



DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n10p1012-1017>

Deriva de equipamentos costais na aplicação de glyphosate

Euripedes B. Rodrigues¹, Otavio J. G. Abi-Saab², Marco A. Gandolfo¹,
Rone B. de Oliveira¹ & Marcio M. Hasegawa¹

¹ Centro de Ciências Agrárias/Universidade Estadual do Norte do Paraná. Bandeirantes, PR. E-mail: ebdriguez@uenp.edu.br (Autor correspondente); gandolfo@uenp.edu.br; rone@uenp.edu.br; hasegawa@uenp.edu.br

² Centro de Ciências Agrárias/Universidade Estadual de Londrina. Londrina, PR. E-mail: abisaab@uel.br

Palavras-chave:

herbicida
pontas de pulverização
tecnologia de aplicação
pulverizadores costais

RESUMO

Objetivou-se, neste trabalho, comparar o risco potencial de deriva provocada por três equipamentos que utilizam diferentes taxas de aplicação do herbicida glyphosate. Os equipamentos avaliados foram: pulverizador costal de acionamento manual, pulverizador costal pressurizado e um pulverizador de micronização centrífuga acionado eletricamente. Os equipamentos foram testados com as pontas de pulverização AXI 110015 e AXI 11003. O risco potencial de deriva foi avaliado em túnel de vento com coletas nas distâncias de 5, 10 e 15 m em relação ao local de pulverização e nas alturas de 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1,0 m em referência ao túnel de vento. O pulverizador de micronização centrífuga acionado eletricamente apresentou risco de deriva inferior aos demais equipamentos; a mesma ponta de pulverização, AXI 110015, avaliada em túnel de vento, pode oferecer risco de deriva diferente quando utilizada em pulverizadores costais de acionamento manual e pressurizado.

Key words:

herbicide
spraying nozzles
application technology
backpack sprayers

Drift of glyphosate application using backpack sprayers

ABSTRACT

The aim of this research was to compare the potential risk of drift caused by three backpack sprayer in the application of glyphosate herbicide. The sprayers evaluated were: hand-held backpack sprayer, pressurized sprayer and electrically driven centrifugal sprayer. The hand-held backpack sprayer and pressurized sprayer were tested with AXI 110015 and AXI 11003 nozzles. The drift potential was evaluated in the samples collected at 5, 10 and 15 m distances and at 0.2; 0.4; 0.6; 0.8 and 1.0 m height in the tunnel. The electrically driven centrifugal sprayer showed lower drift in relation to other equipment. The same nozzles, AXI 110015, evaluated in the wind tunnel, can offer different drift potential when used in pressurized sprayers and hand-held backpack sprayer.



INTRODUÇÃO

A alta demanda de agrotóxicos nos sistemas agrícolas, aliada ao possível uso inadequado desses produtos, torna a deriva de pulverização um dos maiores problemas da tecnologia de aplicação de agrotóxicos e, provavelmente, um dos gargalos para redução dos impactos ambientais da agricultura brasileira (Oliveira et al., 2013). Já Cunha (2008), afirma que os herbicidas contribuem para a redução de mão de obra e aumento da produção agrícola, proporcionando redução de custos e melhoria da qualidade dos alimentos; esta melhoria na qualidade dos alimentos se refere aos ganhos em peso, tamanho e cor, entre outras, devido principalmente à menor concorrência por luz, água e nutrientes, consequência da eliminação das plantas invasoras pelo uso do herbicida.

A redução dos custos em função do manejo adequado pode resultar em aumento da produção sem, necessariamente, aumentar o uso de agrotóxicos e, como afirma Cunha (2008), é comum se dar muita importância aos agrotóxicos em virtude do seu potencial risco ambiental e notícias de contaminação de animais e seres humanos (Hewitt, 2000; Barcellos et al., 2005; Alister & Kogan, 2006) e pouca à técnica de aplicação empregada que poderá reduzir esses riscos potenciais (Cunha, 2008).

O uso de menores taxas de aplicação aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores diminuindo o risco de perdas por escorrimento. A busca por técnicas de redução de volume de água deverá ser incrementada e nas regiões de grande potencial agrícola com distribuição irregular de água, as técnicas de menor taxa de aplicação deverão ser priorizadas para que não se amplie a falta deste recurso (Gandolfo et al., 2008). É imprescindível que a utilização dos agrotóxicos seja realizada de maneira racional, dentro de um consenso de proteção integrada de plantas buscando, assim, evitar a contaminação do solo, da água e os consequentes danos à saúde humana, animal, seleção de pragas, doenças e plantas daninhas resistentes, neste caso, o controle de biótipos de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistentes ao glyphosate (Melo et al., 2012).

Quando equipamentos de pulverização são avaliados de forma comparada, dentro do conceito amplo de minimizar prováveis danos ambientais, é necessário que, além de estudar a redução da taxa de aplicação e a eficácia na aplicação, se avalie também a possibilidade de deriva provocada pela mudança na geração de espectro de gotas proporcionado por cada equipamento prevenindo-se, então, de prováveis danos que possam vir a ser provocados por ela.

A utilização de técnicas corretas de aplicação pode, efetivamente, reduzir o risco ou a quantidade de deriva produzida nas aplicações de agrotóxicos. A seleção de pontas de pulverização e adjuvantes adequados pode ser uma medida eficiente, pelo uso das gotas pulverizadas de maior tamanho e alterações nas propriedades físicas e químicas na calda de aplicação, indicando haver necessidade de maiores estudos para aplicações mais seguras desta mistura de agrotóxicos e adjuvantes (Costa, 2006).

Este trabalho objetivou comparar, em túnel de vento, o risco potencial de deriva provocada por três equipamentos que utilizam diferentes taxas de aplicação do herbicida glyphosate.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento consistiu da avaliação da deriva coletada em nível de túnel de vento, provocada por três equipamentos pulverização que utilizam diferentes taxas de aplicação do herbicida glyphosate na operação de repasse em cana-de-açúcar. Os três equipamentos avaliados foram: Pulverizador costal de acionamento manual, modelo PJ com capacidade para 20 L fabricado por Máquinas Agrícolas Jacto S/A; pulverizador costal, modelo Tropical 2002 SE, pressurizado com capacidade para 18 L, fabricado por Coagril e um pulverizador de micronização centrífuga acionado eletricamente, com capacidade para 7 L, fabricado por Pulverizadores Geno.

Os tratamentos avaliados no experimento foram: Equipamento de acionamento manual com a ponta AXI 110015 (M015) e ponta AXI 11003 (M030), Equipamento pressurizado com ponta AXI 110015 (P015) e ponta AXI 11003 (P030), Equipamento rotativo gerando gota fina (RF), gota média (RM) e gota grossa (RG), totalizando sete tratamentos. As pontas foram escolhidas em função da aceitabilidade pelo mercado que representam situações reais de uso no campo.

O equipamento centrífugo foi ensaiado com os limitadores de vazão originais da máquina que contém limitador de baixa vazão (pulverização fina), de média vazão (pulverização média) e de alta vazão (pulverização grossa). Foi instalado, para todas as configurações utilizadas no ensaio, acima do motor elétrico que proporciona a micronização centrífuga, o dispositivo de contenção de deriva original da máquina constituído por uma cobertura de polietileno cônica com 0,35 m na sua parte maior, conforme recomendação do fabricante, para reduzir a perda de produto por deriva e preservar o contato do agroquímico com a área tratada pelo equipamento.

Para todos os equipamentos foi realizada uma calibração prévia e estabelecida vazão de calda a ser pulverizada para cada uma das avaliações em 2,2 L visando à padronização do volume. O costal de acionamento manual foi calibrado pela instalação do pulverizador sobre uma bancada em que uma pessoa acionava, de forma constante, a alavanca, que move a bomba hidráulica com um ciclo completo de bombeamento a cada dois segundos, simulando uma aplicação de campo. O líquido pulverizado no tempo de um minuto foi coletado e pesado numa balança eletrônica para estabelecer, pela massa, a vazão correspondente; pela vazão foi determinado o tempo em que a máquina deveria estar em acionamento para pulverizar o volume pretendido.

No caso do costal pressurizado e uma vez tendo sido abastecido com a calda, a pressão de 276 kPa foi obtida com a injeção de ar comprimido fornecido por um compressor de ar com capacidade de 60 L e pressão de 850 kPa; a pressão foi mantida próxima da pretendida pela reinjeção de ar comprimido até o valor máximo, sempre que ela ultrapassava o limite inferior de 262 kPa. O equipamento centrífugo foi instalado dentro do túnel na altura de 1,6 m, em relação ao piso do túnel, na parede lateral ao ponto de pulverização, antes de todos os testes para que sua interferência no deslocamento e turbulência do ar atuasse igualmente para todos os tratamentos.

A vazão do pulverizador centrífugo era muito baixa em comparação com os demais requerendo um tempo de coleta muito superior, o que inviabilizaria o ensaio pela extrema

variação das condições de temperatura ambiente e umidade relativa durante o período. Já que o tempo requerido superaria sete horas de trabalho, o tempo total de pulverização necessário para o sistema rotativo foi reduzido a 1/5 sendo os valores de deriva coletada multiplicados por 5 para que a coleta correspondesse à provável deriva para o volume determinado.

Adicionou-se, para todos os tratamentos, uma dose equivalente a 2,0 L ha⁻¹ de produto comercial do herbicida glyphosate (Roundup Original®). Para estabelecer a quantidade de glyphosate para cada tratamento foi determinada primeiro a velocidade de caminamento de uma pessoa realizando a aplicação o que correspondeu em média de 5 repetições a 0,8 m s⁻¹. A partir desta velocidade e da largura operacional teórica dos equipamentos de 0,5 m, equivalente a um pulverizador com apenas um bico, foi calculada a área que seria aplicada com o volume de líquido correspondente aos 2,2 L necessários para a avaliação no túnel de vento.

As determinações de deriva foram executadas em túnel de vento de circuito aberto, construído em alvenaria com seção quadrada de 2 m e comprimento de 20 m. A ventilação foi impulsionada por um ventilador axial de dupla hélice com 0,9 m de diâmetro, acionado pela TDP de um trator de 103 kW de potência no motor.

As coletas da deriva foram nas distâncias de 5, 10 e 15 m em relação aos equipamentos avaliados e nas alturas de 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1,0 m quanto ao piso do túnel. Foram usados coletores constituídos por fios de polietileno de 2,0 mm de diâmetro e 0,3 m de comprimento, fixados em suportes metálicos de formato retangular e posicionados transversalmente ao fluxo de ar (Oliveira et al., 2013).

Os suportes metálicos foram fixados em gavetas verticais vazadas que deslizavam sobre trilhos e permitiam o acesso aos suportes dos fios de nylon pela parte externa do túnel evitando a entrada de pessoas no seu interior. Essas gavetas vedavam, quando fechadas, a saída do fluxo de ar na parede interna do túnel minimizando a turbulência. A velocidade do vento utilizada para os ensaios foi de 2,0 m s⁻¹, sendo aferida antes da aplicação de cada tratamento, na distância de cinco metros do local de pulverização e na altura de 1 m em referência ao piso do túnel. As aferições da velocidade foram realizadas por um anemômetro de ventoinha, modelo A892160, fabricado por EXTECH; também foram efetuadas leituras da temperatura e umidade relativa do ar, no mesmo local de instalação do anemômetro, por um termo higrômetro digital, marca Minipa modelo MT-241 com precisão de 0,1 °C de temperatura e 1% de umidade relativa do ar.

A Tabela 1 mostra o tempo de pulverização para cada tratamento, a área que seria tratada com o volume de 2,2 L

de calda e a quantidade de produto comercial contendo o glyphosate, adicionada à calda utilizada nos ensaios.

Após as pulverizações aguardava-se um período de 30 s para que o líquido em contato com os fios secasse completamente; esses fios foram colocados individualmente em tubos de PVC de 0,5 m de comprimento com 50 mL de água deionizada para lavagem, identificados de acordo com o tratamento, distância e altura de coleta.

Para a quantificação da deriva do líquido pulverizado utilizou-se o método de análise da determinação da condutância elétrica do traçador NaCl, na concentração de 10% em massa por volume, através da solução de lavagem dos fios coletores, conforme a metodologia utilizada por Abi Saab (1996).

A agitação dos tubos foi manual, pelo tempo de 10 s; após este procedimento a água da lavagem de cada tubo foi colocada em um copo descartável de 100 mL com a mesma identificação do tubo de PVC cujos eletrodos do condutivímetro digital, modelo CD 203 da marca PHTEK com precisão de 1,0 µS e escala máxima de 1999 µS, foram mergulhados para fazer a determinação da condutância elétrica; também foi realizada a medição da condutância elétrica de várias concentrações de NaCl em água deionizada estabelecendo uma relação direta entre a quantidade de sal e a sua condutância elétrica, para obtenção da curva padrão ($y = ax + b$).

Os valores de condutância obtidos na água de lavagem dos fios foram submetidos à equação da curva padrão para determinação da quantidade de NaCl em cada amostra; a partir da quantidade total de NaCl pulverizada nos ensaios se estabeleceu uma relação percentual entre a quantidade pulverizada e a coletada em cada fio.

Ainda foram realizadas avaliações de condutância elétrica em dez tubos com dez fios sem uso, para correção da condutância presente no próprio alvo, tal como a condutividade elétrica das caldas diluídas em água deionizada, para assegurar que todas eram semelhantes neste parâmetro; durante a realização do ensaio a umidade relativa variou de 49 a 56% e a temperatura de 24,4 a 27,8 °C.

As pulverizações foram realizadas em quatro repetições totalizando 420 leituras e os dados foram analisados com auxílio da estatística descritiva exploratória sendo a comparação entre os tratamentos realizada pelo Intervalo de Confiança com 95% de confiança (IC95%) e a média total de deriva entre os equipamentos pelo teste de Newman-Keuls ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes aos dados da deriva coletada a 5, 10 e a 15 m de distância dentro do túnel de vento estão

Tabela 1. Tempo de pulverização, área que seria tratada com o volume de 2,2 L e a quantidade de glyphosate adicionado à calda, para cada tratamento

Tratamento	Tempo de pulverização (s)	Área aplicada (m ²)	Quantidade de Glyphosate (cm ³)
P015 - Pressurizado (AXI110015)	171	68,4	27,36
P030 - Pressurizado (AXI11003)	131	52,4	20,96
M015 - Costal manual (AXI110015)	142	56,8	22,72
M030 - Costal manual (AXI11003)	60	24,0	96,00
RF - Rotativo com gotas finas	330	660,0	264,00
RM - Rotativo com gotas médias	94	188,0	75,20
RG - Rotativo com gotas grossas	62	124,0	49,60

apresentados na Figura 1, na qual cada ponto indica a média calculada da percentagem de deriva e suas extensões, a máxima e a mínima encontradas em cada tratamento; a coincidência de pontos ou suas extensões entre as linhas representa a não existência de diferença entre as médias no Intervalo de Confiança a 95%.

Os tratamentos que utilizaram a ponta AXI 110015, equipamentos P 015 e M 015, apresentaram risco de deriva superior aos demais, com diferença significativa aos 5, 10 e 15 m de distância dos pontos de coleta e os tratamentos efetuados com o micronizador rotativo: RF; RM e RG não diferiram entre si apresentando menores riscos de deriva (Figura 1). Em seus estudos, Rodrigues et al. (2011) concluíram, avaliando a deposição e a taxa de aplicação do herbicida glyphosate, com os mesmos equipamentos, pontas e taxas de aplicação, que a menor taxa de aplicação ($8,8 \text{ L ha}^{-1}$, tratamento RF), apresentou eficiência de controle igual à apresentada pelo tratamento com maior taxa de aplicação (M 030, 467 L ha^{-1}), o que demonstra a possibilidade de se trabalhar com menores taxas de aplicação sem perda de eficiência e com menor risco de deriva.

Oliveira et al. (2010) concluíram, avaliando diferentes diâmetros de gota e equipamentos de aplicação: dois equipamentos (bico rotativo e bico hidráulico); dois volumes de calda (17 e 50 L ha^{-1} para o bico rotativo, e 50 e 100 L ha^{-1} para o bico hidráulico) e duas dosagens do inseticida endossulfan ($0,5$ e $1,0 \text{ L p.c. ha}^{-1}$) concluíram que o volume pode ser reduzido para até 17 L ha^{-1} , sem prejudicar o controle de *P. includens* e afirmam que bico rotativo produziu gotas de maior uniformidade ($AR = 0,52$) e com menor percentagem suscetível à deriva ($3,3\%$), comparada à ponta de pulverização de energia hidráulica ($AR = 1,34$ e $\% \text{ gotas} \leq 100 \mu\text{m} = 15,2\%$). Esses resultados são compatíveis com os encontrados neste trabalho e, ao mesmo tempo, reforçam a necessidade e importância de maiores estudos que possibilitem a divulgação e uso a campo, com o objetivo principal de redução do uso da água como veículo sem prejuízo da qualidade da aplicação além da possibilidade de aumento da capacidade do operador em consequência do menor desgaste físico proporcionado pelo menor peso.

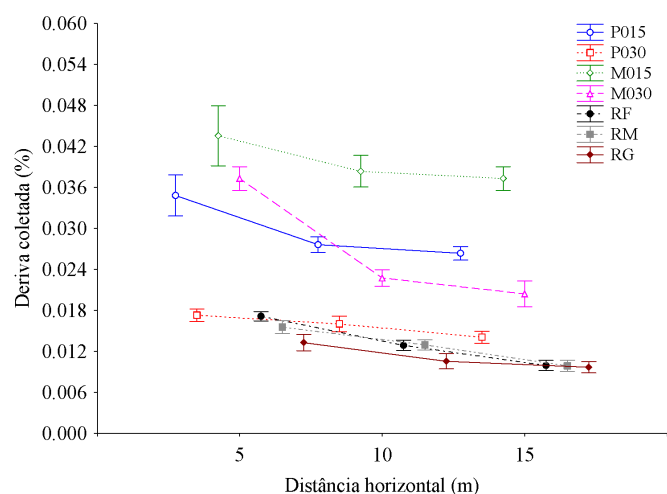


Figura 1. Deriva (médias \pm IC_{95%}) das pulverizações realizadas pelos diferentes equipamentos em função da distância horizontal de coleta dentro do túnel de vento

Na Figura 2 são apresentados os dados de deriva obtidos em distâncias verticais de 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 e 1,0 m.

Os equipamentos com as pontas AXI 110015, tanto o de acionamento manual como o pressurizado, proporcionaram maior percentual de deriva seguidos do equipamento de acionamento manual equipado com pontas AXI 11003 que, apesar de produzir gotas maiores, não diferiram do pressurizado com pontas AXI 110015 indicando, de forma prática, a dificuldade de manter a pressão exigida utilizando o equipamento de acionamento manual (Figura 2).

Os tratamentos efetuados com micronizador rotativo não apresentaram diferença significativa entre si, porém apresentaram o menor risco de deriva nas distâncias verticais analisadas (Figura 2).

Observa-se que com os equipamentos a 5 m de distância dos pontos de coleta, o P015, tal como o M015, também apresentou resultados semelhantes a 0,2; 0,4 e 0,6 m de altura indicando que ambos possuem o mesmo percentual de deriva, risco este superior ao dos outros equipamentos na mesma situação. O pulverizador P030 apresentou desempenho esperado em todas as coletas o que demonstra sua regularidade na produção de gotas homogêneas, o que pode ser explicado pela pressão constante aplicada e pelo resultado, que não se repetiu com o equipamento M030 o qual, embora utilizando a mesma ponta, apresentou comportamento irregular, diferente do previsto, provavelmente pelo fato de que seu acionamento manual dificulta a manutenção da pressão necessária para produzir gotas de maior diâmetro (Figura 2).

O equipamento costal manual apresentou resultados esperados quando se compara o M 030 com o M 015. O comportamento desejado era maior risco de deriva quando da utilização do M 015 pelas características da ponta em produzir gotas menores; isto foi o que ocorreu com o M 015 apresentando maior risco de deriva porém a inexistência de diferença significativa com o P015 corroborando com a hipótese de que existe uma dificuldade técnica em se manter a pressão ideal constante com o equipamento de acionamento manual. Cunha (2008) concluiu, utilizando sistema computacional "Driftsim" para simular o efeito dos

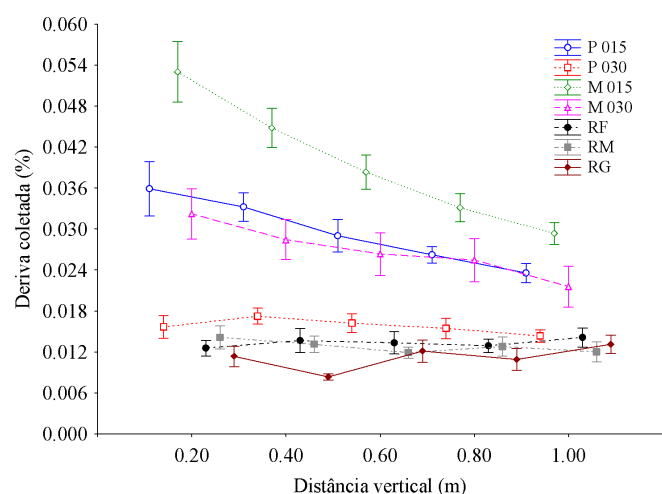
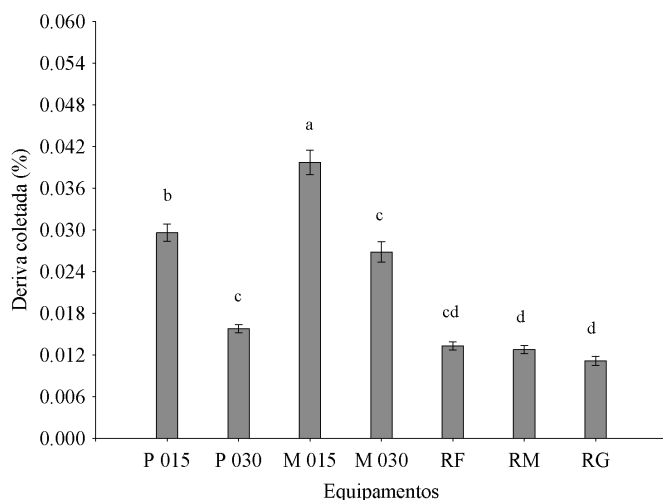


Figura 2. Deriva (médias \pm IC_{95%}) das pulverizações realizadas pelos diferentes equipamentos em função da distância vertical de coleta dentro do túnel de vento

métodos de aplicação (aplicação convencional, aplicação aérea e quimigação) e da velocidade do vento (1; 3 e 5 m s⁻¹) na distância de deriva das gotas geradas, que durante as simulações o tamanho das gotas e a velocidade do vento foram os fatores que mais influenciaram a distância de deriva. Como a velocidade do vento neste trabalho foi aferida antes de cada tratamento e se manteve em 2 m s⁻¹, reforça-se a explicação para o comportamento do equipamento costal de acionamento manual como sendo a falta de regularidade na geração da pressão ideal. Já com o equipamento rotativo o risco de deriva apresentado pelos equipamentos RF; RM e RG não diferiu entre si. O desempenho do equipamento rotativo pode ser explicado pela presença do dispositivo de contenção de deriva que compõe o aparelho e o do P 030 pela produção de gotas de maior diâmetro (Cunha et al., 2005).

A média da soma total de deriva em todas as distâncias horizontais e verticais proporcionada pelos diferentes equipamentos está apresentada na Figura 3.

As pontas utilizadas nos tratamentos P 015 e M 015; P 030 e M 030 foram as mesmas ocorrendo diferença de comportamento entre o P 015 e o M 015, tratamento este que apresentou maior risco de deriva diferenciando-se dos demais sendo que, quando munidos da ponta AXI 11003, apresentaram resultados semelhantes não diferindo entre si, seguidos do tratamento RF. Esses resultados de maior deriva para as pontas hidráulicas indicam a grande desuniformidade na formação do espectro das gotas em pulverizações com pontas hidráulicas. A semelhança de deriva das pontas P 030 e M030 com a característica do RF em gerar um percentual maior de gotas finas e muito finas, consideradas gotas satélites que, provavelmente, são carregadas pelo vento e facilmente coletadas em estudos de deriva, proporcionam maior risco de deriva em comparação com RM e RG que geram espectro de gotas médias e grossas, respectivamente. Em pontas que apresentam gotas finas e com tendência de gotas muito finas observa-se correlação positiva com a deriva, ou seja, na medida em que aumenta a formação de gotas muito finas aumenta o risco potencial de deriva também indica que técnicas, como a



Letras iguais não apresentam diferença significativa pelo teste de Newman-Keuls a 5% de probabilidade

Figura 3. Deriva coletada (médias \pm IC_{95%}) das pulverizações realizadas com os diferentes tipos de equipamentos

escolha correta da ponta, reduzem a formação de gotas muito finas passíveis de proporcionar menores riscos de deriva (Lan et al., 2008; Oliveira et al., 2015). As gotas finas e muito finas são facilmente carregadas pelo vento sofrendo mais intensamente a ação dos fenômenos climáticos (Zande et al. 2008).

Os tratamentos RM e RG diferiram estatisticamente dos demais e não apresentaram diferença significativa do tratamento RF apresentando o menor risco de deriva; este resultado demonstra que o sistema rotativo produz um espectro de gotas mais uniforme reduzindo a formação de gotas muito finas o que contribuiu para o menor risco de deriva.

Diferentemente do encontrado a distância de 5 m, quando a coleta se deu a 1,0 m de altura, o tratamento RG apresentou diferença significativa dos outros tratamentos a 0,8 e 1,0 m de altura a 10 m quando apresentou o menor risco de percentual de deriva.

CONCLUSÕES

1. O pulverizador de micronização centrífuga acionado eletricamente proporciona menor risco de deriva em comparação com o manual e o pressurizado.
2. A mesma ponta de pulverização, AXI 110015, avaliada em túnel de vento, pode oferecer risco de deriva diferente quando utilizada em pulverizadores costais de acionamento manual e pressurizado.

AGRADECIMENTOS

À equipe do Núcleo de Investigação em Tecnologia de Aplicação de Agroquímicos e Máquinas Agrícolas (NITEC), Campus Luiz Meneghel da UENP pela concessão da estrutura para elaboração da pesquisa à UEL, à Fundação Araucária-PR e à Usina de cana-de-açúcar-USIBAN, pelo suporte.

LITERATURA CITADA

- Abi Saab, O. J. G. Avaliação de um sistema de aplicação de defensivos utilizado em videiras no Município de Londrina - PR. Botucatu: UNESP/FCA. 1996. 65p. Dissertação Mestrado
- Alister, C.; Kogan, M. Environmental risk index. A simple proposal to select agrochemicals for agricultural use. *Crop Protection*, v.25, p.202-211, 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2005.04.006>
- Barcellos, L. C.; Almeida, R. A.; Leão, P. G. F.; Santos, V. R. V.; Czepak, C.; Fernandes, P. M. Desempenho do bico hidráulico boomjet 5880-3/4-2toc20 em aplicações de herbicida sobre urochloa decumbens (STAPF) R. Webster1. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.35, p.199-205, 2005.
- Costa, A. G. F. Determinação da deriva da mistura 2,4-d e glyphosate com diferentes pontas de pulverização e adjuvantes. 2006. 94p. Botucatu: UNESP/FCA. Tese Doutorado
- Cunha, J. P. A. R. Simulação da deriva de agrotóxicos em diferentes condições de pulverização. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, p.1616-1621, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542008000500039>

- Cunha, J. P. A. R.; Teixeira, M. M.; Vieira, R. F.; Fernandes, H. C. Deposição e deriva de calda fungicida aplicada em feijoeiro, em função de bico de pulverização e de volume de calda. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, p.133-138, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662005000100021>
- Gandolfo, M. A.; Sauer, A. V.; Jesus, F. T. de; Afonso, M. Demanda de água atual e futura nas aplicações de agroquímicos. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste, 1, 2008, Cuiabá. Resumos...Cuiabá, 2008. CD Rom
- Hewitt, A. J. Spray drift: Impact of the requirements to protect the environment. *Crop Protection*, v.19, p.623-627, 2000. [http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194\(00\)00082-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00082-X)
- Lan, Y.; Hoffmann, W. C.; Fritz, B. K.; Martin, D. E.; Lopez, J. D.; Spray drift mitigation with spray mix adjuvants. *Applied Engineering in Agriculture*, v.24, p.5-10, 2008. <http://dx.doi.org/10.13031/2013.24157>
- Melo, M. S. C.; Rosa, L. E.; Brunharo, C. A. C. G.; Nicolai, M.; Christoffoleti. Alternativas para o controle do capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.11, p.195-203, 2012. <http://dx.doi.org/10.7824/rbh.v11i2.145>
- Oliveira, J. R. G.; Ferreira, M. C.; Román, R. A. A. Diferentes diâmetros de gotas e equipamentos para aplicação de inseticida no controle de *pseudoplusia includens*. *Engenharia Agrícola*, v.30, p.92-99, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162010000100010>
- Oliveira, R. B.; Antuniassi, U. R.; Gandolfo, M. A. Spray adjuvant characteristics affecting agricultural spraying drift. *Engenharia Agrícola*, v.35, p.109-116, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agríc.v35n1p109-116/2015>
- Oliveira, R. B.; Antuniassi, U. R.; Mota, A. A. B.; Chechetto, R. G. Potential of adjuvants to reduce drift in agricultural spraying. *Engenharia Agrícola*, v.34, p.986-992, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162013000500010>
- Rodrigues, E. B.; Abi Saab, O. J. G.; Gandolfo, M. A. Cana de açúcar: Avaliação da taxa de aplicação e deposição do herbicida glifosato. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p.90-95, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011000100013>
- Zande, J. C. van de; Holterman, H. J.; Wenneker, M. Nozzle classification for drift reduction in orchard spraying: identification of drift reduction class threshold nozzles. *Agricultural Engineering International*, v.10, p.1-12, 2008.