

EFEITO DA INTENSIDADE DO VENTO, DA PRESSÃO E DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO NA DERIVA DE APLICAÇÕES DE HERBICIDAS EM PRÉ-EMERGÊNCIA¹

Effect of Wind Intensity, Pressure and Nozzles on Spray Drift from Preemergence Herbicide Applications

COSTA, A.G.F.², VELINI, E.D.³, NEGRISOLI, E.⁴, CARBONARI, C.A.⁵, ROSSI, C.V.S.⁶, CORRÊA, M.R.⁷ e SILVA, F.M.L.⁸

RESUMO - Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de pontas de pulverização, pressão e intensidade do vento na deriva gerada em aplicações simuladas de herbicidas aplicados em pré-emergência. Os modelos de pontas de pulverização e as respectivas pressões testadas foram: SF 11002 (207 e 310 kPa), JA-2 (345 e 655 kPa) e AVI 11002 (207 e 414 kPa). As aplicações foram realizadas em dois períodos, em dias com condições de velocidade de vento distintas, em uma área de 1.200 m², localizada na Fazenda Experimental da FCA/UNESP. Um pulverizador com barra de 12 m, 24 bicos e tanque de 600 L foi utilizado nas aplicações. A calda de aplicação foi composta por água e o corante alimentício FDC-1 foi usado como traçador. A deriva foi amostrada por coletores ativos fixados sobre a barra de pulverização. As velocidades mínimas, médias e máximas de vento registradas no primeiro e segundo períodos das aplicações foram de 7, 14 e 23 km h⁻¹ e 1, 5 e 18 km h⁻¹, respectivamente. Nas duas ocasiões de aplicação, as pontas de pulverização com indução de ar AVI 11002 e de jato cônico vazio JA-2 a 655 kPa resultaram nas menores e maiores quantidades de depósito de líquido detectadas, respectivamente. A maior intensidade do vento incrementou a deriva. A redução na pressão pode ser utilizada para controle de deriva, mas a seleção adequada de uma ponta mostrou ser mais eficiente para esse propósito.

Palavras-chave: bico, clima, pulverizador de barra, perdas de agrotóxicos, contaminação ambiental, tecnologia de aplicação de agrotóxicos.

ABSTRACT - The aim of this work was to evaluate the effect of nozzles, spray pressure and wind intensity on spray drift generated in simulated preemergence herbicide applications. The nozzle designs and respective pressures tested were: SF 11002 (207 and 310 kPa), JA-2 (345 and 655 kPa) and AVI 11002 (207 and 414 kPa). The applications were performed during two periods, on days with different wind conditions, in an area with 1,200 m², in the Experimental Farm of the FCA/UNESP. A sprayer with a 12 m boom, 24 nozzles and tank with 600 L was used for the applications. The spray liquid was composed by water and the food dye FDC-1 as a tracer. The spray drift was sampled by active collectors fixed on the spray boom. The minimum, mean and maximum wind velocity values registered in the first and second spraying period were 7, 14 and 23 km h⁻¹ and 1, 5 and 18 km h⁻¹, respectively. The air induction flat fan nozzle AVI 11002 and the hollow cone JA-2 at 655 kPa resulted in the lowest and highest amounts of deposit detected, respectively, for both applications. The higher wind intensity increased the drift. Reductions on the spray pressure can be used to control the drift, but adequate nozzle selection was found to be more important for this purpose.

Keywords: tip, weather, boom sprayer, pesticide losses, environmental contamination, pesticide application technology.

¹ Recebido para publicação em 19.7.2006 e na forma revisada em 27.2.2007.

² Eng.-Agrônomo Dr., <augustocosta@fca.unesp.br>; ³ Prof. Dr. Livre Docente - Dep. de Produção Vegetal – FCA-UNESP, <velini@fca.unesp.br>; ⁴ Eng.-Agrônomo Dr., <ednegri@fca.unesp.br>; ⁵ Eng.-Agrônomo, Mestrando em Proteção de Plantas, Dep. de Produção Vegetal – FCA-UNESP, <carbonari@fca.unesp.br>; ⁶ Eng.-Agrônomo, Doutorando em Agricultura, Dep. de Produção Vegetal – FCA-UNESP, <cavsr@fca.unesp.br>; ⁷ Eng.-Agrônomo Dr., <mr.correa@fca.unesp.br>; ⁸ Estagiário graduando em Engenharia Agrônômica – FCA-UNESP.



INTRODUÇÃO

A contaminação ambiental causada pelo uso de agrotóxicos tem gerado preocupações quanto à utilização inadequada desses compostos. A crescente demanda da sociedade civil e de órgãos legisladores e fiscalizadores por processos produtivos com menor impacto ambiental tem levado à necessidade de se avaliar o comportamento e o destino dessas substâncias utilizadas nos agroecossistemas (Luchini & Andréa, 2000; Luchini, 2004).

A deriva é um dos principais motivos de perdas de agrotóxicos e conseqüente contaminação ambiental. De acordo com Velloso et al. (1984), Matuo (1990) e Christofolletti (1999a), deriva é tudo aquilo que não atinge o alvo durante a aplicação. Miller (1993) define deriva como parte da pulverização agrícola que é carregada para fora da área-alvo, pela ação do vento. De maneira similar, Ozkan (2001) conceitua deriva como o movimento de um produto no ar, durante ou depois da aplicação, para um local diferente do planejado. Miller (2004) acrescenta ainda que o agrotóxico pode ser transportado da área-alvo na forma de gotas ou vapor. A perda na forma de vapor pode ocorrer durante ou posteriormente à aplicação, sendo muito dependente da pressão de vapor e das características da formulação do produto.

Apesar de cada vez mais se exigir do produtor rural a utilização correta e criteriosa de agrotóxicos, o que se observa no campo é a falta de informação a respeito da tecnologia de aplicação. As aplicações podem, muitas vezes, produzir o efeito desejado, porém de forma ineficiente, porque não se utilizou a técnica ou equipamento mais adequado, o que poderia implicar emprego de menor quantidade de ingrediente ativo (Cunha et al., 2004). Estima-se que cerca de 50% dos agrotóxicos são desperdiçados devido às más condições de aplicação (Friedrich, 2004).

As dosagens dos herbicidas nos rótulos dos produtos são muitas vezes colocadas em níveis mais altos que os necessários, para que o controle das plantas daninhas seja efetivamente garantido em amplas condições ambientais e de manejo e, em especial, devido às falhas na tecnologia de aplicação (Devlin et al., 1991). Foloni (2000) reporta que a deriva pode ser minimizada usando-se técnicas e métodos

de aplicação adequados, limpeza e regulagem do equipamento, aplicação em condições climáticas adequadas e/ou uso de formulação apropriada.

Segundo Tomazela (2006), apesar de existirem pesquisas que avaliem a eficiência dos herbicidas, há pouca informação sobre a tecnologia de aplicação utilizada. De acordo com Christofolletti (1999b) e Ozkan (2001), entre as técnicas de aplicação, a seleção de pontas de pulverização mais adequadas representa uma das alternativas para redução de deriva, com o objetivo principal de aumentar o tamanho de gota. Estudos em que foram utilizadas pontas de pulverização de baixa deriva (*low-drift*) indicam a possibilidade de redução eficiente das perdas devido ao carregamento de agrotóxicos para fora das áreas-alvo (Gil & Nordbo, 1993; Combellack et al., 1996; Ozkan et al., 1997; Derkensen et al., 1999; Lund, 2000; Cunha et al., 2003; Nuyttens et al., 2006a; Schampheleire et al., 2006).

Considerando as pesquisas realizadas especificamente com herbicidas, Bode et al. (1976) testaram várias condições de aplicação a campo com o 2,4-D amina; os resultados indicaram que as pontas de pulverização com gotas maiores ou menor pressão de trabalho promoveram reduções na deriva do herbicida. Fietsam et al. (2004), em aplicações de glyphosate a campo ou em túnel de vento, constataram que as pontas dotadas de pré-orifício (DG) e indução de ar (AI) resultaram em menor deriva em relação a modelos convencionais, como o XR.

Para Christofolletti (1999b), o vento é um dos principais fenômenos climáticos que interferem na aplicação, agindo diretamente sobre as gotas, de maneira a alterar o deslocamento destas em direção ao alvo. Nuyttens et al. (2006b) constataram, a partir de 27 aplicações simuladas de agrotóxicos realizadas a campo, que o aumento da umidade relativa e a diminuição na velocidade do vento e na temperatura resultaram na redução da deriva. Entretanto, os efeitos das condições climáticas nas aplicações de herbicidas têm sido estudados principalmente quanto à eficácia e absorção foliar, levando-se em consideração geralmente o horário das aplicações, como se pode constatar nos trabalhos de Skuterud et al. (1998), Fornarolli (1999) e Penckowski (2003).

As tecnologias utilizadas nas aplicações de herbicidas e as condições climáticas têm sido freqüentemente citadas quando se discutem medidas para minimizar os riscos de deriva, porém, poucos são os estudos disponíveis a esse respeito no Brasil. Dessa maneira, neste trabalho objetivou-se avaliar o efeito de pontas de pulverização, pressão e intensidade do vento na deriva gerada em aplicações simuladas de herbicidas aplicados em pré-emergência.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP, localizada no município de São Manoel-SP, em uma área com 1.200 m² (100 x 12 m). A largura de 12 m da área experimental foi determinada para que correspondesse à largura da faixa de aplicação da barra do pulverizador.

Os tratamentos foram constituídos pela combinação de seis condições operacionais de aplicação e duas situações de velocidade de vento. As variáveis relativas à condição operacional foram modelos de pontas de pulverização em diferentes pressões de trabalho (Tabela 1). As pressões de pulverização respeitaram os intervalos recomendados pelo fabricante, de acordo com cada tipo de ponta (Jacto Máquinas Agrícolas S.A., 2006).

A fim de obter condições de velocidade de vento distintas, as aplicações foram feitas ao longo de dois períodos (dias). Para tomar a decisão de executar as aplicações em função da condição climática, foram realizadas medições de velocidade de vento durante 10 minutos, sendo uma a cada minuto, no início do dia, com um anemômetro digital posicionado a 1,0 m de altura do solo. Foram consideradas como

parâmetros de decisão as recomendações encontradas em literatura (Azenha et al., 1999; SENAR, 1999; Santos, 2001; ANDEF, 2004; Antuniassi & Baio, 2004), nas quais se sugere que o limite para uma aplicação segura é na condição de vento de no máximo 10 km h⁻¹. No primeiro dia das aplicações, foram obtidas condições de vento adversas, com média de velocidade de vento acima de 10 km h⁻¹; no segundo período, a média no início do dia encontrava-se abaixo de 6 km h⁻¹, caracterizando-se esta como uma condição mais aceitável para aplicação de um agrotóxico.

A área a ser aplicada foi gradeada antes do início de cada período experimental, para que não houvesse plantas daninhas e as aplicações fossem realizadas em pré-emergência. As aplicações foram realizadas com pulverizador de barra de 12 m, munido de 24 bicos espaçados de 50 cm e tanque de 600 L. A velocidade do pulverizador foi de 4,6 km h⁻¹, com os bicos posicionados a 50 cm do alvo (solo), e o volume de calda aplicado por área variou entre 151 e 243 L ha⁻¹, de acordo com as diferentes vazões obtidas com tipos de pontas de pulverização e pressões utilizadas. Os períodos de aplicação iniciaram-se no mínimo às 8 h e foram finalizados no máximo às 19h15. A ordem das aplicações em cada período, em função da condição operacional, foi determinada aleatoriamente.

A calda aplicada foi composta por água e um traçador – o corante alimentício FDC-1 a 3 g L⁻¹. De acordo com o estudo de Costa et al. (2005), esse traçador mostrou-se adequado para avaliar deriva em aplicações de herbicidas. Para cada aplicação foram preparados 100 L de calda, sendo retirada uma amostra para posteriormente permitir a quantificação exata do traçador em laboratório.

Tabela 1 - Descrição das condições operacionais (pressões e pontas de pulverização)

Ponta de pulverização*	Descrição	Pressão (kPa)
SF 11002	Jato plano convencional	207
SF 11002	Jato plano convencional	310
JA-2	Jato cônico vazio	345
JA-2	Jato cônico vazio	655
AVI 11002	Jato plano com pré-orifício e indução de ar	207
AVI 11002	Jato plano com pré-orifício e indução de ar	414

* Fabricante: Jacto Máquinas Agrícolas S.A.



Cada uma das condições operacionais foi aplicada de duas a quatro vezes na mesma faixa (área experimental), sendo medido o volume de calda restante no tanque, ao final de cada aplicação. A velocidade do vento, a temperatura e a umidade relativa do ar foram medidas a cada três minutos durante as aplicações, por meio de anemômetro e termoigrômetro digital fixados a 1,0 m de altura em relação ao solo, em um ponto a 10 m de distância da área de aplicação.

Para coletar as gotas dispersas durante a pulverização, foram fixados amostradores ativos de deriva à direita e esquerda da cabine do trator, imediatamente antes do início da segunda metade das seções laterais de barra. Os amostradores foram desenvolvidos e testados por Velini et al. (2006); de acordo com os autores, esses coletores são acionados por motores elétricos de 12 V, alimentados pela bateria do trator, com sistema de redução e transmissão que permite a obtenção de movimento pendular com amplitude de 110° e frequência de 0,67 Hz. O sistema foi construído para a movimentação de hastes metálicas com 67,5 cm de comprimento, às quais foram presos retângulos de espuma (matriz de coleta) com 5,53 x 10 x 0,3 cm, cujos alvéolos são abertos para que as gotas da solução de aplicação possam ser capturadas durante o processo de passagem pelos alvos. O amostrador de deriva é apresentado na Figura 1.

Em cada seção lateral de barra foram utilizadas duas matrizes coletoras (espumas), totalizando quatro unidades de coleta (repetições) por aplicação. As espumas eram colocadas antes do início e retiradas ao final da aplicação de cada tratamento, sendo armazenadas em frascos plásticos. Posteriormente, as matrizes foram lavadas com água destilada, para extração do traçador. As soluções de lavagem obtidas e as amostras de calda foram analisadas em espectrofotômetro de UV visível GBC, modelo Cintra 40, pelo qual se determinou a densidade óptica (absorbância) em 630 nm.

Os depósitos de deriva detectados nos amostradores foram transformados em μL de calda e corrigidos para volume de aplicação de 100 L ha^{-1} . Esses valores foram analisados no delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 6 x 2, sendo seis condições

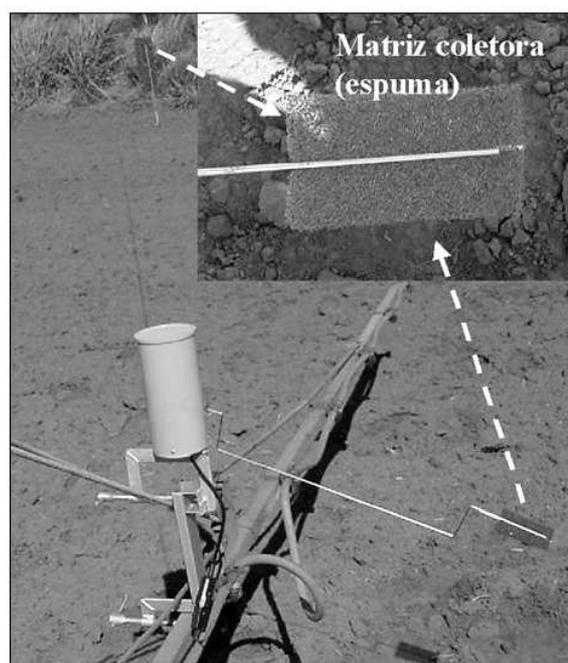


Figura 1 - Amostrador dinâmico de deriva utilizado (desenvolvido por Velini et al., 2006).

operacionais (diferentes pontas e pressões) e dois períodos de aplicação (intensidade de vento). As médias foram comparadas pelo teste t a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As velocidades mínima, média e máxima de vento durante as aplicações no primeiro e segundo períodos foram de 7,2, 14,1 e 23,0 km h^{-1} e de 1,0, 5,0 e 18,1 km h^{-1} , respectivamente (Tabela 2). Esses valores indicam maior intensidade do vento no primeiro período em relação ao segundo, assim como, considerando as médias obtidas e as recomendações de literatura (Azenha et al., 1999; SENAR, 1999; Santos, 2001; ANDEF, 2004; Antuniassi & Baio, 2004), as condições se confirmaram como adversas para aplicação de herbicidas na primeira etapa das aplicações e o segundo período apresentou média de velocidade de vento ideal para esse tipo de aplicação. Com relação a temperatura e umidade relativa do ar, as médias foram de 23 °C e 61% no primeiro período e de 27 °C e 65% no segundo, respectivamente

Na Tabela 3 estão apresentadas as médias de depósitos de calda (μL), detectadas nos coletores de deriva, em função do efeito dos

tratamentos e de acordo com os testes estatísticos. Pode-se verificar que tanto os fatores envolvidos com a condição operacional ou climática como a interação destes apresentaram efeito significativo pelo teste F sobre os depósitos de deriva encontrados. Considerando as comparações das médias, em relação ao efeito da intensidade do vento, o primeiro período apresentou maiores depósitos de calda do que o segundo. Esse fato provavelmente ocorreu devido às maiores velocidades de vento registradas (Tabela 2), aumentando a quantidade de gotas e o volume de calda que não atingiram o alvo. Esses resultados concordam com as constatações de Miller (1993, 2004), ao inferir que tanto estudos em condições experimentais de campo ou em túnel de vento mostraram relação linear entre deriva e

velocidade de vento. Lund (2000) também constatou que o aumento de velocidade de vento de 7,2 para 14,4 e 21,6 km h⁻¹ resultou no incremento da deriva detectada para pontas de pulverização de tipo jato plano convencional, pré-orifício (baixa deriva) ou de indução de ar com pré-orifício.

Ainda pela Tabela 3, considerando somente o efeito das pontas de pulverização e pressões de trabalho, as aplicações com a ponta com indução de ar (AVI), a 207 e 414 kPa, resultaram nas menores quantidades de depósito. A ponta de jato cônico (JA) na maior pressão (655 kPa) implicou maior quantidade de calda encontrada nos coletores, seguida pelos valores obtidos na menor pressão (345 kPa). Para a ponta SF 11002, os resultados foram intermediários aos dos demais modelos de ponta, não havendo diferenças significativas entre duas pressões utilizadas, porém foram semelhantes aos da ponta cônica (JA-2) na menor pressão. Os resultados obtidos com a aplicação com a ponta de jato plano convencional (SF) a 310 kPa também não diferiram daqueles com a ponta de indução de ar. Calculando-se a média das médias obtidas nas duas pressões usadas para cada tipo de ponta, em termos percentuais, o modelo com indução de ar e

Tabela 2 - Velocidades mínima, média e máxima registradas nas duas ocasiões de aplicação

Velocidade	Velocidade do vento (km h ⁻¹)	
	Primeiro período	Segundo período
Mínima	7,2	1,0
Média	14,1	5,0
Máxima	23,0	18,1

Tabela 3 - Efeitos das condições operacionais e da intensidade do vento sobre os depósitos detectados nos coletores de deriva, expressos em µL de calda. Valores corrigidos para 100 L ha⁻¹

Fator de variação	GL	Valores de F
Intensidade do vento (período)	1	5,76*
Condição operacional (ponta e pressão)	5	12,51**
Período x condição operacional	5	2,60*
CV (%)		73,0
		Médias (µL)
Primeiro período		12,22 A
Segundo período		7,29 B
DMS 5%		4,17
SF 11002 a 207 kPa		13,31 B
SF 11002 a 310 kPa		6,94 AB
JA-2 a 345 kPa		10,50 B
JA-2 a 655 kPa		25,03 C
AVI 11002 a 207 kPa		0,39 A
AVI 11002 a 414 kPa		2,37 A
DMS 5%		7,22

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste t a 5% de probabilidade.

** significativo pelo teste F a 1% de probabilidade; * significativo pelo teste F a 5% de probabilidade



pré-orifício promoveu reduções de deriva de 86,4 e 92,2%, em relação às aplicações com a ponta de jato plano e cônico, respectivamente. Esses resultados vão ao encontro das observações a campo ou em túnel de vento, em que se verificou que pontas com pré-orifício e/ou indução de ar são eficazes no controle da deriva, em relação a modelos de ponta convencionais, de acordo com os trabalhos de Gil & Nordbo (1993), Combellack et al. (1996), Ozkan et al. (1997), Derkensen et al. (1999), Lund (2000), Cunha et al. (2003), Nuyttens et al. (2006a) e Schampheleire et al. (2006). Miller (2004) reportou que pontas com indução de ar reduziram a deriva entre 50 e 90%, em relação a pontas convencionais. Fietsam et al. (2004) verificaram que as aplicações com pontas de jato plano, envolvendo especificamente o herbicida glyphosate, tiveram menor deriva quando utilizadas pontas de pré-orifício (DG) e indução de ar (AI), comparado ao modelo convencional XR.

No que se refere à pressão de pulverização, a redução significativa do depósito de deriva observada para a ponta JA-2 (Tabela 3) demonstra que as perdas em uma aplicação podem ser reduzidas ao utilizar pressões menores, correspondendo nesse caso a uma diminuição de 58,1%. Essa constatação é corroborada por Bode et al. (1976), ao verificarem que a utilização de menores pressões reduziu a deriva de aplicações de 2,4-D amina, usando pontas de jato cônico ou plano. Christofolletti (1999) e Ozkan (2001) também informaram que, quanto maior a pressão de pulverização para uma mesma ponta, menor é o tamanho da gota e maior o risco de deriva. Nuyttens et al. (2006a) constataram redução de 35% na deriva, ao compararem uma aplicação com 193 kPa em relação a uma com 296 kPa, utilizando a ponta de jato plano convencional F 11003.

Pela Tabela 4, onde está apresentado o desdobramento das interações dos fatores estudados, pode-se verificar que no primeiro período as aplicações com ponta AVI 11002 a 207 e 414 kPa resultaram nos menores valores de deriva 0,63 e 2,75 μL , respectivamente). A aplicação com o modelo JA-2 na maior pressão resultou no maior valor de calda depositado no coletor (32,83 μL), seguido pelo valor resultante na pressão de 345 kPa (17,73 μL).

O modelo SF 11002, na menor e maior pressão, novamente apresentou valores intermediários (11,43 e 7,98 μL , respectivamente) os quais foram semelhantes entre si e ao modelo JA-2 na menor pressão, sendo que a aplicação com SF a 310 kPa não diferiu dos resultados obtidos com o AVI 11002. Considerando somente os resultados do segundo período, a ponta AVI 11002 novamente promoveu os menores valores de deriva, sendo de 0,15 μL a 207 kPa e 1,98 μL a 414 kPa, porém não diferiram das aplicações com a ponta SF 11002 a 310 kPa (5,90 μL) e JA-2 a 345 kPa (3,28 μL). A ponta de jato cônico na maior pressão também resultou na maior deriva nessa condição climática (17,23 μL), contudo não diferiu do resultado promovido com a ponta de jato plano convencional na menor pressão (15,2 μL). As pressões utilizadas para a ponta SF 11002 não diferiram entre si, novamente. De maneira geral, pode-se observar, comparando o primeiro com o segundo período, que houve maior diferença entre os tipos de ponta na condição mais adversa de intensidade de vento, o que também pode ser similarmente constatado pelos resultados apresentados por Lund (2000), nos quais as diferenças entre os valores de depósito de deriva, promovidos a partir das pontas avaliadas, foram crescentes com o aumento da velocidade do vento.

Em relação ao efeito da condição de velocidade de vento (períodos), pode-se verificar que somente a ponta JA-2, nas duas pressões, apresentou redução dos depósitos de deriva

Tabela 4 - Interação dos efeitos das condições operacionais e da intensidade do vento sobre os depósitos detectados nos coletores de deriva, expressos em μL de calda. Valores corrigidos para 100 L ha⁻¹

Condição operacional (ponta de pulverização e pressão)	Intensidade do vento	
	Primeiro período	Segundo período
SF 11002 a 207 kPa	11,43 BCa	15,2 BCa
SF 11002 a 310 kPa	7,98 ABCa	5,90 ABa
JA-2 a 345 kPa	17,73 Cb	3,28 Aa
JA-2 a 655 kPa	32,83 Db	17,23 Ca
AVI 11002 a 207 kPa	0,63 Aa	0,15 Aa
AVI 11002 a 414 kPa	2,75 ABa	1,98 Aa
DMS 5%	10,22	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste t a 5% de probabilidade.



no segundo período em relação ao primeiro. Essa observação confirma mais uma vez o aumento da deriva devido ao aumento da intensidade do vento, como discutido em relação à Tabela 3. O fato de somente a ponta de jato cônico ter apresentado suscetibilidade a esta mudança de condição, pode ser explicada por esta produzir espectro de gotas de menor tamanho, em relação aos modelos AVI e SF, o que é confirmado pelas informações do fabricante (Jacto Máquinas Agrícolas S.A., 2006). Constatções na literatura corroboram esta justificativa, pois Lund (2000), Cunha (2003), Hoffman & Kirk (2005) e Costa (2006) verificaram que, quanto maior a porção do volume pulverizado com gotas menores, maior será a deriva.

Nas condições em que se realizou o ensaio, a partir dos resultados obtidos, foi possível concluir que:

- As aplicações com velocidade de vento maior implicaram incremento nos depósitos devido à deriva.
- A ponta de pulverização de jato plano com indução de ar AVI 11002 promoveu as menores quantidades de depósito devido à deriva.
- A ponta de jato cônico vazio JA-2 a 655 kPa resultou nos maiores depósitos devido à deriva.
- A ponta de pulverização de jato cônico JA-2 mostrou-se mais suscetível ao aumento da deriva em função do aumento da velocidade do vento, entre as demais pontas testadas.
- A redução na pressão de pulverização reduz a deriva, dependendo do tipo de ponta de pulverização.
- A escolha de um adequado tipo de ponta de pulverização pode reduzir a deriva de maneira mais eficaz do que a simples redução de pressão.

LITERATURA CITADA

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL – ANDEF. **Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**. Campinas: Linea Creativa, 2004. 50 p.

ANTUNIASSI, U. R.; BAILO, F. H. R. Tecnologia de aplicação de defensivos. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 145-184.



AZENHA, A. C.; TASSÁRA, D. A.; COLETO, R. **Guia de pulverização de fungicidas na cultura do cafeeiro**. São Paulo: Basf, 1999. 40 p.

BODE, L. E.; BUTLER, B. J.; GOERING, C. E. Spray drift and recovery as affected by spray thickener, nozzle type and nozzle pressure. **Trans. Am. Soc. Agric. Eng.**, v. 19, p. 209-218, 1976.

CHRISTOFOLETTI, J. C. **Considerações sobre tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. São Paulo: Teejet South America, 1999a. 14 p. (Boletim técnico, 5).

CHRISTOFOLETTI, J. C. **Considerações sobre a deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle**. São Paulo: Teejet South America, 1999b. 15 p. (Boletim técnico, 4).

COMBELLACK, J. H.; WESTERN, N. M.; RICHARDSON, R. G. A comparison of the drift potential of a novel twin fluid nozzle with conventional low volume flat fan nozzles when using a range of adjuvants. **Crop Protec.**, v. 15, n. 2, p. 147-152, 1996.

COSTA, A. G. F. **Determinação da deriva da mistura 2,4-D e glyphosate com diferentes pontas de pulverização e adjuvantes**. 2006. 94 p. Tese (Doutorado em Agricultura) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2006.

COSTA, A. G. F. et al. Methods to estimate losses in preemergence herbicide sprays. **Bull. Environ. Contam. Toxicol.**, v. 74, n. 1, p. 8-15, 2005.

CUNHA, J. P. A. R. et al. Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulica de jato plano e jato cônico vazio. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 39, n. 19, p. 977-985, 2004.

CUNHA, J. P. A. R. et al. Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 325-332, 2003.

DERKSEN, R. C. et al. Droplet spectra and wind tunnel evaluation of venturi and pre-orifice nozzles. **Trans. Am. Soc. Agric. Eng.**, v. 42, n. 6, p. 1573-1580, 1999.

DEVLIN, D. L.; LONG, J. H.; MADDLUX, L. D. Using reduced rates of postemergence herbicides in soybean (*Glycine max*). **Weed Technol.**, v. 5, n. 4, p. 834-40, 1991.

FIETSAM, J. F. W.; YOUNG, B. G.; STEFFEN, R. W. Herbicide drift reduction to drift control agents with glyphosate. **Trans. Am. Soc. Agric. Eng.**, v. 47, n. 5, p. 1405-1411, 2004.

FOLONI, L. L. Impacto ambiental do uso de herbicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz-do-Iguaçu. **Palestras...** Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p. 49-91.

- FORNAROLLI, D. A. et al. Influência do horário de aplicação no comportamento de atrazine e misturas aplicadas em pós-emergência na cultura do milho. **Planta Daninha**, v. 17, n. 1, p. 119-130, 1999.
- FRIEDRICH, T. Quality in pesticide application technology. In: RAETANO, C.G.; ANTUNIASSI, U. R. **Qualidade em tecnologia de aplicação**. Botucatu: Fepaf, 2004. p. 93-109.
- GIL, E.; NORDBO, E. Laboratory measurements of drift potential with conventional nozzles, low-drift nozzles and air assistance. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PESTICIDES APPLICATION TECHNIQUES, 2., 1993, Strasbourg. **Proceedings...** Strasbourg, ANPP, 1993. v. 1, p. 141-148.
- HOFFMANN, W. C.; KIRK, I. W. Spray deposition and drift from two "medium" nozzles. **Trans. Am. Soc. Agric. Eng.**, v. 48, n. 1, p. 5-11, 2005.
- JACTO MÁQUINAS AGRÍCOLAS S. A. **Produtos**. Disponível em: <<http://www.jacto.com.br>>. Acesso em: 10 jan. 2006.
- LUCHINI, L. C. Dinâmica ambiental dos agrotóxicos. In: RAETANO, C. G.; ANTUNIASSI, U. R. **Qualidade em tecnologia de aplicação**. Botucatu: Fepaf, 2004. p. 36-39.
- LUCHINI, L. C.; ANDRÉA, M. M. Comportamento ambiental de agroquímicos. **Hortic. Bras.**, v. 18, p. 33-35, 2000. (Suplemento)
- LUND, I. Nozzles for drift reduction. **Aspects Appl. Biol.**, v. 57, p. 97-102, 2000.
- MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: Funep, 1990. 139 p.
- MILLER, P. C. H. Reducing the risk of drift from boom sprayers. In: RAETANO, C. G.; ANTUNIASSI, U. R. **Qualidade em tecnologia de aplicação**. Botucatu: Fepaf, 2004. p. 110-124.
- MILLER, P. C. H. Spray drift and its measurement. In: MATTHEWS, G. A.; HISLOP, E. C. **Application technology for crop protection**. CAB International: 1993. p. 101-122.
- NUYTTENS, D. et al. Experimental study of factors influencing the risk of drift from field sprayers, Part 1: Meteorological conditions. **Aspects Appl. Biol.**, v. 77, p. 321-329, 2006b.
- NUYTTENS, D. et al. Experimental study of factors influencing the risk of drift from field sprayers, Part 2: Spray application technique. **Aspects Appl. Biol.**, v. 77, p. 331-339, 2006a.
- OZKAN, H. E. **Reduzindo a deriva nas pulverizações**. Disponível em: <<http://www.comam.com.br>>. Acesso em: 17 jul. 2001.
- OZKAN, H. E. et al. Shields to reduce spray drift. **J. Agric. Engng. Res.**, v. 67, p. 311-322, 1997.
- PENCKOWSKI, L. H.; PODOLAN, M. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. Influência das condições climáticas no momento da aplicação de herbicidas pós-emergentes sobre a eficácia de controle de nabiça (*Raphanus raphanistrum*) na cultura do trigo. **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p. 435-442, 2003.
- SANTOS, J. M. F. Fundamentos básicos e utilização adequada com pulverizadores terrestres e aviões agrícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3., 2001, Campo Grande. **Mini curso: Tecnologia de aplicação de pesticidas (terrestre e aérea)**, 2001. 59 p.
- SCHAMPHELERE, M. et al. The assessment of spray drift damage for grassland in Belgium. **Aspects Appl. Biol.**, v. 77, p. 275-280, 2006.
- SENAR. **Aplicação de agrotóxicos com pulverizador de barras – trabalhador na aplicação de agrotóxicos**. Curitiba: SENAR/PR, 1999. 48 p.
- SKUTERUD, R. et al. Effect of herbicide applies at different times of the day. **Crop Prot.**, v. 17, p. 41-46, 1998.
- TOMAZELA, M. S. et al. Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da densidade populacional de *Brachiaria plantaginea*, do volume e do ângulo de aplicação. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 183-189, 2006.
- VELINI, E. D. et al. **Desenvolvimento de um amostrador dinâmico e de técnicas para a avaliação de deriva em aplicações comerciais de herbicidas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006, Brasília. Trabalhos apresentados. Impacto ambiental dos herbicidas. Brasília: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2006. CD-ROM.
- VELLOSO, J. A. R.; GASSEN, D. N.; JACOBSEN, L. A. Características da tecnologia de aplicação. In: _____. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas com pulverizadores de barra**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1984. p. 10-14.

