

## Manejo

# Pulverização com desempenho e menor impacto ambiental

Ulisses Rocha Antuniassi\*

O tamanho de gotas e o volume de aplicação de produtos na lavoura são fatores básicos que devem ser considerados em primeiro lugar para o planejamento de qualquer aplicação. Outros fatores importantes, como o momento adequado, as condições climáticas, a recomendação do produto e as condições operacionais devem ser considerados em conjunto para que todo o sistema esteja ajustado, visando o máximo desempenho, o mínimo de perdas e o menor impacto ambiental. De maneira geral, produtos com maior ação sistêmica podem ser aplicados com gotas maiores. Isso facilita a adoção de técnicas para a redução de deriva, fator importante na aplicação de



RODRIGO ESTEVAN MUNIZ DE ALMEIDA

*Aplicação de fungicida em milho próximo ao pendoamento, Mineiros, GO: 2008*

dessecantes. Tais técnicas, como as pontas de indução de ar e os adjuvantes anti-deriva, melhoram a segurança ambiental e aumentam a eficiência operacional da aplicação. Se usadas de maneira correta, gotas maiores oferecem bom nível de depósito (quantidade de defensivo nos alvos), apesar de não proporcionar as melhores condições de cobertura.

Para os produtos de contato ou de menor ação sistêmica, o uso de gotas menores e/ou maior volume de calda é necessário, devido à maior dependência com relação à cobertura. Além disso, independentemente do tipo de produto, se o alvo da aplicação inclui a parte interna da massa vegetal ou existe um potencial para a ocorrência de efeito guarda-chuva (plantas maiores protegendo plantas menores da exposição às gotas), é necessária uma boa penetração das gotas, para o que devem ser usadas gotas mais finas.

Volume de calda e tamanho de gotas devem ser decididos de maneira integrada, de acordo com as condições da aplicação e a necessidade de cobertura dos alvos. Em termos genéricos, para melhor cobertura, adotam-se gotas mais finas e/ou volumes maiores; se a aplicação utiliza baixo volume, gotas mais finas devem ser preferidas, para que se consiga boa cobertura e penetração. Se gotas maiores são necessárias para reduzir o risco de deriva, o volume de calda deve ser igualmente aumentado, com objetivo de garantir um nível mínimo de cobertura para o tratamento.

O estudo das características dos alvos deve incluir a análise de outros fatores, como a movimentação das folhas ao vento, o estágio de desenvolvimento das plantas, a cerosidade, a pilosidade, a rugosidade da superfície das folhas e a arquitetura geral da planta. Na diferenciação das plantas como alvos, a posição e o formato das folhas apresentam importância fundamental. Por exemplo, as folhas das monocotiledôneas são geralmente mais estreitas e se posicionam na

vertical, já as folhas das dicotiledôneas são mais largas e permanecem na horizontal. Esses fatores ajudam a definir a retenção das gotas nas folhas e a própria eficiência de penetração dos produtos. Por isso, em muitos casos, a tecnologia de aplicação mais adequada para uma espécie vegetal pode não ser a melhor para outra.

### CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Um parâmetro fundamental para o sucesso do tratamento é a adequação da tecnologia de aplicação às condições climáticas. Para a maioria dos casos, devem ser evitadas aplicações com umidade relativa inferior a 50% e temperatura ambiente maior que 30°C. No caso do vento, o ideal é que as aplicações sejam realizadas com deslocamentos entre 3 e 10 km/h. Ausência de vento também pode ser prejudicial, em razão da possibilidade de ocorrer ar aquecido ascendente, o que dificulta a deposição das gotas pequenas. Esses limites, entretanto, devem ser eventualmente flexibilizados de acordo com a tecnologia de aplicação que será utilizada. Por exemplo, o uso de gotas grossas ou muito grossas pode facilitar o trabalho um pouco além dos limites, sempre com o cuidado para que a aplicação não seja feita em condições muito extremas.

Mesmo dentro desses limites, as características da técnica devem ser consideradas na tomada de decisão. Um exemplo de otimização da escolha do tamanho de gotas em função das condições cli-

máticas (umidade e temperatura, nesse caso) pode ser observado na Tabela 1. O princípio a ser utilizado é o da adoção da gota mais segura, dentro dos limites de cada situação. Assim, se a umidade permite gotas finas ou muito finas mas a temperatura indica que o ideal seria gotas finas ou médias, as maiores devem ser escolhidas por serem mais seguras para tal situação (menor risco de perdas por deriva e evaporação).

É importante ressaltar, entretanto, que, mesmo quando é utilizada uma ponta de pulverização que produz gotas predominantemente grossas, há uma pequena parte do volume aplicado que é formado por gotas finas (sensíveis ao processo de deriva). Isso significa que uma determinada ponta não produz todas as gotas do mesmo tamanho, mas uma faixa de tamanhos de gotas (chamado de espectro da pulverização). Em cada caso, quanto maior a porcentagem de gotas muito finas que fazem parte do espectro, maior o risco de deriva. Esse conceito tem sido utilizado para fundamentar uma nova classificação de pontas, que avalia o seu “risco de deriva”. Essa classificação baseia-se na comparação da porcentagem de redução da deriva entre a ponta avaliada e uma determinada ponta padrão. Nos países onde esse conceito foi implantado (sobretudo na Europa), alguns defensivos passaram a ter recomendação no rótulo da embalagem quanto ao tipo de ponta que deve ser utilizado, em função de seu potencial de redução de deriva.

TABELA 1 | RELAÇÃO ENTRE CONDIÇÕES CLIMÁTICAS E ESCOLHA DO TAMANHO DAS GOTAS

LIMITES CLIMÁTICOS × CLASSES DE GOTAS	MUITO FINAS/FINAS	FINAS/MÉDIAS	MÉDIAS/GROSSAS
Temperatura	abaixo de 25°C	25 a 28°C	28 e 30°C
Umidade relativa	acima de 70%	60% e 70%	50% e 60%

Fonte: Antuniassi et al., 2005

O início da manhã, o final da tarde e a noite são os horários mais adequados para as aplicações em virtude da maior umidade relativa e da menor temperatura. Na prática, é possível e recomendável a utilização de gotas finas nesses horários. Porém, é necessário um monitoramento das condições ambientais com o passar das horas do dia, pois, no caso de haver um aumento considerável da temperatura (com redução da umidade relativa), o padrão de gotas precisa ser mudado (passando-se a usar gotas maiores). Nesse caso, o volume de aplicação deverá também ser aumentado para não haver efeito negativo na cobertura dos alvos.

Chuva e orvalho são fatores climáticos que requerem atenção. No caso da chuva, recomenda-se cuidado na observação do intervalo mínimo entre a aplicação e a ocorrência da precipitação, visando a permitir o tempo para a penetração e a absorção. No caso do orvalho, a presença de água nas folhas pode causar interferência na técnica de aplicação. O risco de um eventual escorrimento está ligado ao uso de surfactantes na calda. Entretanto, existem situações, dependendo da técnica e do tipo de defensivo, em que a ação do orvalho pode ser benéfica, notadamente em função da possibilidade de redistribuição do produto nas folhas e de uma nova hidratação dos depósitos resultantes da evaporação das gotas coletadas pelas folhas. A aplicação noturna pode apresentar vantagens, contudo, essa opção deve considerar a possível existência de limitações técnicas relativas aos próprios defensivos, principalmente quanto à eficiência e à velocidade de absorção/penetração nas situações de ausência de luz ou de baixas temperaturas.

## ADJUVANTES

O uso de adjuvantes tem se tornado muito popular, impondo a necessidade de uma ampla discussão sobre as reais funções desses produtos. A Tabela 2 mostra uma classificação dos principais

**TABELA 2 | CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL E RECOMENDAÇÃO DE USO DE TIPOS DE ADJUVANTES**

CLASSE DE FUNÇÃO (EXEMPLOS DE PRODUTOS)	RECOMENDAÇÃO DE USO
Surfactantes (espalhantes)	Folhas com dificuldade de molhamento, grande superfície foliar a ser coberta, necessidade de emulsificação de produtos.
Adesivos (óleos e derivados de látex) e penetrantes (óleos e surfactantes)	Necessidade de acelerar ou incentivar a penetração, a absorção e a adesão do defensivo nas folhas (ex.: risco de chuva).
Umectantes (poliglicol, sorbitol)	Redução do risco de evaporação.
Condicionadores de calda: acidificantes (ácidos), tamponantes (ácido cítrico), sequestrantes (EDTA)	Risco de inativação e/ou degradação dos ativos devido a características da água: água dura (sequestrantes), pH inadequado (acidificantes e tamponantes).
Espessantes (polissacarídeos)	Risco de deriva: redução da formação de gotas muito finas no espectro de gotas.
Antiespumantes (organossilícicos)	Formação de espuma.
Protetores (extenders): filtro de UV	Risco de fotodegradação.

*Adaptado de Antuniassi, U. R., 2009*

adjuvantes de acordo com a função e a recomendação de uso. Os surfactantes têm como função principal aumentar a área de contato das gotas com os alvos, melhorando o espalhamento da calda e o molhamento da superfície tratada. A maior área de contato é obtida pela redução da tensão superficial (TS), que é a força interna do líquido que mantém suas moléculas unidas, dificultando o seu espalhamento. Um efeito importante do aumento da área de contato é a maior eficiência de penetração e de absorção, podendo ocorrer, nesse contexto, aumento da penetração das gotas pelos estômatos. Os surfactantes atuam também nas interfaces entre as diferentes fases de uma calda formada pela mistura de componentes, permitindo a formação de emulsões (misturas de água e óleo). Os surfactantes, assim como a maioria dos demais adjuvantes, devem ser recomendados pela concentração em relação à calda preparada, e não diretamente por uma dose/hectare, de forma que se possa reduzir a chance

de erros por deficiência ou excesso de produto no caso da alteração do volume de calda de uma aplicação.

Outra classe importante de adjuvantes são os óleos para pulverização. Os óleos minerais e vegetais são disponibilizados como produtos puros ou formulados. Os óleos formulados possuem em sua constituição um percentual de surfactante (que pode variar de 1 a 20%), visando a facilitar a emulsificação e a própria redução da TS. Os Óleos Vegetais Modificados (MSO) são os ésteres metilados ou etilados obtidos a partir de óleos vegetais que possuem maior poder solvente, e são mais penetrantes do que os óleos vegetais comuns. Os óleos minerais, por serem derivados de petróleo e possuírem maior poder solvente, são recomendados em concentrações menores (até 1% do volume de calda), já os óleos vegetais, cujo poder solvente é menor, são recomendados em concentrações de até 20% do volume de calda. Os óleos vegetais possuem vantagem do ponto de vista ambiental por serem produtos naturais e biodegra-



RODRIGO ESTEVAN MUNHOZ DE ALMEIDA

Aplicação de defensivos agrícolas em área de plantio direto; São Desidério BA, 2010

dáveis, com menor efeito poluente. Por essa razão, existe uma tendência mundial de substituição dos óleos minerais pelos vegetais nas pulverizações.


A adição de óleo na calda tem como função principal melhorar a penetração e a absorção dos ativos nas folhas, bem como, quando em altas concentrações, promover uma relativa redução do potencial de evaporação das gotas. Os óleos atuam também no processo de formação de gotas, induzindo o aumento no seu tamanho médio e a redução na formação de gotas muito finas no espectro (função antideriva). No caso do risco de evaporação, quanto maior for o percentual de óleo na calda, menor será sua fração sujeita à evaporação durante a aplicação.

O uso de óleo como adjuvante com as funções de adesão e penetração se baseia nas características do óleo como solvente das ceras e das camadas superficiais das folhas das plantas. Nesse sentido, os óleos minerais são solventes melhores do que os vegetais e, por isso, as concentrações normalmente utilizadas são sempre menores do que para os óleos vegetais.

Com relação a essa característica, o tipo de óleo e sua concentração devem ser referenciados por uma recomendação do fabricante do defensivo em questão, pois algumas formulações apresentam recomendações específicas quanto ao uso ou não de óleo adjuvante na calda.

As aplicações aéreas em baixo volume (10 a 20 L/ha) utilizam frequentemente os óleos vegetais como adjuvante, em concentrações que variam de 5 a 10 % do volume de calda. O uso desse adjuvante em aplicações terrestres, quando o volume é maior do que 20 L.ha<sup>-1</sup>, também se tornou popular, principalmente nas aplicações com gotas finas e muito finas. No caso dos óleos vegetais, as concentrações podem variar de 1 a 5% do volume de calda, já para os óleos minerais as concentrações variam de 0,5 a 1%.

Um fator importante a ser considerado na definição da técnica de aplicação é a influência dos componentes da calda no processo de formação de gotas a partir da ponta, o qual pode ser significativamente alterado pela modificação de características físicas do líquido em questão. Assim, fatores básicos, como tamanho médio e

espectro de gotas, podem ser alterados de maneira tão significativa tanto por variações na calda quanto pela própria troca das pontas de pulverização. Por isso, o uso de adjuvantes deve ser precedido de um rigoroso estudo das reais necessidades do processo de pulverização. 

*\*Ulisses Rocha Antuniassi é professor do Departamento de Engenharia Rural da FCA/UNESP – Botucatu (ulisses@fca.unesp.br).*

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação de defensivos na cultura da soja. *Boletim de pesquisa de soja*. Rondonópolis: Fundação MT, v. 1, p. 199-215, 2007.
- ANTUNIASSI, U. R.; BAILO, F. H. R.; BIZARI, I. R. Sistema de suporte a decisão para seleção de pontas de pulverização em sistemas de aplicação de defensivos. In V CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA – Agronegócio, Tecnologia e Inovação, 2005, Londrina. *Anais...* Londrina: SBI-Agro, 2005. p. 1-2.
- BUTLER-ELLIS, M. C. The effect of spray liquid on the application of pesticide sprays In III SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 2004, Botucatu. *Anais...* Botucatu: Fepaf, 2004. p. 167-176.
- OZEKI, Y. *Manual de aplicação aérea*. São Paulo: Ed. do autor, 2006.