



Monitoramento da deriva em aplicações de herbicidas em cana-de-açúcar

Caio Antonio Carbonari

Professor Doutor,

Universidade Estadual Paulista – Unesp, Faculdade de Ciências Agrônomicas – FCA

Edivaldo Domingues Velini

Professor Doutor,

Universidade Estadual Paulista – Unesp, Faculdade de Ciências Agrônomicas – FCA

Resumo

A deriva é um dos principais fatores que determinam a eficácia e o risco de contaminação ambiental dos herbicidas e apesar disso, são poucos os trabalhos realizados com o objetivo de desenvolver metodologias precisas para o monitoramento e quantificação da mesma. Assim, foi realizado um trabalho com o objetivo de desenvolver metodologias e quantificar a deriva em aplicações de herbicidas de ação em pré-emergência em áreas cultivadas com cana-de-açúcar. Foram realizadas amostragens em oito aplicações comerciais de herbicidas em diferentes locais do estado de São Paulo. De maneira geral, quando se analisa o conjunto dos dados observa-se um valor médio de deriva de 17,93% e a máxima condição de deriva foi de 38,65%, o que indica perdas bastante significativas pela ocorrência de deriva durante as aplicações de herbicidas em cana-de-açúcar. Também foram avaliadas tecnologias como o uso de adjuvantes e estabilizadores da barra de aplicação para a redução da deriva nas aplicações de herbicidas, as quais apresentaram uma redução considerável na deposição dos herbicidas e conseqüentemente demonstraram eficiência na redução da deriva.

Introdução

A deriva em aplicações de defensivos agrícolas pode ser considerada como um dos maiores problemas da agricultura atualmente, tendo em vista o grande aumento no consumo e dependência desses produtos para a proteção das culturas agrícolas. Desta forma, altos níveis de perdas durante a aplicação de um defensivo agrícola implicam em uma menor eficácia biológica e um maior risco ambiental.

Quando se aplica determinado herbicida, busca-se colocar a quantidade certa de ingrediente ativo no alvo desejado, com máxima eficiência e

de maneira mais econômica possível, com o mínimo de prejuízos ao meio ambiente (Durigan, 1989). A deriva é definida como parte da pulverização agrícola que é carregada para fora da área-alvo, pela ação do vento (Miller, 1993) ou pela volatilização do produto. A ocorrência da deriva em aplicações de herbicidas pode causar danos ao atingir cultivos vizinhos e/ou alvos indesejáveis, intoxicações ao homem e animais, além de conseqüências ao ambiente. Na cultura da cana-de-açúcar o controle de plantas daninhas deve ser realizado por extensos períodos em função do ciclo longo da cultura, o que requer aumentos muito significativos nas doses dos produtos para compensar as perdas observadas e garantir um controle efetivo das mesmas.

Entre os fatores que interferem na ocorrência da deriva podem ser mencionadas as características do herbicida (características físico-químicas e formulação), o tipo de equipamento, a calibração, o tipo e o espaçamento entre as pontas de pulverização, as técnicas de aplicação, as condições meteorológicas e a habilidade do operador (Costa et al., 2007; Cunha et al., 2003; Penckowski et al., 2003; Viana et al., 2007). De acordo com as condições ambientais, é preciso conhecer o espectro das gotas pulverizadas, de forma a adequar o seu tamanho, garantindo, ao mesmo tempo, eficácia biológica e segurança ambiental (Cunha et al., 2003). O tamanho de gotas produzidas por um bico de pulverização depende de vários fatores, dentre os quais se destacam as propriedades do líquido pulverizado e o tipo de ponta.

A detecção da deriva dos herbicidas tem grande importância, para minimizar os prejuízos sociais, ambientais e econômicos. Em geral a ineficácia dos herbicidas é atribuída a erros na recomendação e posicionamento dos mesmos. No entanto, poucas vezes a tecnologia empregada na aplica-

ção e as perdas por deriva são consideradas.

As tecnologias utilizadas nas aplicações de herbicidas e as condições climáticas têm sido frequentemente citadas quando se discutem medidas para minimizar os riscos de deriva, porém, poucas metodologias têm sido desenvolvidas para quantificar a perda de herbicidas e muitas vezes são empregados métodos inadequados para a avaliação das perdas por deriva no momento da aplicação. Nesse sentido, serão apresentadas a seguir, metodologias desenvolvidas para o monitoramento das perdas por deriva e algumas tecnologias avaliadas para a racionalização das aplicações de herbicidas e redução da deriva na cultura da cana-de-açúcar.

Monitoramento da deriva em aplicações de herbicidas em cana-de-açúcar

O correto monitoramento da deriva tem grande importância na detecção dos riscos da mesma e na adoção e avaliação de tecnologias para reduzi-la. No entanto, há a necessidade da utilização de métodos corretos para tal finalidade, com alvos que permitam detectar com precisão principalmente a quantidade do herbicida que atinge o alvo e permitir a realização do balanço de massas (quantidade do herbicida depositada no alvo e fora da área) e traçadores que representem o comportamento dos diferentes herbicidas, o que nem sempre é possível, exceto quando se quantifica o próprio herbicida aplicado.

Desta forma foi realizado um trabalho para o desenvolvimento e validação da metodologia de quantificação das perdas por deriva e da uniformidade de distribuição dos herbicidas na área tratada, por meio da distribuição de alvos planos no nível do solo. A metodologia desenvolvida promoveu a quantificação dos depósitos dos herbicidas, em no mínimo 80 pontos (repetições) na área onde a aplicação foi realizada, com a quantificação dos ingredientes ativos dos produtos (sem o uso de traçadores), o que de fato, por diferença, quantifica com muita precisão a fração da aplicação que não se depositou na área alvo, nesse caso, o solo.

Após o ajuste da metodologia foram realizadas amostragens em oito aplicações comerciais de herbicidas em pré-emergência (diferentes produtos e associações de herbicidas) em áreas de cultivo de cana-de-açúcar em diferentes locais no estado de São Paulo. Os alvos planos foram confeccionados em vidro, com dimensões de 20 cm x 10 cm (área útil de 200 cm²). Para todas as amostragens foram adotados procedimentos pa-

dronizados, nos quais foram inspecionadas e levantadas todas as características dos pulverizadores, condições operacionais, preparo da calda e condições climáticas durante a aplicação. Estas características operacionais e climáticas estão apresentadas na tabela 1, que resume as principais condições observadas para cada uma das aplicações.

O preparo da calda foi realizado conforme o padrão das aplicações comerciais e os produtos utilizados de acordo com as recomendações de cada usina para cada uma das áreas. Momentos antes de cada aplicação, a área a ser avaliada foi preparada distribuindo-se os alvos aleatoriamente nas entrelinhas e linha da cultura, na superfície do solo de forma que estes estivessem completamente expostos à pulverização. Em seguida realizou-se a aplicação, com pulverização em área total em todas as situações avaliadas. Os alvos permaneceram no campo por 10 minutos após todas as aplicações aguardando a secagem para que não ocorresse escorrimento ou contaminação das amostras. Após esse período os alvos foram recolhidos cuidadosamente e acondicionados isoladamente em recipientes plásticos.

Após os procedimentos de campo, os alvos foram levados ao Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp, campus de Botucatu/SP, onde foi realizada a extração e a quantificação dos produtos aplicados (depósitos). Em seguida as amostras foram preparadas para quantificação dos ingredientes ativos dos herbicidas em um cromatógrafo líquido de alta eficiência acoplado a um Espectrômetro de massas (LC/MS/MS) (figura 1).

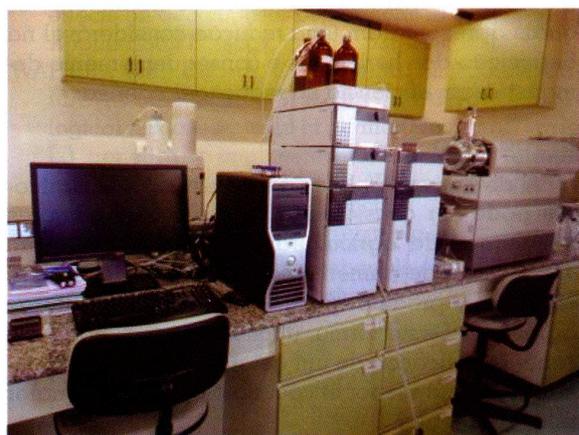


Figura 1. Cromatógrafo Líquido acoplado ao espectrômetro de massas (3200 Q TRAP) utilizado nas análises dos herbicidas.

Tabela 1. Resumo das principais características operacionais e climáticas de cada aplicação avaliada.

Áreas	Pontas	Esp. Bicos (m)	Altura Barra (m)	Pressão (psi)	Veloc. (km/h)	Vol. (L/ha)	Temp. (° C)	UR (%)	Ventos (km/h)
1	ADIA11003	0,40	0,70	4,27	8,5	250	22,7	51	7,5
2	ADIA11002	0,25	0,45	2,41	8,5	200	29,4	48	7,5
3	ADIA11003	0,40	0,50	2,76	8,5	200	21,7	88	6,5
4	ADIA11004	0,50	0,50	3,79	8,5	250	31,8	32	5,3
5	ADIA11002	0,25	0,50	1,86	6,0	250	24,1	38	13,0
6	ADIA110025	0,50	0,50	7,52	8,5	220	38,1	13	7,8
7	ADIA11003	0,35	0,45	2,14	8,5	200	31,7	28	8,5
8	ADIA11003	0,40	0,50	4,27	8,5	250	21,2	70	9,5

Na tabela 2 estão apresentados os resultados da deposição mínima, média e máxima e os valores de deriva, em porcentagem da deposição esperada, das oito aplicações monitoradas. Observa-se que as aplicações 1, 6 e 8 foram as que apresentaram as maiores perdas pela deriva. Para a primeira área, estes valores elevados de deriva podem estar associados à maior altura da barra (0,7m) dentre todas as demais. Outro aspecto importante é a pressão real calculada com base no tipo e número de pontas e na vazão, que nesta ocasião foi de aproximadamente 4,27 bar. A área seis apresentou algumas particularidades que devem estar diretamente associadas ao alto índice de deriva, sendo esta, a aplicação onde foram observadas a maior temperatura e menor umidade relativa do ar, o que promoveu uma redução bastante significativa no volume da calda que atingiu o alvo. Nesta ocasião é observada uma pressão real calculada de 7,52 bar.

Para a área sete, apesar da deriva observada ter sido bastante significativa, não foram verificadas condições climáticas e/ou operacionais desfavoráveis, exceto a pressão que foi alta em relação às demais aplicações. Para todas as aplicações são observadas variações bastante significativas entre o valor mínimo e máximo de depósito em cada um dos alvos, indicando uma desuniformidade de aplicação na área total. Além da deriva, em aplicações com barra de pulverização, a deposição do produto é extremamente variável devido aos movimentos verticais e horizontais da mesma. Essas variações nos depósitos pontuais durante a aplicação de defensivos agrícolas é bastante prejudicial para o desempenho dos produtos, uma vez que acabam ocorrendo subdosagens, bem como altas dosagens dos produtos em alguns pontos da área aplicada.

De maneira geral, quando se analisa o conjunto dos dados (todas as aplicações), observa-se um valor médio de deriva de 17,93% e a máxima con-

dição de deriva foi de 38,65%, o que indica perdas bastante significativas pela ocorrência de deriva durante as aplicações de herbicidas direcionados ao solo em cana-de-açúcar.

Tabela 2. Deposição mínima, média e máxima e valores de deriva, em porcentagem da deposição esperada, encontrados em todas as aplicações.

Aplicações	% da deposição esperada			
	Deposição máxima	Deposição média	Deriva	Deposição mínima
1	97,64	72,79	27,21	47,03
2	141,06	82,16	17,84	43,71
3	118,34	87,19	12,81	29,50
4	115,05	86,61	13,39	66,40
5	101,07	83,24	16,76	42,21
6	77,93	63,78	36,22	50,29
7	144,66	97,28	2,72	32,79
8	91,73	61,35	38,65	29,24
Mínimo	77,93	63,78	2,72	29,50
Média	113,18	82,07	17,93	47,09
Máxima	144,66	97,28	38,65	66,40

Avaliação de tecnologias para a redução da deriva

Após a avaliação da deriva em diferentes aplicações foram realizadas avaliações de tecnologias com potencial de redução da deriva e das variações nos depósitos pontuais. Foram avaliadas três diferentes pontas de pulverização (ADIA11002, TTI03, FL6.5) em condições climáticas bastante semelhantes e nas mesmas condições operacionais (distância entre bicos, velocidade, altura de barra, volume de calda). Foram observadas menores perdas por deriva para as pontas de pulverização ADIA11002 e TTI03, porém a ponta TTI03 apresentou uma menor variação de distribuição pontual dos herbicidas na área, ou seja, promoveu uma aplicação mais uniforme na área alvo.

Também foi avaliado o uso de adjuvantes com características para a redução da deriva. Foram monitoradas aplicações, sempre nas mesmas condições operacionais e climáticas, com e sem o uso do adjuvante (Agridex) utilizando-se a metodologia anteriormente descrita. Na figura 2 estão apresentados os ganhos, em porcentagem, dos depósitos para diferentes aplicações com diferentes herbicidas em relação aos depósitos da aplicação sem adjuvante (padrão adotado neste caso). Desta forma, quando se compara as médias dos depósitos de todos os pontos avaliados observam-se maiores depósitos para as aplicações com o uso do adjuvante (Figura 2). Observou-se que o adjuvante foi pouco eficiente em aumentar a uniformidade da aplicação, mas apresentou grande eficiência em reduzir a deriva, com depósitos médios bastante superiores, até 25% maiores do que na aplicação padrão (sem o uso de adjuvante).

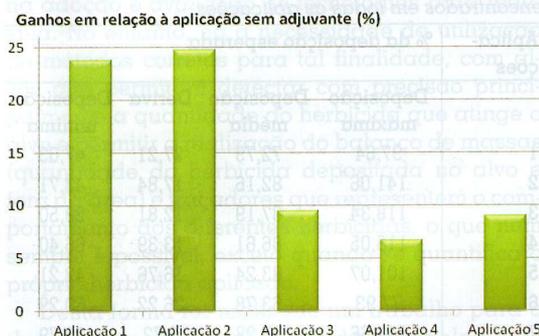


Figura 2. Porcentagens de aumento médio dos depósitos para as aplicações com o adjuvante em relação as aplicações nas mesmas condições (operacionais e climáticas) sem adjuvante

Além do uso de adjuvantes foram realizadas quantificações das perdas por deriva e variações nos depósitos em aplicações com pulverizadores com e sem o uso de estabilizadores de barra para avaliar o potencial dos mesmos na redução da deriva. Foram observadas pequenas variações em relação às perdas por deriva. No entanto, conforme se verifica na figura 3, onde estão representadas as curvas comparativas da uniformidade na aplicação sem e com estabilizador de barra e bicos espaçados, que houve uma maior uniformidade na aplicação com o pulverizador com estabilizador de barra, com menores variações entre os depósitos mínimos e máximos. Tal fato demonstra que esta é uma variável muito importante e altamente eficiente em reduzir as variações nos depósitos pontuais dentro da área de aplicação.

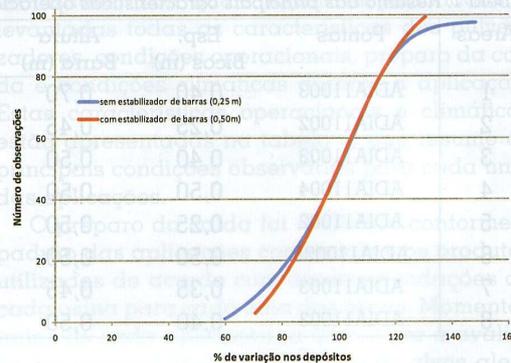


Figura 3. Variações nos depósitos (%) para as aplicações com e sem estabilizador de barra (Dados ajustados)

Conclusões

As aplicações monitoradas apresentaram níveis de deriva bastante variáveis, entre 2,72 e 38,65%, sendo os maiores níveis de deriva associados sempre a variáveis operacionais e/ou climáticas no momento das aplicações comerciais. A escolha adequada da ponta de pulverização pode auxiliar na redução da deriva e uniformização da aplicação. O uso de adjuvante com composição específica pode contribuir de forma significativa para a redução da deriva e o uso de estabilizadores na barra de aplicação promove ganhos na qualidade da aplicação dos herbicidas em cana-de-açúcar.

Agradecimentos

Agradecimento às empresas Agroanalítica e Consultagro pela parceria e valiosas contribuições no desenvolvimento do trabalho.

Referências bibliográficas

- COSTA, A. G. F.; VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E.; CARBONARI, C. A.; ROSSI, C. V. S.; CORRÊA, M. R.; SILVA, F. M. L. Efeito da intensidade do vento, da pressão e de pontas de pulverização na deriva de aplicações de herbicidas em pré-emergência. *Planta Daninha*, v. 25, n. 1, p. 203-210, 2007.
- CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; COURY, J. R.; FERREIRA, L. R. Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. *Planta Daninha*, v. 21, n. 2, p. 325-332, 2003.
- DURIGAN, J. C. Comportamento de herbicidas no ambiente. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 1989, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SBS/ABRACAVE/SIF, 1989.
- 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.
- PENCZOWSKI, L. H.; PODOLAN, M. J.; LÓPEZOVEJERO, 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.
- VIANA, R. G.; FERREIRA, L. R.; TEIXEIRA, M. M.; CECON, P. R.; FREITAS, F. C. L.; QUIRINO, A. L. S.; SANTOS, M. V. Características técnicas de pontas de pulverização LA-1JC e SR-1. *Planta Daninha*, v. 25, n. 1, p. 211-218, 2007.