC-03 (5 km h <sup>-1</sup> )p2	75,0bc	90,0a	90,0a	90,0a	90,0a	10,0a
SMCE-2+TK-0,5 (4 km h <sup>-1</sup> )p3	80,0ab	95,0a	95,0a	95,0a	95,0a	10,0a
SMCE-2+TK-0,5 (5 km h <sup>-1</sup> )p3	85,0a	95,0a	95,0a	95,0a	95,0a	10,0a
TLX2+TK-0,5 (4 km h <sup>-1</sup> )p3	80,0ab	95,0a	95,0a	95,0a	95,0a	10,0a
TLX2+TK-0,5 (5 km h <sup>-1</sup> )p3	85,0a	95,0a	95,0a	95,0a	95,0a	10,0a
TLX2+TK-2 (4 km h <sup>-1</sup> )p3	75,0bc	90,0a	90,0a	90,0a	90,0a	10,0a
TLX2+TK-2 (5 km h <sup>-1</sup> )p3	85,0a	95,0a	95,0a	95,0a	95,0a	10,0a
Testemunha	25,0d	10,0b	15,0b	15,0b	15,0b	20,0a

\* Código WSSA/WSSJ.

\*\* p1= 103 kPa; p2 = 207 kPa; p3 = 414 kPa.

\*\*\* Médias na coluna, seguidas pelas mesmas letras, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



No caso da combinação de bicos TLX-2 com TK-2, o volume de aplicação maior se deve ao bico TK-2, de vazão desproporcional ao conjunto de bicos TLX-2, e constitui exceção à situação descrita, isto é, esses tratamentos, apesar do volume de aplicação maior, mostraram bom controle das plantas.

Neste ensaio, pode-se concluir que os tratamentos TT110015 e TLX-2 combinados com o bico TK-0,5 foram os que apresentaram sempre os melhores resultados de controle das plantas daninhas (exceto para trapoeraba) e menor peso da matéria fresca. Embora o bico SMCE-2 combinado com o bico TK-0,5 nas velocidades de 4 e 5 km h<sup>-1</sup> apresentasse peso maior, foi estatisticamente igual ao obtido pelos bicos TT110015 e TLX-2 combinados com o bico TK-0,5 a 5 km h<sup>-1</sup>.

A avaliação visual do controle de anileira e capim-carrapicho aos 3 DAA do paraquat é apresentada na Tabela 5.

A tendência de tratamentos com velocidade de 5 km h<sup>-1</sup> apresentarem melhor resultado que a 4 km h<sup>-1</sup> se explica, provavelmente, pelo fato de que nas aplicações com velocidade maior

foi utilizada calda de concentração maior. O glyphosate é mais ativo em concentrações mais altas, como tem sido verificado por vários autores (Stahlman & Phillips, 1979; Jordan, 1981; Singh & Tucker, 1983; Buhler & Burnside, 1983 e 1987; McWhorter & Hanks, 1993). Por outro lado, o aumento da velocidade de deslocamento melhora a cobertura de superfícies verticais (Nordbo, 1992). No controle do capim-amargoso (Tabela 3), esse fenômeno parece ser visualizado, com exceção para o tratamento XR110015+OC-02, em que a velocidade de 5 km h<sup>-1</sup> forneceu resultados numéricos superiores à velocidade de 4 km h<sup>-1</sup>. Para o caso das outras duas espécies de gramíneas (capim-carrapicho e capim-colchão), pelo fato de o controle ter sido elevado, esse fenômeno não foi possível de ser constatado aos 14 DAA (Tabela 3), porém aos 9 DAA (Tabela 2) esse fenômeno pode ser sugerido.

Apresentaram-se com combinações interessantes os bicos TT110015+TK-0,5 (4 e 5 km h<sup>-1</sup>), TT110015+OC-02 (4 km h<sup>-1</sup>), SMCE-2+TK-0,5 (4 km h<sup>-1</sup>), TLX-2+TK-0,5 (4 e 5 km h<sup>-1</sup>) e TLX-2+TK-2 (5 km h<sup>-1</sup>).

Os resultados da avaliação efetuada aos 8 DAA do paraquat estão mostrados na Tabela 6.

**Tabela 4** - Peso de matéria fresca (kg 3 m<sup>-2</sup>) das plantas infestantes aos 30 dias após a aplicação do glyphosate com as diferentes combinações de bicos. Olímpia-SP, 1998

Tratamentos	Volume de aplicação (L ha <sup>-1</sup> )	Peso da matéria fresca nos blocos						
		1	2	3	4	5	6	Média
TT110015+TK-0,5 (4 km h <sup>-1</sup> )p1*	95	0,14	0,06	0,16	0,30	0,36	0,06	0,18ab**
TT110015+TK-0,5 (5 km h <sup>-1</sup> )p1	76	0,06	0,02	0,12	0,10	0,06	0,10	0,09b
TT110015+OC-02 (4 km h <sup>-1</sup> )p1	113	0,11	0,16	0,05	0,17	0,18	0,27	0,16ab
TT110015+OC-02 (5 km h <sup>-1</sup> )p1	90	0,15	0,04	0,29	0,16	0,05	0,10	0,13ab
XR110015+OC-02 (4 km h <sup>-1</sup> )p1	122	0,06	0,10	0,30	0,38	0,06	0,16	0,18ab
XR110015+OC-02 (5 km h <sup>-1</sup> )p1	97	0,04	0,20	0,02	0,12	0,06	0,26	0,11b
DG11003+OC-03 (4 km h <sup>-1</sup> )p2	364	0,18	0,22	0,37	0,23	0,13	0,16	0,22ab
DG11003+OC-03 (5 km h <sup>-1</sup> )p2	292	0,06	0,13	0,04	0,13	0,14	0,30	0,13ab
SMCE-2+TK-0,5 (4 km h <sup>-1</sup> )p3	99	0,22	0,16	0,06	0,06	0,10	0,90	0,11b
SMCE-2+TK-0,5 (5 km h <sup>-1</sup> )p3	80	0,17	0,10	0,17	0,14	0,12	0,04	0,12ab
TLX2+TK-0,5 (4 km h <sup>-1</sup> )p3	110	0,09	0,34	0,17	0,36	0,07	0,08	0,19ab
TLX2+TK-0,5 (5 km h <sup>-1</sup> )p3	88	0,11	0,06	0,07	0,02	0,09	0,08	0,07b
TLX2+TK-2 (4 km h <sup>-1</sup> )p3	219	0,22	0,22	0,22	0,41	0,12	0,22	0,24ab
TLX2+TK-2 (5 km h <sup>-1</sup> )p3	175	0,04	0,06	0,04	0,06	0,34	0,11	0,11b
Testemunha	-	0,27	0,22	0,24	0,29	0,56	0,32	0,32a

\* p1= 103 kPa; p2 = 207 kPa; p3 = 414 kPa.

\*\* Médias na coluna, seguidas pelas mesmas letras, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 5** - Notas (%) atribuídas nas avaliações visuais de controle, aos três dias após a aplicação do paraquat com as diferentes combinações de bicos. Jaboticabal-SP, 1998

Tratamentos	Pressão (kPa)	% de controle nas repetições				
		1	2	3	4	Média
TT110015+TK-0,5 (4 km h <sup>-1</sup> )	103	75	70	75	80	75ab*
TT110015+TK-0,5 (5 km h <sup>-1</sup> )	103	75	75	70	80	75ab
TT110015+OC-02 (4 km h <sup>-1</sup> )	103	70	75	70	65	70abc
TT110015+OC-02 (5 km h <sup>-1</sup> )	103	50	45	55	50	50d
XR110015+OC-02 (4 km h <sup>-1</sup> )	103	65	60	65	70	65bc
XR110015+OC-02 (5 km h <sup>-1</sup> )	103	65	70	60	65	65bc
DG11003+OC-03 (4 km h <sup>-1</sup> )	207	65	70	65	60	65bc
DG11003+OC-03 (5 km h <sup>-1</sup> )	207	60	55	65	60	60cd
SMCE-2+TK-0,5 (4 km h <sup>-1</sup> )	414	80	85	80	75	80a
SMCE-2+TK-0,5 (5 km h <sup>-1</sup> )	414	60	65	55	60	60cd
TLX2+TK-0,5 (4 km h <sup>-1</sup> )	414	80	85	75	80	80a
TLX2+TK-0,5 (5 km h <sup>-1</sup> )	414	70	65	75	70	70abc
TLX2+TK-2 (4 km h <sup>-1</sup> )	414	60	55	65	60	60cd
TLX2+TK-2 (5 km h <sup>-1</sup> )	414	80	75	85	80	80a
Testemunha	0	0	0	0	0	0e

\* Médias na coluna, seguidas pelas mesmas letras, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 6** - Notas (%) atribuídas nas avaliações visuais de controle, aos oito dias após a aplicação do paraquat com as diferentes combinações de bicos. Jaboticabal-SP, 1998

Tratamentos	Pressão (kPa)	% de controle nas repetições				
		1	2	3	4	Média
TT110015+TK-0,5 (4 km h <sup>-1</sup> )	103	75	75	70	80	75bc*
TT110015+TK-0,5 (5 km h <sup>-1</sup> )	103	75	70	75	80	75bc
TT110015+OC-02 (4 km h <sup>-1</sup> )	103	65	65	70	60	65d
TT110015+OC-02 (5 km h <sup>-1</sup> )	103	55	55	50	60	55e
XR110015+OC-02 (4 km h <sup>-1</sup> )	103	75	70	75	80	75bc
XR110015+OC-02 (5 km h <sup>-1</sup> )	103	70	65	70	75	70cd
DG11003+OC-03 (4 km h <sup>-1</sup> )	207	70	65	75	70	70cd
DG11003+OC-03 (5 km h <sup>-1</sup> )	207	65	60	65	70	65d
SMCE-2+TK-0,5 (4 km h <sup>-1</sup> )	414	85	80	85	90	85a
SMCE-2+TK-0,5 (5 km h <sup>-1</sup> )	414	70	70	65	75	70cd
TLX2+TK-0,5 (4 km h <sup>-1</sup> )	414	85	90	80	85	85a
TLX2+TK-0,5 (5 km h <sup>-1</sup> )	414	75	80	70	75	75bc
TLX2+TK-2 (4 km h <sup>-1</sup> )	414	70	65	75	70	70cd
TLX2+TK-2 (5 km h <sup>-1</sup> )	414	80	75	80	85	80ab
Testemunha	0	0	0	0	0	0f

\* Médias na coluna, seguidas pelas mesmas letras, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verificou-se que os bicos SMCE-2 e TLX-2 combinados com o bico TK-0,5 (4 km h<sup>-1</sup>) apresentaram os melhores níveis de controle.

A análise estatística do peso da matéria fresca determinada aos 14 DAA (Tabela 7) mostrou que os menores pesos de matéria fresca foram obtidos com o bico SMCE-2 combinado

com o bico TK-0,5 (4 km h<sup>-1</sup>) e o bico TT110015 combinado com TK-0,5 (5 km h<sup>-1</sup>).

Em relação ao peso da matéria fresca, pode-se observar que todos os tratamentos diferiram significativamente do obtido na testemunha, com exceção do TLX-2+TK-2 na velocidade de 4 km h<sup>-1</sup> (Tabela 7).



**Tabela 7** - Peso de matéria fresca ( $\text{kg m}^{-2}$ ) das plantas infestantes nas parcelas do ensaio com paraquat aplicado com diferentes combinações de bicos aos 14 dias após a aplicação. Jaboticabal-SP, 1998

Tratamentos	Volume de aplicação ( $\text{L ha}^{-1}$ )	Peso nas repetições				
		1	2	3	4	Média
TT110015+TK-0,5 (4 $\text{km h}^{-1}$ )p1*	95	0,70	0,68	0,46	0,40	0,56bc**
TT110015+TK-0,5 (5 $\text{km h}^{-1}$ )p1	76	0,24	0,40	0,70	0,46	0,45c
TT110015+OC-02 (4 $\text{km h}^{-1}$ )p1	113	0,62	0,47	0,32	0,56	0,49bc
TT110015+OC-02 (5 $\text{km h}^{-1}$ )p1	90	0,72	0,44	0,46	0,40	0,51bc
XR110015+OC-02 (4 $\text{km h}^{-1}$ )p1	122	0,56	0,46	0,76	0,72	0,63bc
XR110015+OC-02 (5 $\text{km h}^{-1}$ )p1	97	0,60	0,46	0,60	0,68	0,58bc
DG11003+OC-03 (4 $\text{km h}^{-1}$ )p2	364	0,68	0,60	0,83	0,58	0,67bc
DG11003+OC-03 (5 $\text{km h}^{-1}$ )p2	292	0,74	0,70	0,68	0,80	0,73bc
SMCE-2+TK-0,5 (4 $\text{km h}^{-1}$ )p3	99	0,46	0,28	0,60	0,44	0,45c
SMCE-2+TK-0,5 (5 $\text{km h}^{-1}$ )p3	80	0,62	0,70	0,48	0,66	0,62bc
TLX2+TK-0,5 (4 $\text{km h}^{-1}$ )p3	110	0,54	0,74	0,78	0,70	0,69bc
TLX2+TK-0,5 (5 $\text{km h}^{-1}$ )p3	88	0,44	0,50	0,94	0,80	0,67bc
TLX2+TK-2 (4 $\text{km h}^{-1}$ )p3	219	0,81	1,1	0,52	1,08	0,87ab
TLX2+TK-2 (5 $\text{km h}^{-1}$ )p3	175	0,74	0,90	0,80	0,88	0,83bc
Testemunha	-	1,14	1,40	1,31	1,1	1,23a

\* p1 = 103 kPa; p2 = 207 kPa; p3 = 414 kPa

\*\* Médias na coluna, seguidas pelas mesmas letras, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O bico TLX-2 combinado com o bico TK-2 (5  $\text{km h}^{-1}$ ) não apresentou redução de peso fresco. No entanto, na avaliação de controle (Tabelas 5 e 6) obteve-se bom resultado (80%). Provavelmente isso tenha sido consequência da presença de caules verdes das plantas daninhas.

Como resultados deste ensaio, pode-se inferir que os bicos TT110015 combinado com o bico TK-0,5 (5  $\text{km h}^{-1}$ ), SMCE-2 combinado com o bico TK-0,5 (4  $\text{km h}^{-1}$ ) e TLX-2 combinado com o bico TK-2 (5  $\text{km h}^{-1}$ ) proporcionam melhor deposição e controle das espécies infestantes com os herbicidas aplicados em pós-emergência, viabilizando inclusive a diminuição do volume de aplicação.

Observa-se, neste caso, que o volume de aplicação e, portanto, a concentração do herbicida da calda tiveram alguma relação com o controle, como no caso do glyphosate, porém essa relação não foi tão evidente. Outros autores constataram efeitos da concentração favorecendo a ação do paraquat (Knoche, 1994; Mckinlay et al., 1974; McWhorter & Hanks, 1993).

Os resultados da determinação do tamanho das gotas e da cobertura da pulverização,

calculada sobre a superfície plana (Matthews, 1979), estão apresentados na Tabela 8.

Diversos autores têm freqüentemente sugerido que a cobertura uniforme de folhas é particularmente importante para herbicidas de contato (Johnstone, 1973; Merrit & Taylor, 1977). No presente trabalho, observou-se que, com o herbicida sistêmico, os tratamentos com cobertura mais rica forneceram melhor controle das plantas daninhas. Em contraposição, o tratamento TT110015+TK-0,5 apresentou bom controle, mas com cobertura menor de gotas (Tabelas 7 e 8). Esse fato concorda com os levantamentos de Knoche (1994) onde foi observado que, diminuindo-se o tamanho da gota e aumentando a cobertura, melhora o desempenho dos herbicidas sistêmicos em 76% dos experimentos, mais freqüentemente do que em herbicidas de contato (58% dos experimentos).

Para o herbicida paraquat aos 8 DAA, constatou-se que bom controle do mato foi obtido por aqueles que apresentaram melhor cobertura. Os tratamentos TT110015+TK-0,5 (4 e 5  $\text{km h}^{-1}$ ) e XR110015+OC-02 (4  $\text{km h}^{-1}$ ) apresentaram controle estatisticamente inferior aos dos bicos de melhor cobertura (Tabela 6).



**Tabela 8** - Tamanho de gotas e cobertura teórica da pulverização produzida pelos bicos da barra e da ponta nos tratamentos dos ensaios de campo. Jaboticabal-SP, 1998

Tratamentos	Volume de aplicação (L ha <sup>-1</sup> )	Bico da barra		Bico da ponta	
		Ø da gota (µm)	gota cm <sup>-2</sup>	Ø da gota (µm)	gota cm <sup>-2</sup>
TT110015 + TK-0,5 (4 km h <sup>-1</sup> )p1*	95	278	98	368	19
TT110015 + TK-0,5 (5 km h <sup>-1</sup> )p1	76	278	79	368	15
TT110015 + OC-02 (4 km h <sup>-1</sup> )p1	113	278	98	317	39
TT110015 + OC-02 (5 km h <sup>-1</sup> )p1	90	278	79	317	32
XR110015 + OC-02 (4 km h <sup>-1</sup> )p1	122	167	583	317	39
XR110015 + OC-02 (5 km h <sup>-1</sup> )p1	97	167	473	317	32
DG11003 + OC-03 (4 km h <sup>-1</sup> )p2	364	184	1.110	215	449
DG11003 + OC-03 (5 km h <sup>-1</sup> )p2	292	184	900	215	361
SMCE-2 + TK-0,5 (4 km h <sup>-1</sup> )p3	99	87	3.549	115	874
SMCE-2 + TK-0,5 (5 km h <sup>-1</sup> )p3	80	87	2.972	115	662
TLX-2 + TK-0,5 (4 km h <sup>-1</sup> )p3	110	100	2.622	115	874
TLX-2 + TK-0,5 (5 km h <sup>-1</sup> )p3	88	100	2.185	115	662
TLX-2 + TK-2 (4 km h <sup>-1</sup> )p3	219	100	2.622	135	4286
TLX-2 + TK-2 (5 km h <sup>-1</sup> )p3	175	100	2.185	135	3367

\* p1 = 103 kPa; p2 = 207 kPa; p3 = 414 kPa.

A combinação que apresentou melhor cobertura (SMCE-2+TK-0,5 “4 km h<sup>-1</sup>”) proporcionou menor peso de matéria fresca. Entretanto, o tratamento TT110015+TK0,5 (5 km h<sup>-1</sup>), que não apresentou boa cobertura, proporcionou bom controle do mato (Tabela 7).

Pelos dados apresentados, pode-se constatar que a cobertura deve ser um fator importante, mas não o único. Outros fatores, como distribuição, velocidade de deslocamento das gotas, absorção foliar, translocação, modo de ação do produto e, principalmente, concentração da calda, devem desempenhar papel importante. Essa observação é concordante com os trabalhos de Mckinlay et al. (1972, 1974), Knoche (1994) e Tuck et al. (1997).

No presente trabalho, no cômputo geral, pode-se destacar como combinações interessantes os bicos TT110015+TK-0,5 (5 km h<sup>-1</sup>), SMCE-2+TK-0,5 (4 km h<sup>-1</sup>) e TLX-2+TK-0,5 (5 km h<sup>-1</sup>), por proporcionarem bom controle das plantas daninhas, tanto para o glyphosate quanto para o paraquat, com o uso de volume mais reduzido, todos abaixo de 100 L ha<sup>-1</sup>. O volume menor apresenta comprovadas vantagens operacionais (Nation, 1978; Matthews,

1979; Smith, 1984; McWhorther & Hanks, 1993), além de resultar em calda mais concentrada, que proporciona melhores resultados de controle.

O tratamento TT110015+TK-0,5 (5 km h<sup>-1</sup>) também se mostra interessante para aplicação de herbicidas em pré-emergência, em razão do tamanho de gotas e do seu reduzido volume de aplicação.

Baseando-se nos resultados obtidos e nas condições de realização do presente trabalho, podem ser realçadas as seguintes constatações:

a) O programa computacional que simula as condições de sobreposição dos bicos colocados em barra operada a baixa altura, combinando bicos da barra com o bico da ponta, é auxiliar valioso para a seleção das melhores combinações de bicos.

b) Destacaram-se como combinações interessantes os bicos:

- TT110015 distanciados de 52,5 cm entre si, combinados com o bico TK-0,5 na ponta da barra a 50 cm do último bico, aplicando na velocidade de 5 km h<sup>-1</sup> e pressão de 103 kPa, passando a 20 cm da linha do tronco;



- SMCE-2 distanciados de 15 cm entre si, combinados com o bico TK-0,5 na ponta da barra a 20 cm do último bico, aplicando na velocidade de 4 km h<sup>-1</sup> e pressão de 414 kPa, passando a 30 cm da linha do tronco; e

- TLX-2 distanciados de 15 cm entre si, combinados com o bico TK-0,5 na ponta da barra a 20 cm do último bico, aplicando na velocidade de 5 km h<sup>-1</sup> e pressão de 414 kPa, passando a 30 cm da linha do tronco, tanto para aplicação do herbicida glyphosate como para a do paraquat, com uso de volume mais reduzido, todos abaixo de 100 L ha<sup>-1</sup>.

### AGRADECIMENTOS

Ao técnico agrícola Gilson José Leite, pela dedicação na execução deste trabalho, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão de bolsa de estudo.

### LITERATURA CITADA

- BUHLER, D.D.; BURNSIDE, O.C. Effect of application factors on postemergence phytotoxicity of fluzafop-butyl, haloxyfop-methyl and sethoxydim. *Weed Sci.*, v.32, p.574-583, 1984.
- BUHLER, D.D.; BURNSIDE, O.C. Effect of water quality, carrier volume, and acid on glyphosate phytotoxicity. *Weed Sci.*, v.31, p.163-169, 1983.
- BUHLER, D.D.; BURNSIDE, O.C. Effects of application variables on glyphosate phytotoxicity. *Weed Technol.*, v.1, p.14-17, 1987.
- CARLSON, K.L.; BURNSIDE, O.C. Comparative phytotoxicity of glyphosate, SC-0224, SC-0545, and HOE-0661. *Weed Sci.*, v.32, p.841-844, 1984.
- DEUTSCHLAND, Biologische Bundesanstalt Für Land-Und-Forstwirtschaft. **Merkmale spritz- und sprüherate für flächenkulturen:** Pflanzenschutz tzerate. S.I., 1988. v.7. p.1-10. (Richtlinien für die amtliche Prüfung von pflanzenschutzmitteln).
- FAO. **Report on the joint AGPP-AGSE meeting of the FAO panel of experts on pesticide specification registration requirements, application standards and prior informed consent and the FAO panel of experts on Agricultural Engineering.** Rome: FAO, 1997.
- JOHNSTONE, D.R. Spreading and retention of agricultural sprays on foliage. In: VAN VALKENBURG, W. **Pesticide formulations.** New York: Marcel Dekker, 1973. chap.8, p.343-386.
- JORDAN, T.N. Effects of diluent volumes and surfactant on the phytotoxicity of glyphosate to bermudagrass (*Cynodon dactylon*). *Weed Sci.*, v.29, p.79-83, 1981.
- KNOCHÉ, M. Effect of droplet size and carrier volume on performance of foliage-applied herbicides. *Crop Prot.*, v.13, p.163-178, 1994.
- MATTHEWS, G.A. Droplets. In: **Pesticide application methods.** London: Longman, 1979. p.57-74.
- McKINLAY, K.S.; ASHFORD, R.; FORD, R.J. Effects of drop size, spray volume, and dosage on paraquat toxicity. *Weed Sci.*, v.2, p.31-34, 1974.
- McKINLAY, K.S.; BRANDT, S.A.; MORSE, P.; ASHFORD, R. Droplet size and phytotoxicity of herbicides. *Weed Sci.*, v.20, p.450-452, 1972.
- McWHORTER, C.G.; HANKS, J.E. Effect of spray volume and pressure on postemergence johnsongrass (*Sorghum halepense*) control. *Weed Technol.*, v.7, p.304-310, 1993.
- MERRIT, C.R.; TAYLOR, W.A. Glasshouse trials with controlled droplet application of some foliage-applied herbicides. *Weed Res.*, v.17, p.241-245, 1977.
- NATION, H.J. Logistics of spraying with reduced volumes of spray and higher vehicle speeds. In: BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE - WEEDS, 1978, Brighton. **Proceedings...** Brighton: 1978. p.641-648.
- NORDBO, E. Effects of nozzle size, travel speed and air assistance on deposition on artificial vertical and horizontal targets in laboratory experiments. *Crop Prot.*, v.11, p.272-278, 1992.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. **Material de lucha contra los vectores.** Ginebra: 1976. 189p.
- SARTORI, S. Pulverizadores para aplicação terrestre tratrizada. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS, 1, 1985, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: 1985. p.47-49.
- SINGH, M.; TUCKER, D.P.H. Effect of reduced glyphosate rates, spray volumes and delivery systems on bermudagrass control in Florida citrus groves. *Proc. Fla. State Hortic. Soc.*, n.96, p.34-37, 1983.

- SMITH, A.K. A model to aid decision-making in choosing a suitable crop spraying system. In: BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE - PEST AND DISEASES, 1984, Brighton. **Proceedings...** Brighton: 1984. p.621-626.
- STAHLMAN, P.W.; PHILLIPS, W.M. Effects of water quality and spray volume on glyphosate phytotoxicity. **Weed Sci.**, v.27, p.38-41, 1979.
- TUCK, C.R.; BUTLER ELLIS, M.C.; MILLER, C.H. Techniques for measurements of droplet size and velocity distributions in agricultural sprays. **Crop Prot.**, v.16, p.619-628, 1997.
- WOLF, D.D.; SMITH, E.S. Uniformity of seed and fertilizer distribution with a hand-operated spinning spreader. **Trans. Am. Soc. Agric. Eng.**, v.22, p.761-762, 1979.

