

# Influência de pontas de pulverização e adjuvantes na deriva em caldas com glyphosate<sup>1</sup>

Influence on spray drift of nozzles and adjuvants with a glyphosate spray solution

Marco Antonio Gandolfo<sup>2</sup>, Rodolfo Glauber Chechetto<sup>3\*</sup>, Fernando Kassis Carvalho<sup>4</sup>, Ulisses Delvaz Gandolfo<sup>4</sup> e Eder Dias de Moraes<sup>2</sup>

**RESUMO** - O uso inadequado da tecnologia de aplicação de agrotóxicos, relacionados ao uso de pontas de pulverização e adição de adjuvantes, resulta diretamente em um maior risco de deriva. Objetivou-se como trabalho quantificar a deriva gerada por pontas de pulverização com e sem indução de ar, em aplicações de glyphosate e adjuvantes. O experimento foi realizado em túnel de vento, com o herbicida glyphosate isolado ou em mistura com ureia ou adjuvante redutor de deriva (LI700). As coletas foram realizadas, com fios de polietileno, nas distâncias de 5,0; 10,0 e 15,0 m em relação à barra e nas alturas de 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1,0 m em relação ao piso do túnel, a deriva foi aferida por meio do processo de condutividade elétrica. Os resultados apresentaram maior deriva nas menores alturas, tendo igual comportamento para todas as caldas e em todas as distâncias. A ponta de jato plano com indução de ar (AVI 110-015) proporcionou menor deriva em relação à ponta jato plano padrão (AXI 110-015), para todas as caldas avaliadas. Para a ponta de jato plano padrão o acréscimo de adjuvante reduziu a deriva para as três distâncias avaliadas em relação à calda contendo somente o herbicida. Já para a ponta de jato plano com indução de ar a ureia elevou a deriva para todas as distâncias em relação às outras caldas. A ureia pode ser utilizada em aplicações com o modelo de ponta jato plano padrão, por diminuir os riscos de deriva.

**Palavras-chave:** Tecnologia de aplicação. Agrotóxicos. Ureia. Plantas-efeito dos herbicida. Túnel de vento.

**ABSTRACT** - The improper use of pesticide-application technology, related to the use of spray nozzles and the addition of adjuvants, is directly related to a greater risk of drift. This study aimed to quantify the spray drift generated by nozzles, both with and without air induction, in applications of glyphosate and adjuvants. The experiment was conducted in a wind tunnel, using the herbicide, glyphosate, either pure or in combination with urea or a drift-reducing adjuvant (LI700). Collections were made on polyethylene strings, at distances of 5.0, 10.0 and 15.0 m from the spray-boom, and at heights of 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1.0 m from the floor of the tunnel; the drift was measured using a process of electrical conductivity. The results showed greater drift at the lower heights, giving the same results for all solutions and at all distances. The flat nozzle with air induction (AVI 110-015) gave a smaller drift relative to the standard flat nozzle (AXI 110-015) for all solutions tested. With the standard flat nozzle, adding an adjuvant reduced the drift at the three distances tested, for the solution containing pure herbicide. For the flat fan nozzle with air induction however, the urea increased drift at all distances compared to other the spray solutions. Urea can be employed in applications where the standard flat tip model is used, as it reduces the risk of drift.

**Key words:** Application Technology. Pesticides. Urea. Plants-effects of herbicide. Wind Tunnel.

\*Autor para correspondência

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 15/12/2011; aprovado em 05/02/2013

Pesquisa financiada pela Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP/FALM)

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia e Desenvolvimento Rural/Faculdades Luiz Meneghel/UENP, Bandeirantes, Paraná-PR, Brasil, gandolfo@ffalm.br, edermoraes84@hotmail.com

<sup>3</sup>Departamento de Engenharia Rural/Programa Energia na Agricultura/Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP, Caixa Postal 237, Botucatu, São Paulo-SP, Brasil, 18.610-907, rgchechetto@hotmail.com,

<sup>4</sup>Departamento de Engenharia Rural/Programa Energia na Agricultura/Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP, Botucatu, São Paulo, Brasil, fer.kassis@hotmail.com, ulissesgandolfo@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

Os agrotóxicos têm contribuído para a prática agrícola, reduzindo o uso de mão-de-obra, os custos de produção e melhorando a qualidade dos alimentos (CUNHA *et al.*, 2003). Com isso, é prática comum se dar muita importância ao agrotóxico e pouca à técnica de aplicação empregada (CUNHA, 2008). Dentre os herbicidas usados para a dessecação de plantas daninhas, prática comum no manejo agrícola, o glyphosate (N-(fosfometil) glicina) é o mais utilizado por se tratar de um herbicida não seletivo, de ação sistêmica, usado no controle de plantas daninhas anuais e perenes (TIMOSSI; DURIGAN; LEITE, 2006).

Entre alguns dos produtos comumente adicionados à calda com glyphosate com intuito de possibilitar a redução de dose ou melhorar sua eficiência, destacam-se a ureia e o sulfato de amônio. Segundo Young *et al.* (2003) e Oliveira (2011), a maior parte dos estudos determinaram que o aumento da eficácia do herbicida quando adicionados fertilizantes nitrogenados ocorre pela maior absorção e translocação do produto, além de apresentarem a função de adjuvantes ativadores, porque auxiliam na prevenção de formação de precipitados no tanque de mistura ou sobre a superfície das folhas.

Embora na prática agrícola a adição destes fertilizantes nitrogenados à calda seja usual (CARVALHO, 2009) poucas são as informações científicas disponíveis no Brasil a respeito das consequências que tais produtos causam sobre a deriva. Há uma estimativa, que cerca de 30% dos agrotóxicos aplicados são perdidos por deriva (ABI SAAB, 2004). Auxiliando na determinação da deriva está o túnel de vento, que Phillips e Miller (1999) determinaram como uma técnica adequada para simular tais resultados para condições de campo. Esse equipamento permite uma análise mais segura da deriva formada por diferentes pontas de pulverização e por diferentes produtos em condições de testes controladas.

Os fatores que afetam a deriva são descritos por Schampheleire *et al.*, (2008) em condições climáticas, tecnologia de aplicação, características do ambiente e propriedades físico-químicas. Dentro do fator tecnologia de aplicação está a seleção de pontas de pulverização, que está diretamente ligada ao alvo/agrotóxico (ANTUNIASSI, 2004) e representa uma das alternativas para redução de deriva, objetivando o aumento do tamanho das gotas, para uma determinada ponta, quanto maior o percentual de gotas finas que fazem parte do espectro produzido, maior o risco de deriva. Porém, muitas são as dúvidas a respeito do efeito final das pontas (BOLLER; MARCHRY, 2007; FAGGION; ANTUNIASSI, 2010).

As pontas com indução de ar produzem gotas grandes, com bolhas de ar em seu interior, de maneira que tenham alta massa e baixa densidade, combinação

importante para a redução da deriva, sendo indicada para herbicidas sistêmicos (VIANA *et al.*, 2007). Gotas com ar incluso têm o comportamento modificado, resultando em retenção e molhabilidade semelhantes ao de gotas finas (MILLER; BUTLER ELLIS, 2000).

Já os adjuvantes podem promover alterações físico-químicas na calda de pulverização, podendo interferir no tamanho de gotas geradas por uma ponta de pulverização, ou seja, o desempenho de uma ponta pode ser influenciado pela adição de adjuvantes (CARBONARI *et al.*, 2005; DE RUITER, 2002), que resultará na variação da deriva formada após a pulverização.

Portanto, objetivou-se com o trabalho quantificar a deriva gerada, em túnel de vento, por pontas de pulverização com e sem indução de ar, em aplicações de caldas contendo o herbicida glyphosate isolado e associado a adjuvantes.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Núcleo de Investigação em Tecnologia de Aplicação de Agroquímicos e Máquinas Agrícolas - NITEC, Campus Luiz Meneghel - CLM, da Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP, Bandeirantes-PR.

Os tratamentos utilizados no trabalho e as abreviaturas estão descritos na Tabela 1. As pontas utilizadas foram a jato plano padrão, modelo AXI 110-015 e a jato plano com indução de ar, modelo AVI 110-015, ambas de cerâmica e trabalhando com pressão constante de 275 kPa (2,75 bar), gerando gotas finas e muito grossas, respectivamente, segundo norma ASAE S572 (informação do fabricante). O experimento foi conduzido com 6 tratamentos (combinação de fatores), 2 pontas e 3 caldas com 3 repetições.

O ensaio foi realizado em túnel de vento de circuito aberto, construído em alvenaria, com seção quadrada de 2,0 m e comprimento de 20 m. A ventilação foi impulsionada por um ventilador axial de dupla hélice, de 0,9 m de diâmetro, acionado pela TDP de um trator de 65 kW de potência no motor. Em sequência ao ventilador, que fica localizado na parte inicial do túnel de vento, foram instaladas uma tela e uma colmeia, com o intuito de uniformizar o fluxo de ar que vai para a seção de testes, onde são realizadas as coletas da deriva.

O sistema de pulverização foi composto por um reservatório com capacidade de 50 litros, onde as caldas testadas foram armazenadas e pressurizadas por uma bomba hidráulica. O sistema ainda dispunha de uma barra de pulverização, instalada no terço inicial do túnel, 2,0 m após a colmeia e a 0,6 m de altura do piso do túnel, provida de três pontas espaçadas a cada 0,5 m, com válvulas anti-

**Tabela 1-** Descrição das caldas utilizadas e abreviaturas adotadas para cada tratamento

Composição das caldas	Dose/Concentração	Abreviatura
NaCl + Glyphosate*	10% v v <sup>-1</sup> + 40 ml L <sup>-1</sup>	NaCl+G
NaCl + Glyphosate + Ureia	10% v v <sup>-1</sup> + 40 ml L <sup>-1</sup> + 0,5% v v <sup>-1</sup>	NaCl+G+U
NaCl + Glyphosate + LI 700	10% v v <sup>-1</sup> + 40 ml L <sup>-1</sup> + 1,5% v v <sup>-1</sup>	NaCl+G+LI700

\*Em todos os tratamentos com glyphosate (Trop) a dose equivalente foi de 1920 g do ingrediente ativo por hectare, com taxa de aplicação de 100 L ha<sup>-1</sup>

gotejo e bicos, compostos de capas, anéis de vedação e filtros (malha 80). O sistema ainda era composto por um manômetro localizado 1,0 metro após a bomba hidráulica e ficava localizado do lado externo do túnel de vento antes da entrada da tubulação hidráulica para o túnel de vento e o controle do fluxo de calda era realizado manualmente através de dispositivo para ligar e desligar o sistema.

As coletas da deriva foram feitas nas distâncias de 5,0; 10,0 e 15,0 m em relação à barra de pulverização e nas alturas de 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1,0 m em relação ao piso do túnel, essas posições foram definidas a partir de ensaios preliminares. Foram usados coletores constituídos por fios de polietileno de 2 mm de diâmetro e 30 cm de comprimento, fixados em suportes metálicos de formato retangular e posicionados na transversal em relação ao fluxo de ar, nas respectivas alturas e distâncias citadas. Para serem colocados e removidos da secção de testes os suportes eram fixados em gavetas verticais, que tinham seu deslocamento sobre trilhos de metal, de maneira que quando fechadas vedavam a saída do fluxo de ar na lateral do túnel.

A velocidade do vento estipulada para os ensaios foi de 2 m s<sup>-1</sup>, sendo aferida antes da aplicação de cada tratamento, na distância de cinco metros da barra de pulverização e na altura de um metro em relação ao piso do túnel. As aferições da velocidade foram realizadas por um anemômetro de ventoinha modelo A892160 da empresa Extech. Também foram realizadas leituras da temperatura e umidade relativa do ar, feitas no mesmo local de instalação do anemômetro, por um termohigrômetro digital, marca Minipa modelo MT-241, com precisão de 0,1 °C de temperatura e 1% de umidade relativa do ar. Todas as aplicações foram realizadas em condições ideais limites para pulverização, acima de 55% de umidade relativa do ar e abaixo de 30° C de temperatura.

Para a determinação da deriva do líquido pulverizado utilizou-se o método de análise da determinação da condutividade elétrica do traçador cloreto de sódio (NaCl), na concentração de 10% em massa (ABI SAAB, 1996), através da solução de lavagem dos fios coletores.

As pulverizações foram realizadas por 3 minutos cada e logo após o término da pulverização o ventilador era

desligado e aguardava-se um período de 5 minutos para que houvesse uma estabilização das partículas em suspensão no interior do túnel de vento. Após cada pulverização o sistema era lavado com água por três vezes antes de receber uma nova calda. Os fios coletados eram colocados individualmente em tubos de PVC, de 0,5 m de comprimento, e numerados de acordo com a distância e altura de coleta.

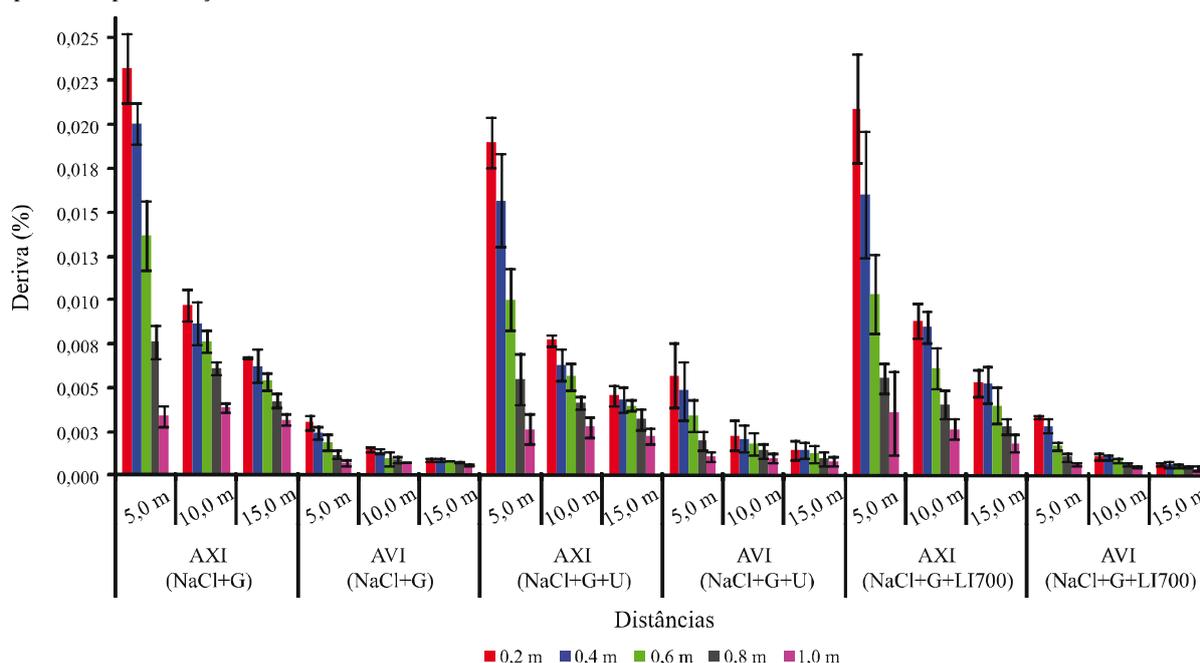
Em cada tubo de PVC era adicionado 50 ml de água deionizada para lavagem. A agitação dos tubos foi feita manualmente, por 20 segundos. Após este procedimento a água da lavagem de cada tubo era colocada em um recipiente plástico com tampa, com a mesma numeração do tubo de PVC, onde os eletrodos do condutivímetro digital CD 203 da marca Phitek com precisão de 1,0 µS e escala máxima de 1999,0 µS, eram mergulhados para fazer a aferição da condutividade elétrica. Esta leitura serviu como referência para o volume de líquido capturado por cada fio durante as pulverizações, já que realizaram-se várias medições da condutividade elétrica em distintas concentrações de NaCl, estabelecendo uma curva padrão entre a quantidade de sal e a condutividade elétrica, possibilitando quantificar o percentual de deriva coletada em relação ao volume pulverizado em cada tratamento.

Para a correção da condutividade elétrica presente no próprio alvo sem uso, realizaram-se avaliações em dez tubos com dez fios, assegurando a não interferência dos coletores nos resultados de deriva. Os resultados dos tratamentos foram comparados pelo Intervalo de Confiança para Diferenças entre as Médias, a 5% de probabilidade (IC95%).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 observa-se a porcentagem de deriva para os tratamentos aplicados com os dois modelos de pontas testados para as diferentes distâncias e alturas de coleta. Nota-se que quanto maior a distância e maior a altura dos coletores em relação à ponta de pulverização e o piso do túnel, respectivamente, menor é a porcentagem de deriva, sendo essa característica mantida para as três caldas e para os dois modelos de pontas.

**Figura 1** - Porcentagem de Deriva (médias  $\pm$  IC5%) nas diferentes alturas em relação ao piso do túnel e as distâncias em relação às duas pontas de pulverização com as diferentes caldas



Lund (2000) e Costa (2006) relataram o mesmo comportamento em semelhantes pesquisas realizadas em túnel de vento, demonstrando que a deriva tende a ser maior nos fios coletores mais próximos do piso do túnel e da barra de pulverização. Herbst (2001), realizando trabalhos sobre deriva em campo e em túnel de vento explicou que esse comportamento é baseado na tendência das gotas apresentarem movimento descendente devido à energia cinética e gravitacional, já que em situações controladas a inversão térmica não ocorre.

Quando a ureia foi adicionada à calda houve uma redução na porcentagem de deriva em relação à calda contendo somente glyphosate para todas as alturas e em todas as distâncias avaliadas para a ponta AXI 110-015, não apresentando diferença somente nas alturas de 0,6; 0,8 e 1,0 m na distância de 5 metros em relação à ponta de pulverização, porém, quando a ponta AVI 110-015 foi testada o comportamento foi inverso, sendo a maior deriva para a calda contendo ureia. Segundo Miller e Butler Ellis (2000) em estudo onde foram avaliados os efeitos das formulações, as pontas com indução de ar são mais sensíveis às mudanças das características físicas das caldas e que seu comportamento não segue um mesmo padrão em relação às pontas hidráulicas convencionais.

Quando o adjuvante LI700 foi adicionado ao glyphosate a deriva foi menor em relação à calda contendo

somente o herbicida para todas as alturas e distâncias avaliadas, sendo somente maior a 1,0 m de altura, na distância de 5 metros para a ponta AXI 110-015. Para a ponta AVI 110-015 a adição de LI700 aumentou a deriva somente para os pontos de coleta a 0,2; 0,4 e 0,6 m de altura na distância de 5,0 metros, para os demais pontos essa associação reduziu a deriva em relação à calda que continha somente glyphosate. A adição de adjuvantes às caldas busca a redução da deriva visto que, as formulações do herbicida glyphosate contem surfatantes, que alteram a aplicação e as características do produto, principalmente por esse adjuvante auxiliar no contato e no espalhamento das gotas, o que determinam a disponibilidade do glyphosate e do próprio surfatante para permear a cutícula, que é a área de contato inicial (ABRAHAM, 2009; WAGNER *et al.*, 2003). Oliveira (2011) demonstrou em trabalho de quantificação de deriva que o surfatante apresentou maior deriva em relação a outros adjuvantes testados para ponta de jato plano padrão.

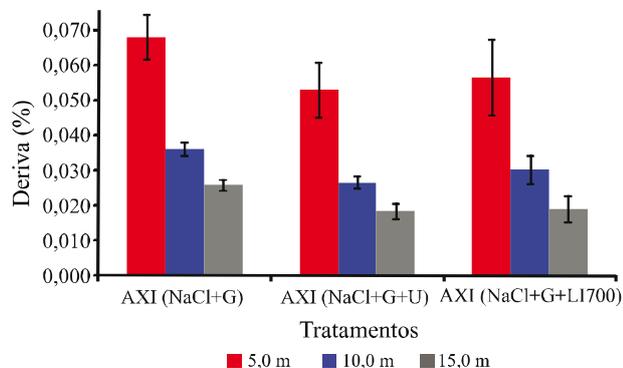
A deriva na distância de 5,0 metros para a ponta AVI foi menor que a deriva encontrada na distância de 10,0 metros para a ponta AXI, com a calda com ureia. Para a calda contendo o adjuvante LI700 a porcentagem de deriva encontrada na distância de 5,0 metros para a ponta com indução de ar foi menor do que a deriva para a distância de 15,0 metros na ponta AXI 110-015, apresentando diferença estatística para todas as alturas avaliadas.

Essa diferença pode ser explicada pela variação do tamanho das gotas formadas por cada ponta de pulverização testada. Segundo De Ruiter (2002) a formação das gotas é o resultado de uma interação da calda com a própria ponta utilizada na pulverização, sendo o desempenho desta susceptível a alterações afetadas pelas propriedades dos líquidos e pela adição de adjuvantes. Fietsam, Young e Steffen, (2004) realizaram estudos observando a deriva gerada em aplicações de caldas com glyphosate, utilizando pontas de pulverização tipo jato plano, e notaram menor deriva quando utilizadas pontas de pré-orifício e indução de ar, comparado ao modelo padrão. Antuniassi (2006) também relata que as características de uma pulverização podem ser alteradas de forma significativa pelo uso de variadas formulações e pela adição de adjuvantes, comportamento esse observado neste trabalho.

A utilização da ureia reduziu a deriva em relação direta com o tratamento contendo LI700 para a ponta de jato plano padrão. Embora não apresentando diferença estatística, numericamente a redução foi na ordem de 9,0; 12,7 e 13,9% na altura de 0,2 m em relação ao piso do túnel para as distâncias de 5,0; 10,0 e 15,0 m respectivamente. Para a ponta com indução de ar o comportamento foi inverso, o adjuvante LI700 reduziu estatisticamente a deriva em relação ao tratamento contendo ureia.

Na Figura 2 pode-se notar a soma da porcentagem de deriva para as três caldas testadas com a ponta AXI 110-015 para as três distâncias avaliadas. O acréscimo de adjuvantes diminuiu a deriva em relação à calda contendo somente o herbicida, com destaque para a calda contendo ureia, que obteve os menores valores numéricos em relação à calda contendo o adjuvante LI700, porém, não apresentando diferença significativa entre si para as três distâncias de coleta.

**Figura 2** - Porcentagem de Deriva (médias ± IC5%) para as diferentes distâncias em relação à ponta de jato plano padrão com as diferentes caldas



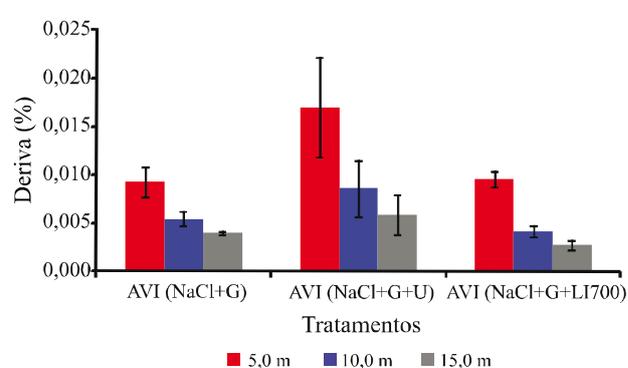
A calda contendo ureia e LI700 reduziram a deriva em 22,3 e 17,1% respectivamente, em relação à calda contendo somente glyphosate para a distância de 5 metros em relação à ponta de pulverização, para a distância de 10 m a redução foi de 26,3 e 16,6% para a calda com ureia e LI700 e de 28,9 e 28,1% para a distância de 15 m para as caldas contendo ureia e o adjuvante redutor de deriva respectivamente.

Valores próximos de deriva, aos observados nesse trabalho, foram encontrados em trabalho de Oliveira (2011) para tratamentos com adjuvante à base de fosfatidocolina (Lecitina) e ácido propiônico (LI700) aplicados com uma ponta de jato plano padrão. Em trabalho de Carvalho (2009) foi encontrada diferença estatística para um maior controle de capim-massarã, em avaliações com 7 e 14 dias após aplicação com ponta de jato plano padrão, para o tratamento com glyphosate e ureia, na dose de 2,5 g L<sup>-1</sup>, em relação ao tratamento contendo somente o herbicida. O que pode estar diretamente relacionado com a redução da perda da pulverização pela deriva, fator esse observado no presente trabalho.

Na Figura 3 tem-se a soma da porcentagem de deriva para as três caldas avaliadas na ponta com indução de ar modelo AVI 110-015, onde a adição de ureia aumenta a deriva em relação à calda contendo somente o herbicida glyphosate e a calda contendo o adjuvante redutor de deriva para as três distâncias analisadas.

A calda contendo o adjuvante LI700 reduziu a porcentagem de deriva para as três distâncias avaliadas em relação à calda contendo ureia, e aumentou a deriva somente para a distância de 5,0 m em relação à calda contendo somente glyphosate, porém, não apresentando diferença estatística para essa distância. Para as distâncias de 10 e 15 m o tratamento com LI700 diminuiu a deriva apresentando diferença estatística somente para a distância de 15 metros em relação à calda somente com o herbicida.

**Figura 3** - Porcentagem de Deriva (médias ± IC5%) para as diferentes distâncias em relação à ponta de jato plano com indução de ar com as diferentes caldas



O adjuvante LI700 é adicionado à calda com característica de redutor de deriva, o que é observado nesse trabalho tanto para a ponta de jato plano padrão quanto para a ponta com indução de ar. De acordo, Oliveira (2011) apresentou resultados em que foram testados 18 adjuvantes com diferentes concentrações, onde o adjuvante LI700 apresentou a segunda menor deriva, sendo maior apenas que o adjuvante à base de polímero vegetal.

Ainda testando adjuvantes Fietsam, Young e Steffen, (2004) e Chechetto (2011) demonstraram que esses produtos influenciaram diferentemente o desempenho de todas as pontas avaliadas sendo dependente também da concentração dos adjuvantes testados. Antuniassi (2009) relatou a importância do conhecimento dos comportamentos dos adjuvantes adicionados às caldas, visto que todos eles se apresentam na forma de produtos formulados e não há conhecimento dos demais componentes além dos “princípios ativos” a que se referem.

## CONCLUSÕES

1. Em aplicações de glyphosate com o uso de pontas de jato plano padrão a adição do adjuvante LI700 e da ureia, na calda de pulverização, reduz a porcentagem de deriva em relação à calda contendo somente o herbicida;
2. Para aplicações utilizando pontas de jato plano com indução de ar, o adjuvante LI700 reduz a deriva em relação aos demais tratamentos, enquanto que, a ureia ocasiona aumento no potencial de deriva, devendo-se evitar usar esta combinação em situações climáticas propensas à deriva.

## REFERÊNCIAS

- ABI SAAB, O. J. G. **Avaliação de um sistema de aplicação de defensivos utilizados em videiras no município de Londrina/PR**. 1996. 65 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.
- ABI SAAB, O. J. G. Indicador de velocidade de vento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 25, n. 1, p. 21-26, 2004.
- ABRAHAM, W. Formulações de glyphosate e adjuvantes. *In: VELINI, E. D. et al. Glyphosate*. Botucatu: FEPAF, 2009. cap. 9, 179-190.
- ANTUNIASSI, U. R. Conceitos básicos da tecnologia de aplicação de defensivos para a cultura da soja. **Boletim de Pesquisa de Soja**, v. 13, p. 299-317, 2009.
- ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação de defensivos. **Boletim de Pesquisa de Soja**, v. 8, p. 165-177, 2004.
- ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação de defensivos. **Revista Plantio Direto**, v. 15, p. 17-22, 2006.
- BOLLER, W.; MARCHRY, M. Efeito da pressão de trabalho e de pontas de pulverização sobre a eficiência de herbicidas de contato em soja. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 3, p. 722-727, 2007.
- CARBONARI, C. A. *et al.* Efeito de surfatantes e pontas de pulverização na deposição de calda de pulverização em plantas de grama-seda. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 725-729, 2005.
- CARVALHO, S. J. P. **Dessecação de plantas daninhas com o herbicida glyphosate associado a fertilizantes nitrogenados**. 2009. 116 f. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Estadual de São Paulo, Piracicaba, 2009.
- CHECHETTO, R. G. **Potencial de redução da deriva em função de adjuvantes e pontas de pulverização**. 2011. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.
- COSTA, A. G. F. **Determinação da deriva da mistura 2,4-D e glyphosate com diferentes pontas de pulverização e adjuvantes**. 2006. 95 f. Tese (Doutorado em Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.
- 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.
- CUNHA, J. P. A. R. Simulação da deriva de agrotóxicos em diferentes condições de pulverização. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 5, p. 1616-1621, 2008.
- DE RUITER, H. Developments in adjuvant use for agrochemicals. **MedFac Landbouww University Gent**, v. 67, n. 2, p. 19-25, 2002.
- FAGGION, F.; ANTUNIASSI, U. R. Desempenho de pontas de pulverização quanto a indução de ar nas gotas. **Energia na Agricultura**, v. 25, n. 4, p. 72-82, 2010.
- FIETSAM, J. F. W.; YOUNG, B. G.; STEFFEN, R. W. Herbicide drift reduction to drift control agents with glyphosate. **Transaction of the ASABE**, v. 47, n. 5, p. 1405-1411, 2004.
- HERBST, A. A method to determine spray drift potential from nozzles and its link to buffer zone restrictions. **ASAE Meeting presentation**, Saint Joseph, n. 1, p. 1047, 2001.
- LUND, I. Nozzles for drift reduction. **Aspects of Applied Biology**, v. 57, p. 97-102, 2000.
- MILLER, P. C. H.; BUTLER-ELLIS, M. C. Effects of formulation on spray nozzle performance for applications from ground-based boom sprayers. **Crop Protection**, v. 19, n. 8, p. 609-615, 2000.
- OLIVEIRA, R. B. **Caracterização funcional de adjuvantes em soluções aquosas**. 2011. 134 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

PHILLIPS, J. C.; MILLER, P. C. H. Field and wind tunnel measurements of the airborne spray volume downwind of single flat-fan nozzles. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 72, n. 2, p. 161-170, 1999.

SCHAMPHELEIRE, M. *et al.* Effects on pesticide spray drift of the physicochemical properties of the spray liquid. **Precision Agriculture**, v. 9, p. 1-12, 2008.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Eficácia de glyphosate em plantas de cobertura. **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 475-480, 2006.

VIANA, R. G. *et al.* Características técnicas de pontas de pulverização LA-1JC e SR-1. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 211-218, 2007.

YOUNG, B. G. *et al.* Glyphosate translocation in common lambsquarters (*Chenopodium album*) and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) in response to ammonium sulfate. **Weed Science**, v. 51, p. 151-156, 2003.

WAGNER, P. *et al.* Quantitative assessment to the structural basis of water repellency in natural and technical surfaces. **Journal of Experimental Botany**, v. 54, n. 385, p. 1295-1303, 2003.