

AValiação DE PONTAS E TAXAS DE APLICAÇÃO NA DEPOSIÇÃO DE CALDA NO MILHO E EM PLANTAS DANINHAS

INFLUENCE OF NOZZLE TYPE AND SPRAY RATES ON CORN AND WEED PLANTS DROP DEPOSITIONS.

Marcelo Alves TERRA¹; Dagoberto MARTINS²; Neumárcio Vilanova da COSTA³; Sidnei Roberto de MARCHI⁴

1. Professor, Doutor, Instituto Federal do Tocantins - IFTO, Gurupi, TO, Brasil; 2. Professor, Doutor, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil; 3. Professor, Doutor, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, PR, Brasil. neumarcio.costa@unioeste.br; 4. Professor, Doutor, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Barra do Garças, MT, Brasil.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes pontas e taxas de pulverização na deposição de calda na cultura do milho e nas plantas daninhas *Euphorbia heterophylla* e *Brachiaria plantaginea*, localizadas nas linhas e nas entrelinhas da cultura. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 2 (2 pontas de pulverização DG 11002 VS (jato plano e gotas médias) e TXVK08 (jato cônico e gotas muito finas) x 2 taxas de aplicação, 100 e 200 L ha⁻¹) com quatro repetições. As aplicações ocorreram aos 13 dias após a germinação do milho (3 a 5 folhas expandidas), as plantas de *E. heterophylla* apresentavam de 2 a 4 folhas e as plantas de *B. plantaginea* de 2 a 3 folhas. Utilizou-se como marcador o corante Azul Brilhante (FD&C-1) na concentração de 3000 ppm. Concluiu-se que os maiores depósitos médios nas plantas de milho foram proporcionados pela ponta TXVK08, independente da taxa utilizada e que os depósitos mais uniformes ocorreram quando utilizou-se a taxa de 200 L ha⁻¹. Para as plantas daninhas localizadas na linha da cultura, as pontas de pulverização promoveram depósitos de calda mais uniformes na *B. plantaginea* do que na *E. heterophylla*, em ambas as taxas de aplicação. Para a *B. plantaginea* localizadas na entrelinha da cultura a ponta DG 11002VS foi a que proporcionou depósitos de gotas mais uniformes, sendo que para *E. heterophylla* a ponta mais eficiente em depositar gotas foi a TXVK08.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia de aplicação. *Zea mays*. *Euphorbia heterophylla*. *Brachiaria plantaginea*

INTRODUÇÃO

A cultura do milho destaca-se dentre as mais cultivadas no Brasil, apresentando elevados índices de produtividade. Entretanto, a cultura está sujeita a fatores bióticos e abióticos que interferem na sua produtividade final, principalmente quanto aos danos causados pela interferência das plantas daninhas durante o ciclo da cultura, reflexo tanto da ausência quanto da ineficiência do controle (KOZLOWSKI et al. 2009).

A mato-interferência na cultura do milho pode reduzir de 15 a 80% a produtividade de grãos (ROSSI et al. 1996; SPADER; VIDAL, 2000). Desta maneira, a utilização de herbicidas para o controle das plantas daninhas nesta cultura destaca-se como o mais eficiente, principalmente quando se consideram os cultivos em extensas áreas.

Estudos de tecnologia de aplicação em outras culturas demonstraram que podem ocorrer perdas por deriva entre 49 a 88% do total do produto aplicado (PERGHER; GUBIANI, 1995; PERGHER et al. 1997; CHAIM et al. 2000). Assim, para o manejo de plantas daninhas, a ocorrência de perdas de produto durante as operações de pulverização pode resultar em falhas de controle, seleção de

biótipos resistentes a herbicidas, além de causar contaminações ambientais diretas e indiretas.

No caso específico de herbicidas aplicados em pós-emergência, a maior deposição no alvo depende de fatores como taxa de aplicação, tipo de ponta de pulverização, ângulo do bico, assim como, das estruturas morfo-anatômicas foliares e da arquitetura das plantas (HOLLOWAY, 1970; TAYLOR; SHAW, 1993; BERNI et al. 1999). Além de que, pode ocorrer interação entre o efeito do volume de pulverização e o tipo de herbicida utilizado, sistêmico ou de contato (KNOCHE, 1994).

Desta maneira, a eficiência das aplicações de herbicidas não depende somente da quantidade de produto ativo depositado na planta, mas também da uniformidade e distribuição deste produto sobre a superfície alvo, sendo atribuição do processo de aplicação distribuir homogeneamente o produto no alvo no tamanho de gotas adequado. Outro fator importante a ser considerado, refere-se à presença das plantas daninhas próxima da linha da cultura que pode promover irregularidades nos depósitos das gotas de pulverização (efeito guarda-chuva), até mesmo falhas na deposição, e exigir aumentos na dose de herbicidas para que elevados níveis de

eficiência de controle sejam alcançados em condições de campo (SOUZA et al. 2007; RODRIGUES-COSTA et al. 2011).

De acordo com Maciel et al. (2001) e Rodrigues et al. (2010), a eficiência de pontas de jato plano e cônico na deposição de gotas em plantas de *Brachiaria decumbens* e *B. plantaginea*, presentes na linha de semeadura da cultura de feijão pode ser influenciada pela taxa de aplicação utilizado e pela adição de adjuvante na calda de pulverização.

Diante do exposto, a hipótese deste trabalho baseou-se no fato de que a seleção de pontas e taxas de aplicação que proporcionem a maior deposição de gotas nas espécies de plantas daninhas, independentemente da sua posição em relação à cultura do milho, pode contribuir para a melhoria da eficiência dos herbicidas pós-emergentes.

Desta forma, este trabalho teve por objetivo avaliar diferentes pontas e taxas de aplicação na deposição de calda em plantas de milho e nas plantas daninhas *Euphorbia heterophylla* e *Brachiaria plantaginea*, localizadas nas linhas e nas entrelinhas da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de campo foi conduzido na área experimental da Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, Campus de Botucatu/SP e as análises laboratoriais foram realizadas no NUPAM - Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia, localizado no mesmo Campus.

No dia 08/11/2003 realizou-se a semeadura do híbrido de milho 30F90, com auxílio de uma semeadora de 5 linhas da marca Semeato, a qual foi regulada para distribuir aproximadamente 9 sementes m^{-1} no espaçamento de 0,8 m entrelinhas. No momento do preparo do solo foi realizada a calagem da área (45 dias antes da semeadura). Para a adubação de semeadura, aplicou-se 150 kg ha^{-1} de N-P₂O₅-K₂O, na fórmula 04-14-08 de acordo com a análise de solo.

Simultaneamente a semeadura do milho foi distribuída a lanço na área experimental 2,0 kg de sementes de *E. heterophylla* e 2,0 kg de sementes de *B. plantaginea*, sendo cada espécie semeada em parcelas individuais com a finalidade de garantir a germinação. Semanalmente foram retiradas manualmente as outras espécies de plantas daninhas que se encontravam na área de cada parcela para evitar interferência nos resultados. Aos 14 dias após a semeadura (DAS) realizou-se o desbaste das plântulas de milho, deixando-se 7 plantas m^{-1} .

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 2 (2 pontas de pulverização DG 11002 VS (jato plano e gotas médias) e TXVK08 (jato cônico e gotas muito finas) x 2 taxas de aplicação 100 e 200 Lha⁻¹) com quatro repetições, sendo que cada parcela foi constituída de 8 linhas com milho de 6 metros de comprimento, totalizando uma área de 38,4 m².

As aplicações foram realizadas aos 20 dias após a semeadura do milho (DAS), com o auxílio de um pulverizador costal, pressurizado a CO₂, equipado com a barra de quatro bicos espaçados a 50 cm. Para proporcionar as taxas de 100 e 200 Lha⁻¹ utilizando-se as pontas DG 11002VS (Produz gotas de tamanho médio - 136-177 μ m) e TXVK08 (Produz gotas de tamanho muito fina - <136 μ m), o pulverizador foi calibrado com pressão constante de 30 e 105 L pol^{-2} , respectivamente. Sendo que adotou-se velocidade média de deslocamento de 1 m s^{-1} para 200 Lha⁻¹ e de 2 m s^{-1} para 100 Lha⁻¹.

A temperatura e umidade relativa do ar no momento das aplicações variaram de 27 a 29°C e 60 a 66%, respectivamente, enquanto que a velocidade do vento variou entre 2 e 3 Km h^{-1} . Nesta ocasião, as plantas de milho encontravam-se com 3 a 5 folhas verdadeiras e altura de 15 a 20 cm. As plantas de *E. heterophylla* apresentavam de 2 a 4 folhas (222,1 plantas m^{-2}) e as plantas de *B. plantaginea* de 2 a 3 folhas (164,3 plantas m^{-2}).

Para determinação dos depósitos de calda nas plantas de milho e das plantas daninhas foi utilizado como traçador o corante alimentício Azul Brilhante (FD&C-1), na concentração 3000 ppm. Caixas plásticas tipo Gerbox com dimensões 11,5 x 11,5 x 3,0 cm foram utilizadas como alvo não biológico e colocadas em cada parcela experimental com o objetivo de avaliar-se a quantidade de calda depositada no solo. As caixas foram distribuídas antes das aplicações dos tratamentos nas 4 linhas centrais da parcela, sendo colocadas 4 Gerbox nas linha e 4 nas entre linhas da cultura.

Imediatamente após a aplicação da calda de pulverização foram coletadas ao acaso em cada parcela 20 plantas de milho, além de 20 plantas na linha e 20 plantas da entrelinha para ambas as espécies de *E. heterophylla* e *B. plantaginea*. As plantas coletadas foram colocadas em sacos plásticos com capacidade 0,5 kg devidamente etiquetados para as plantas daninhas e de 1,0 Kg para as plantas de milho, sendo levadas ao laboratório onde foram lavadas com água destilada agitando-se vigorosamente durante 25 segundos com 35,7 ml e 100 ml de água destilada, respectivamente, para a extração do traçador.

Posteriormente a água da lavagem foi colocada em frascos plásticos (âmbar) etiquetadas. As caixas Gerbox proveniente de cada parcela experimental receberam o mesmo procedimento.

Após a lavagem, as plantas foram transferidas para sacos de papel e mantidas em estufa de ventilação forçada de ar até atingir peso constante. Após 72 horas a 65°C, as plantas foram retiradas e pesadas para determinação de massa seca.

Os frascos plásticos com as amostras do traçador extraído das plantas coletadas foram devidamente armazenados em uma sala escura. Posteriormente, fez-se a quantificação do traçador em cada amostra por meio de espectrofotometria, conforme metodologia descrita por Souza et al. (2007).

Os resultados médios obtidos dos depósitos de calda nas plantas expressos em $\mu\text{L g}^{-1}$ de massa seca foram submetidos à análise de variância pelo teste 'F' e comparados pelo teste Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

Para a determinação da uniformidade dos depósitos da calda nas plantas, os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão pelo

modelo de Gompertz: $Y = e^{A-e^{(-B-C \cdot X)}}$, e com o mesmo modelo foi calculado os valores de moda (SOUZA et al. 2007). O nível de precisão do modelo de Gompertz foi avaliado por meio dos coeficientes de determinação (R^2) e pelas significâncias dos testes 'F' e de normalidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados médios dos depósitos de calda em plantas de milho em função de pontas e taxas de aplicação. Houve interação significativa entre os fatores avaliados a 10% de probabilidade pelo teste "F".

Verificou-se que a utilização de 100 L ha⁻¹, para ambas as pontas testadas proporcionaram depósitos semelhantes nas plantas de milho. Entretanto, quando se utilizou 200 L ha⁻¹, a ponta TXVK08 promoveu depósitos de calda significativamente superiores a ponta DG 11002VS. Maciel et al. (2001), trabalhando com a cultura do feijão e com as mesmas pontas, não encontraram diferenças na deposição entre pontas de jato plano e jato cônico, não corroborando com os resultados ora encontrados.

Tabela 1. Médias dos depósitos de calda em plantas de milho, em $\mu\text{L g}^{-1}$ de massa seca em função de pontas e taxas de aplicação. Botucatu/SP 2003.

Pontas	Volume de Aplicação (L ha ⁻¹)	
	100	200
DG 11002VS	275,4 Aa	186,7 Bb
TXVK08	318,2 Aa	327,0 Aa
F Pontas (P)	10,2**	
F Taxas (T)	1,9 ^{ns}	
F (P)x(T)	2,9 ^o	
CV(%)	65,4	
DMS	66,9	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e, minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tuckey ($p < 0,05$); ** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ^o significativo a 10% de probabilidade; ^{ns} – não significativo.

Com relação a taxa de aplicação, verificou-se que, quando se utilizou a ponta DG11002VS a taxa de 100 L ha⁻¹ proporcionou um depósito de calda maior nas plantas de milho do que o proporcionado pela taxa de 200 L ha⁻¹, enquanto que para a ponta TXVK08 as deposições encontradas foram semelhantes. Grayson et al. (1996), utilizando uma ponta de jato plano e taxas de 150, 300 e 500 L ha⁻¹, observaram que o aumento da taxa de aplicação reduziu a quantidade de depósito nas folhas de trigo, como ora observado. Este fato pode ser explicado pelo efeito de escorrimento da calda quando se utiliza taxas

elevadas ou que supera a capacidade do alvo em reter as gotas.

Considerando que os trabalhos anteriormente citados, bem como os resultados deste estudo, verificou-se que o tipo de ponta e taxas de pulverização, são fatores determinantes na deposição da calda de pulverização. Martins (2004), destacou que a deposição nas superfícies foliares de plantas estão relacionadas com as propriedades anatômicas e químicas destas, enquanto Taylor e Shaw (1993), destacaram que para obter-se maior deposição de calda de pulverização pode-se variar a taxa de aplicação, tipo de ponta de pulverização,

ângulo do bico na barra de aplicação e, estes, ainda estarão dependentes da arquitetura da planta.

Os resultados da deposição de calda em plantas de *E. heterophylla*, promovido por diferentes pontas e taxas de aplicação, em função da posição

da planta daninha em relação a cultura do milho, estão apresentados na Tabela 2. Houve interação significativa entre os fatores avaliados a 1% de probabilidade pelo teste "F" para a planta daninha localizada na linha e entrelinha da cultura do milho.

Tabela 2. Médias dos depósitos de calda em plantas de *Euphorbia heterophylla*, em $\mu\text{L g}^{-1}$ de massa seca, localizadas na linha e entrelinha da cultura do milho em função de pontas e taxas de aplicação. Botucatu/SP 2003.

Pontas	Linha		Entrelinha	
	100 Lha ⁻¹	200 Lha ⁻¹	100 Lha ⁻¹	200 Lha ⁻¹
DG 11002VS	133,7 Aa	70,1 Ab	154,0 Aa	87,8 Bb
TXVK08	63,9 Ba	81,3 Aa	91,9 Bb	146,3 Aa
F Pontas (P)		4,4*		0,08 ^{ns}
F Taxas (T)		2,7 ^{ns}		0,8 ^{ns}
F (P)x(T)		8,4**		79,6**
CV(%)		73,5		25,8
DMS		33,0		15,9

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e, minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tuckey ($p < 0,05$); ** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo.

Observou-se para as plantas de *E. heterophylla* que se encontravam na linha da cultura, e quando se utilizou a taxa de aplicação de 100 Lha⁻¹, que a ponta DG 11002VS proporcionou maiores depósitos de calda do que a ponta TXVK08. Silva (2000), encontrou resultado semelhante avaliando a deposição promovida por diferentes pontas em plantas de *Cyperus rotundus*. Entre as pontas de pulverização que o pesquisador trabalhou, estavam a XR 11002VS e DG 11002VS, que proporcionaram os maiores depósitos de calda na planta daninha, quando comparadas às pontas de jato cônico TXVS-4 e FLVS-5.

Quando se aumentou a taxa de aplicação para 200 L ha⁻¹, os depósitos de calda nas plantas localizadas na linha foram semelhantes para ambas as pontas utilizadas. Já, para as plantas de *E. heterophylla* localizadas na entrelinha os maiores depósitos de calda foram obtidos com a utilização da ponta TXVK08, considerando a mesma taxa de aplicação.

Ao comparar as taxas de aplicação dentro de cada ponta de pulverização, notou-se na linha que para a ponta DG 11002VS o aumento da taxa de aplicação implicou em redução significativa no depósito de calda, enquanto que para a ponta TXVK08, ocorreram maiores depósitos com aumento do volume de calda aplicada. Também, na entrelinha, a ponta DG 11002VS proporcionou maiores depósitos de calda com a utilização da menor taxa (100 L ha⁻¹), porém para a ponta TXVK08 os depósitos foram mais elevados com o maior volume de calda, 200 L ha⁻¹. O trabalho de Tomazela et al. (2006), corrobora com os resultados

obtidos neste estudo, no que se refere a ponta de pulverização DG 11002VS.

Utilizando a taxa de aplicação de 100 L ha⁻¹ na entrelinha, a ponta de pulverização DG 11002VS promoveu depósito de calda significativamente superior à ponta TXVK08. Entretanto, trabalhando com 200 L ha⁻¹, a ponta TXVK08 foi a que apresentou maior deposição de calda de pulverização.

Analisando a deposição de calda em função da taxa na entrelinha da cultura do milho, (Tabela 2), verificou-se que para a ponta DG 11002VS ocorreu redução significativa, quando se aumentou a taxa de pulverização de 100 L ha⁻¹ para 200 L ha⁻¹, como ocorreu com a deposição sobre plantas de *E. heterophylla* na linha. Com relação à ponta TXVK08, observou-se que, aumentando a taxa de aplicação de 100 L ha⁻¹ para 200 L ha⁻¹, ocorreu aumento significativo nos valores de depósitos sobre as folhas da planta daninha.

O trabalho de Zehnder e Speese (1991), demonstrou que as aplicações de taxas maiores de calda determinaram maiores depósitos em folhas de batata (*Solanum tuberosum*), independente da ponta utilizada, o que não ocorreu neste estudo utilizando a ponta de pulverização DG 11002VS.

Alguns estudos, como os Edmundo Jr. e York (1991) e Grayson et al. (1996), demonstraram que a utilização de taxas menores proporcionaram melhor controle de planta daninhas, sendo que estes pesquisadores, atribuíram este fato, a uma possível maior deposição de calda sobre as plantas tratadas. Tomazela et al. (2006), estudando especialmente a deposição de calda de pulverização, citou que

menores taxas promoveram maiores depósitos de calda nas plantas avaliadas. Uma hipótese para explicar este comportamento nos depósitos de calda, poderia estar relacionada com a velocidade de pulverização, uma vez que Ripke (1997) cita que este é um dos parâmetros que afeta a deposição.

Costa et al. (2005) por sua vez, citam que algumas espécies conseguem repelir a gota de aplicação em função de aspectos anatômicos na superfície foliar. Neste caso, tornaria necessária a utilização de um adjuvante para garantir a eficiência da pulverização nestas espécies. Ainda conforme este estudo, pode-se especular que houve maior repelência das gotas pelas folhas de *E. heterophylla* devido ter ocorrido menor energia cinética às gotas de pulverização por causa da menor velocidade de pulverização, associada a tensão superficial da gota, quando utilizou-se 200 L ha⁻¹ com a ponta DG 11002VS. Quanto à ponta TXVK08, o formato do jato cônico pode ter

contribuído para eliminar o efeito da baixa velocidade, uma vez que a sua dinâmica de deposição promove um maior turbilhonamento do jato de pulverização, envolvendo toda a planta.

Na Tabela 3, estão apresentadas as médias de depósito de calda de pulverização sobre plantas de *B. plantaginea*, localizadas na linha e entrelinha da cultura do milho. Houve interação significativa entre os fatores avaliados a 5 e 1% de probabilidade pelo teste “F” para a planta daninha localizada na linha e entrelinha da cultura do milho, respectivamente.

Ao avaliar-se a deposição da calda de pulverização nas plantas de *B. plantaginea* que se encontravam na linha de semeadura na cultura do milho, com a aplicação de 100 L ha⁻¹, notou-se que ambas as pontas testadas proporcionaram depósitos semelhantes. Já, para o volume de 200 L ha⁻¹, a deposição maior foi com a utilização da ponta TXVK08.

Tabela 3. Médias dos depósitos de calda em plantas de *B. plantaginea*, em $\mu\text{L g}^{-1}$ de massa seca, localizadas na linha e entrelinha da cultura do milho em função de pontas e taxas de aplicação. Botucatu/SP 2003.

Pontas	Linha		Entrelinha	
	100 L ha ⁻¹	200 L ha ⁻¹	100 L ha ⁻¹	200 L ha ⁻¹
DG 11002VS	71,2 Aa	52,8 Ba	131,0 Ba	81,5 Bb
TXVK08	89,2 Ab	257,6 Aa	168,6 Ab	215,6 Aa
F Pontas (P)	17,9*		112,0**	
F Taxas (T)	8,1*		0,03ns	
F (P)x(T)	12,6*		35,4**	
CV(%)	102,6		24,9	
DMS	62,0		19,1	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e, minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tuckey (p<0,05);** significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; ns – não significativo.

Ao se comparar os volumes de pulverização dentro de uma mesma ponta, observa-se que, para a ponta DG 11002VS, o aumento da taxa de aplicação de calda não influenciou na deposição sobre as plantas daninhas, enquanto que, para TXVK08, quando se utilizou 200 L ha⁻¹ ocorreram incrementos significativos, sendo três vezes maiores em relação ao menor taxa avaliada.

Para as plantas de *B. plantaginea* que localizadas na entrelinha da cultura, observou-se que a ponta TXVK08 proporcionou maior quantidade de depósito de calda de pulverização do que a ponta DG 11002VS, independente da taxa utilizada. Para a ponta de pulverização DG 11002VS, o aumento da taxa de aplicação, promoveu redução nos valores de depósitos de calda, enquanto que para a ponta TXVK08, a aplicação de 200 L ha⁻¹ proporcionou depósitos significativamente superiores àqueles promovidos pela aplicação de 100 L ha⁻¹.

De maneira geral, com base nos resultados quantitativos, a ponta de pulverização DG 11002VS apresentou tendência em proporcionar maiores depósitos quando se trabalhou com o menor taxa de aplicação tanto para cultura quanto para as plantas daninhas. Entretanto, quando se considera a espécie de planta daninha presente na área a escolha da ponta de pulverização a ser utilizada nas aplicações de herbicidas pode influenciar na eficiência de controle, uma vez que, possivelmente seria mais conveniente utilizar taxa de 100 L ha⁻¹ com ponta de jato plano DG 11002VS no manejo da espécie *E. heterophylla* devido aos maiores depósitos obtidos, enquanto que para a *B. plantaginea* a ponta TXVK08 foi a que proporcionou maiores depósitos na em relação a ponta DG 11002VS, independentemente do volume avaliado.

Ressalta-se que o hábito de crescimento e a arquitetura das plantas no momento da aplicação podem auxiliar na explicação dos resultados, uma

vez que a *E. heterophylla* apresenta limbo foliar mais largo e disposto paralelamente ao solo, já a *B. plantaginea* limbo foliar mais estreito e com angulação em relação ao solo. Desta forma, a ponta DG11002VS que produz gotas de tamanho médio apresenta maior chance de atingir as folhas com maior superfície e planas, e em baixas taxas de aplicação, enquanto que a ponta TXVK08 que produz gotas muito fina apresenta maior chance de atingir folhas com superfície mais estreitas e inclinadas, além da tendência de ocorrer maior deposição com o aumento da taxa de aplicação.

Com relação à cultura, os aumentos dos depósitos de calda de herbicidas poderiam culminar em aumento de fitotoxicidade. Outro aspecto a ser

mencionado, já que se pode obter incrementos de depósitos de calda com a redução da taxa aplicada, é a possibilidade de reduzir doses de defensivos agrícolas, com conseqüente redução de custos e danos ambientais. Contudo, neste caso, seria necessária a condução de trabalhos específicos para avaliações de doses com taxas menores de aplicação, além de testar outros modelos de pontas de jato plano e cônicos, além de espécies de plantas daninhas.

Na Figura 1, estão apresentadas as porcentagens de depósitos no solo na região da linha e entrelinha da cultura do milho em função de pontas e taxas de aplicação, nas parcelas com *E. heterophylla* e *B. plantaginea*.

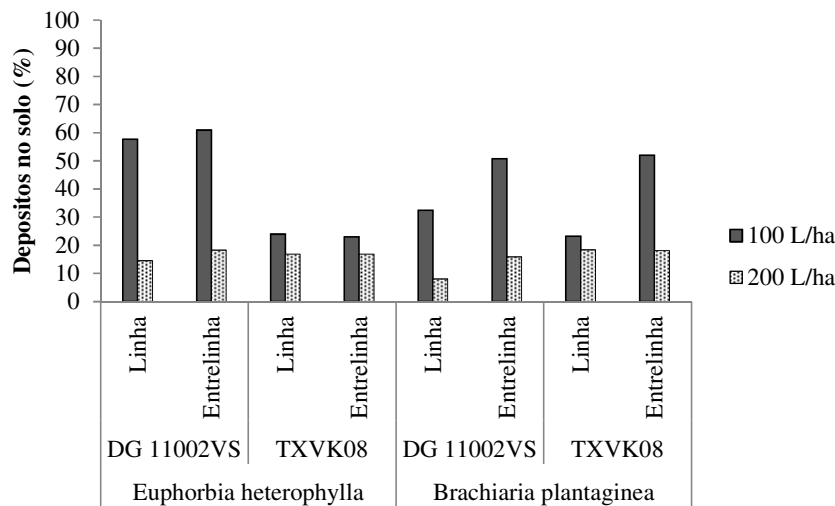


Figura 1. Porcentagem de depósitos no solo na região da linha e entrelinha da cultura do milho em função de pontas e taxas de aplicação, nas parcelas com *Euphorbia heterophylla* e *Brachiaria plantaginea*. Botucatu/SP, 2003.

Observou-se que, exceto para a ponta TXVK08 nas parcelas com *E. heterophylla*, ocorreram maiores depósitos de calda no solo na região da entrelinha em relação a região da linha da cultura, principalmente quando utilizou-se o menor taxa de aplicação avaliada. Provavelmente as plantas de milho, ocasionaram efeito guarda-chuva sobre os coletores da linha, prejudicando os depósitos sobre o solo. Ressalta-se ainda que, a maior velocidade de caminamento utilizada para a aplicação da taxa de 100 L ha⁻¹, pode ter contribuído para diminuição do tempo da trajetória da gota até o alvo, deixando-as menos suscetíveis a deriva, e favorecido a maior deposição de calda no solo.

Nas parcelas com *E. heterophylla*, a ponta DG 11002 VS, na taxa de 100 L ha⁻¹, foi a que apresentou a maior porcentagem de depósitos que atingiram o solo nas regiões da linha e entrelinha da

cultura, com médias de 57,7 e 60,9%, da taxa aplicada, respectivamente. Da mesma forma, nas parcelas com *B. plantaginea* as pontas DG 11002 VS e TXVK08, na mesma taxa, apresentaram os maiores depósitos no solo nas regiões da linha e entrelinha da cultura, com médias de 32,4-50,8 e 23,2-52,0%, da taxa aplicada, respectivamente. Esses resultados são importantes para a aplicação de herbicidas em pós-emergência, que possuam efeito residual no solo, pois poderão promover também o controle em pré-emergência das plantas daninhas.

Na Tabela 4, estão apresentados os parâmetros estimados da análise de regressão e o coeficiente de determinação (R²), para a frequência acumulada das curvas de deposição e valores da moda. Observou-se que todas as curvas apresentaram um bom ajuste ao modelo de Gompertz.

Tabela 4. Resultado das análises de regressão entre o depósito de calda ($\mu\text{L g}^{-1}$ de massa seca) e frequências acumuladas (%), e valores da moda. Botucatu/SP, 2003.

Modelo de Gompertz $Y = e^{A - e^{(-B - C \cdot X)}}$			Estimativa dos parâmetros				
Pontas	Volume de Aplicação (L ha^{-1})	Espécies/posição	A	B	C	R ²	Moda
DG 11002VS	100	Milho	4,6051	-5,938	0,208	0,98*	28,55
TXVK08	100	Milho	4,6051	-3,530	0,163	0,99*	21,66
DG 11002VS	100	<i>E. heterophylla</i> (linha)	4,6051	-1,936	0,020	0,98*	96,80
DG 11002VS	100	<i>B. plantaginea</i> (linha)	4,6051	-2,298	0,356	0,99*	6,46
DG 11002VS	100	<i>E. heterophylla</i> (entrelinha)	4,6051	-2,772	0,199	0,99*	13,93
DG 11002VS	100	<i>B. plantaginea</i> (entrelinha)	4,6051	-3,570	0,294	0,99*	12,14
TXVK08	100	<i>E. heterophylla</i> (linha)	4,6051	-1,471	0,018	0,99*	81,72
TXVK08	100	<i>B. plantaginea</i> (linha)	4,6051	-0,987	0,069	0,97*	14,30
TXVK08	100	<i>E. heterophylla</i> (entrelinha)	4,6051	-4,086	0,512	0,99*	7,98
TXVK08	100	<i>B. plantaginea</i> (entrelinha)	4,6051	-4,121	0,273	0,99*	15,10
DG 11002VS	200	Milho	4,6051	-1,907	0,218	0,98*	8,75
TXVK08	200	Milho	4,6051	-4,082	0,277	0,99*	14,74
DG 11002VS	200	<i>E. heterophylla</i> (linha)	4,6051	-0,808	0,023	0,96*	35,13
DG 11002VS	200	<i>B. plantaginea</i> (linha)	4,6051	-0,996	0,238	0,99*	4,18
DG 11002VS	200	<i>E. heterophylla</i> (entrelinha)	4,6051	-2,205	0,300	0,98*	7,35
DG 11002VS	200	<i>B. plantaginea</i> (entrelinha)	4,6051	-3,779	0,516	0,98*	7,32
TXVK08	200	<i>E. heterophylla</i> (linha)	4,6051	-1,675	0,023	0,99*	72,83
TXVK08	200	<i>B. plantaginea</i> (linha)	4,6051	-2,454	0,133	0,98*	18,45
TXVK08	200	<i>E. heterophylla</i> (entrelinha)	4,6051	-2,922	0,178	0,99*	16,42
TXVK08	200	<i>B. plantaginea</i> (entrelinha)	4,6051	-2,477	0,120	0,99*	20,64

*significativo a 5% de probabilidade

Por meio do parâmetro “c” do modelo de Gompertz (Tabela 4), cujos maiores valores indicam menores inclinações das curvas e maior uniformidade de depósitos unitários da calda de pulverização, pode-se verificar que as pontas DG 11002 VS (100 L ha^{-1}) e TXVK08 (200 L ha^{-1}) foram as que proporcionaram maior uniformidade de distribuição das gotas nas plantas de milho, e com valores da moda de 28,55 e 14,74 $\mu\text{L g}^{-1}$ de massa seca, respectivamente.

Para a *E. heterophylla*, localizada na linha e entrelinha da cultura, a ponta DG 11002VS na taxa de 100 L ha^{-1} , apresentou boa uniformidade de distribuição das gotas, considerando os maiores valores do parâmetro “c” e de depósitos unitários (moda). Contudo, apesar da ponta TXVK08 ter apresentado o maior valor do parâmetro “c” para as plantas da entrelinha proporcionou pequenos depósitos unitários em relação aos dados da ponta DG 11002VS.

Da mesma forma, para a *B. plantaginea* localizada na linha a melhor distribuição das gotas foi proporcionada pela ponta DG 11002VS (100 L ha^{-1}), porém com pequenos depósitos unitários. Entretanto, para as plantas localizadas nas entrelinhas, ambas as pontas apresentaram

desempenhos semelhantes com os maiores valores do parâmetro “c” e de depósitos unitários.

Considerando o desempenho das pontas na taxa de 200 L ha^{-1} , verificou-se para *E. heterophylla*, localizada na linha que a ponta TXVK08 foi a que proporcionou os maiores depósitos unitários e a melhor uniformidade de distribuição de gotas, enquanto para as plantas localizadas na entrelinha, a ponta DG 11002VS apresentou o maior valor do parâmetro “c” e baixos valores dos depósitos unitários.

Observou para a *B. plantaginea* localizada na linha e entrelinha da cultura, que a ponta DG 11002VS foi a que promoveu a melhor uniformidade de deposição das gotas de pulverização (maiores valores do parâmetro “c”), contudo, proporcionou pequenos depósitos unitários quando se compara aos depósitos proporcionados pela ponta TXVK08.

Souza et al. (2007), citam que irregularidade dos depósitos podem levar à necessidade de aumentar a dose aplicada de defensivos agrícolas. Contudo, constatou-se para *E. heterophylla* localizada na linha, que quando utilizou-se as pontas DG 11002VS e TXVK08 em ambas as taxas avaliadas, houve menor uniformidade de deposição

(menor valor do parâmetro “c”), entretanto, ocorreram depósitos unitários em quantidade similares aos tratamentos de melhor uniformidade de depósitos, o que poderia causar efeito compensatório da desuniformidade da deposição de gotas no controle da planta daninha, principalmente considerando herbicidas de ação sistêmica.

As irregularidades na deposição de gotas nas plantas daninhas podem ser devido ao fato de que pontas como a TXVK08, que produzam grande quantidade de gotas pequenas, tende favorecer perda por deriva, enquanto que pontas como a DG 11002VS que produzam gotas grandes tende ocorrer por escorrimento na superfície foliar. Byers et al. (1984), citam que a deriva é um dos fatores que influenciam na qualidade de uma pulverização, enquanto Martins (2004), comenta que gotas

maiores coalescem-se nas folhas, causando escorrimento para o solo.

De maneira geral, constatou-se que a ponta TXVK08 proporcionou os maiores depósitos médios nas plantas de milho, independente da taxa utilizada, sendo que os depósitos foram mais uniformes quando utilizou-se a taxa de 200 L ha⁻¹.

Para as plantas daninhas localizadas na linha da cultura, as pontas DG 11002VS e TXVK08 promoveram depósitos de calda mais uniformes na *B. plantaginea* do que na *E. heterophylla*, em ambas as taxas de aplicação avaliadas. Contudo, que para as plantas daninhas localizadas na entrelinha da cultura a ponta DG 11002VS proporcionou maior uniformidade de deposição na *B. plantaginea*, enquanto que para *E. heterophylla* a ponta mais eficiente em depositar gotas foi a TXVK08.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate different nozzles and spray rates on drop deposition in corn (*Zea mays*), *Euphorbia heterophylla* and *Brachiaria plantaginea*, both weeds located at and between crop rows. The experimental design established was complete random blocks with treatments arranged at 2 x 2 factorial scheme (2 nozzles types: DG11002VS flat fan and medium droplets, TXVK08 cone and very fine droplets; and 2 rates: 100 and 200 L ha⁻¹) with four replications. The spray applications occurred at 13 days after corn germination (3-5 expanded leaves), when *E. heterophylla* and *B. plantaginea* plants had 2-4 and 2-3 leaves, respectively. Solution of Brilliant Blue (FD&C-1) dye at 3,000 ppm was used as spray tracer. It was concluded that the greatest average deposits in corn plants was provided by TXVK08, independently of the spray rates used. The most uniform deposits occurred when the spray rates of 200 L ha⁻¹ was used. Spray deposits were most uniform in *B. plantaginea* compared to *E. heterophylla* when both weeds were located at crop row, independently of nozzle or spray rates. However, the DG 11002VS spray nozzle provided the most uniform drop deposition on *B. plantaginea* located between the rows, while the most efficient deposition over *E. heterophylla* located between rows was TXVK08.

KEYWORDS: Spray technology. *Zea mays*. *Euphorbia heterophylla*. *Brachiaria plantaginea*

REFERÊNCIAS

- BERNI, R. F.; MACHADO, V. O. F.; COSTA, G. R.; BARATA, G.; PAULA, R. S. Avaliação da cobertura de gotas provocada por diferentes bicos de pulverização na cultura do milho e do feijão. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 29, n. 1, p. 49-52, 1999.
- BYERS, R. E., LYONS JR., C. G. YODER, K. S., HORSBUGRGH, R. L., BARDEN, J. A., DONOHUE, S. J. Effects of apple tree size and canopy density on spray chemical deposit. **HortScience**, Illinois, v. 19, n 1, p. 93-94, 1984.
- CHAIM, A.; VALARINI, P. J.; PIO, L. C. Avaliação de perdas na pulverização de agrotóxicos na cultura do feijão. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 65-74, 2000.
- COSTA, N. C., MARTINS, D., RODELLA, R. A., COSTA, L. D. N. C. Deposição de gotas de pulverização e pH foliar no controle de plantas daninhas aquáticas. **Scientia agrícola**, Piracicaba, v. 62, no. 3, p. 227-234, 2005.
- EDMUNDO, JR., R. M., YORK, A. C. Factores affecting postemergence control of scklepod (*Cassia obtusifolia*) with imazaquin and DPX-F6025: spray volume, growth stag, and soil-applied alachlor and vermolate. **Weed Science**, Champaign, v. 35, n. 2, p. 363-368, 1991.

- GRAYSON, B. T., PRICE, P. J., WALTER, D. Effect of volume rate of application on the glasshouse performance of crop protection agent/adjuvant combinations. **Pesticide Science**, Oxford, v. 48 n. 3, p. 205-217, 1996.
- HOLLOWAY, P. J. Surface factors affecting the wetting of leaves. **Pesticide Science**, Oxford, v. 1, n. 1, p. 56-63, 1970.
- KNOCHE, M. Effect of droplet size and carrier volume on performance of foliage applied herbicides. **Crop Protection**, Oxford, v. 13, n. 3, p. 163-178, 1994.
- KOZLOWSKI, L. A.; KOEHLER, H. S.; PITELLI, R. A. Épocas e extensões do período de convivência das plantas daninhas interferindo na produtividade da cultura do milho (*Zea mays*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 481-490, 2009
- MACIEL, C. D. G., SOUZA, R. T., SILVA, R. H., VELINI, E. D., LEMOS, L. B. Deposição e distribuição de calda de pulverização em plantas de feijoeiro (*Phaseolus Vulgaris*) e capim braquiária (*Brachiaria Decumbens*). **Planta daninha**, Viçosa, v. 19, n. 1, p. 103-110, 2001.
- MARTINS, D. **Deposição de calda de pulverização em cultivares de batata**. 2004. 249 f. Tese (Livre docência em Agricultura/Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.
- PERGHER, G.; GUBIANI, R. The effect of spray application rate on foliar deposition in a hedgerow vineyard. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 61, n. 3, p. 205-216, 1995.
- PERGHER, G.; GUBIANI, R.; TONETTO, G. Foliar deposition and pesticide losses from three air-assisted sprayers in a hedgerow vineyard. **Crop Protection**, Oxford, v. 16, n. 1, p. 25-33, 1997
- RIPKE, F. O. Nozzle technology: coverage measurement for plant portection measures, air injector nozzles in potato growing. **Kartoffelanbau**, Germany, v. 48, n. 5, p. 168-172, 1997.
- RODRIGUES, A. C. P.; MARTINS, D; COSTA, N. V.; CARDOSO, L. A.; DOMINGOS, V. D. Variáveis qualitativas da pulverização em feijão, *Bidens pilosa* e *Brachiaria plantaginea*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 698-707, 2010.
- RODRIGUES-COSTA, A. C. P; MARTINS, D; COSTA, N. V. Uniformidade de deposição de gotas de pulverização em plantas de amendoim e *Brachiaria plantaginea*. **Planta daninha**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 939-951, 2011.
- ROSSI, I. H.; OSUNAS, J. A.; ALVES, P. L. C. A.; BEZUTTE, A. J. Interferência das plantas daninhas sobre algumas características agronômicas e a produtividade de sete cultivares de milho. **Planta daninha**, Viçosa, v. 14, n. 2, p. 134-148, 1996.
- SILVA, M. A. S. **Depósitos de calda de pulverização no solo e em plantas de tiririca (*Cyperus rotundos* L.) em diferentes condições de aplicação**. 2000. 57 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronomias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.
- SOUZA, R. T.; VELINI, E. D.; PALLADINI, L. A. Aspectos metodológicos para análise de depósitos de pulverizações pela determinação dos depósitos pontuais. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 195-202, 2007.
- SPADER, V.; VIDAL, R. A. Interferência de *Brachiaria plantaginea* sobre características agronômicas, componentes do rendimento e produtividade de grãos do milho. **Planta daninha**, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 465-470, 2000.

TAYLOR, W. A.; SHAW, G. B. The effect of drop speed, size and surfactant on the deposition of spray on barley and radish or mustard. **Pesticide Science**, Oxford, v. 14, n. 6, p. 659-65, 1993

TOMAZELA, M. S.; MARTINS, D.; MARCHI, S. R.; NEGRISOLI, E. Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da densidade populacional de *Brachiaria plantaginea*, do volume e do ângulo de aplicação. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 183-189, 2006.

ZEHNDER, G. W., SPEESE, J. Evaluation of various spray nozzle and volume combinations for control of colorado beetle with synthetic and biological insecticides. **Journal of Economic Entomology**, Annapolis, v. 48, n. 6, p. 1.842-49, 1991.