

# PULVERIZADORES COM CARGA ELÉTRICA PROMETEM REVOLUCIONAR AGRICULTURA

**Aldemir Chaim**

Engenheiro agrônomo, M.Sc.

Laboratório de Tecnologia de Aplicação de  
Agrotóxicos da Embrapa Meio Ambiente  
aldemir@cnpma.embrapa.br

Várias pesquisas têm demonstrado que o emprego de pequenas gotas menores do que 100 micrômetros apresentam melhores resultados de controle de problemas fitossanitários. Entretanto, as gotículas, devido às suas pequenas massas, possuem pouca energia cinética, o que faz com que suas capturas pelos alvos sejam reduzidas e também que a evaporação e deriva se acentuem.

Desta maneira, as vantagens esperadas, de maior eficiência de utilização de um menor volume de calda de aplicação, somente se verificam em condições muito especiais. Conseqüentemente, para melhorar a eficiência de suas pulverizações os agricultores utilizam-se de bicos que produzem gotas maiores do que 200 micrômetros, para garantir um completo molhamento das plantas.

A pulverização eletrostática se apresenta como uma solução tecnológica para

umentar a eficiência de utilização de gotas pequenas, reduzindo as perdas para o solo ou mesmo por evaporação.

## Mecanismo de atração de gotas com carga eletrostática

O processo eletrostático de eletrificação de gotas apresenta uma série de benefícios para as pequenas gotas. Para se entender como ocorrem as atrações entre gotas eletrificadas e alvos, é necessário conhecer as duas leis básicas da eletrostática: Lei nº. 1 - cargas de polaridades opostas se atraem e semelhantes se repelem; Lei nº. 2 - a carga de um corpo ou nuvem de partículas carregadas induzirá uma carga elétrica igual e oposta em algum outro corpo condutor aterrado próximo.

Neste último caso, serão formadas linhas de fluxo, semelhantes às linhas dos polos de um ímã. Gotas de uma nuvem carregada próxima a um corpo aterrado apresentarão a tendência de se movimentarem seguindo as linhas de fluxo, em virtude da primeira lei básica da eletrostática.

Devido à natureza curvilínea das linhas de fluxo, as gotas projetadas por

um bico poderão atingir todos os lados do corpo aterrado. A força de atração de uma partícula carregada para a planta é composta de duas partes. A primeira é devido à ação do campo eletrostático da própria partícula em relação a sua aproximação da superfície da planta.

A segunda parte é a ação das forças do campo elétrico do bico de pulverização e da nuvem sobre o campo elétrico da gota. Se os campos elétricos forem direcionados para a planta, as gotas se projetarão sobre a sua superfície.

## Atração

Em distâncias mais curtas, uma gota carregada será atraída por alguma superfície condutora seguindo um princípio denominado "força de atração da imagem". Considerando uma pequena esfera carregada se aproximando de uma superfície aterrada, a força de atração da esfera para a superfície é dada pela lei de Coulomb para cargas pontuais de sinais diferentes.

Nesse caso específico, uma segunda carga necessária para a aplicação da Lei de Coulomb é uma imagem da carga real da esfera, localizada atrás da super-

ficie aterrada, com sinal oposto a carga real. A segunda parte da atração, denominada de "campo de força" ocorre porque a carga oposta a da gota, induzida na planta, cria a situação da Lei nº. I. Neste caso, a força do campo é dada por  $F = EQ$ , onde F é a força de atração (Newtons), E é o campo eletrostático (V/m) e Q é a carga (Coulomb).

**Tamanho de gotas para sistemas de pulverização eletrostática**

Gotas maiores do que 100 micrômetros não se beneficiam da eletrificação porque são pesadas e em curtas distâncias não conseguem modificar a sua trajetória pela "força de atração da imagem".

A atração em curtas distâncias pela "força de atração da imagem" é a principal responsável pela deposição de go-

tas na face abaxial das folhas, ou seja, o principal benefício da deposição eletrostática. Para uma deposição eletrostática eficiente, o tamanho adequado das gotas deve se situar entre 30 e 80 micrômetros.

**Efeito da evaporação em gotas sem carga eletrostática**

Várias pesquisas indicam que a evaporação de gotas é um dos principais fatores de desperdício de agroquímico nas pulverizações. Durante um processo de pulverização o espectro de gotas produzido por um bico hidráulico é extremamente desuniforme, onde existe uma grande porcentagem de gotas que são perdidas por evaporação.

Mas se um litro de calda puder ser dividido em gotas uniformes é previsto, por exemplo, uma produção de

238.731.856 gotas de 200 micrômetros ou 15.278.838.808 gotas de 50 micrômetros. Uma gota de 200 micrômetros de diâmetro é 64 vezes maior do que uma gota de 50 micrômetros.

Em condições de temperatura de 30°C e umidade relativa de 50%, uma gota de 200 micrômetros demoraria 65 segundos para se evaporar completamente ou atingiria um percurso de 39 metros antes de sua extinção, sendo que na mesma situação uma gota de 50 micrômetros duraria quatro segundos ou percorreria 0,15 metros antes de sua extinção.

Isso indica que um bico que produz gotas homogêneas de 200 micrômetros não apresenta problemas de perdas por evaporação, mas essa não se presta para a pulverização eletrostática.

Um bico pneumático com vazão de três mililitros por segundo, com padrão de jato em formato tronco-cone cheio com base maior de 20 cm, base menor de 2 cm, e altura em relação às plantas de 40 cm, apresentará um jato com densidade de 45.836.516 de gotas de 50 micrômetros por centímetro cúbico de ar.

Isso significa que no interior do jato a umidade relativa é de 100% e as gotas não evaporam. Entretanto, devido à turbulência proporcionada pelo jato com o ar circundante as gotas existentes nas bordas se desaceleram para uma velocidade de queda livre e evaporam rapidamente. Deve ser considerado, ainda, que a superfície externa do jato tronco-cone é de aproximadamente 1516 cm<sup>2</sup> e que o deslocamento do bico durante a aplicação, que promove uma renovação do ar na borda do jato, aumenta a taxa de evaporação.

A pulverização eletrostática se apresenta como uma solução tecnológica para aumentar a eficiência de utilização de gotas pequenas



Ana Maria Diniz



**Menos tempo no campo e mais tempo para VOCÊ.**



**JETBRAS**  
BELL'S AGRICULTURA



(47) 3382 2833  
www.jetbras.com.br  
0800 646 0122

**1º PULVERIZADOR DO BRASIL**  
COSTAL ELETRÔNICO

Essas informações exemplificam que, apesar das gotas pequenas apresentarem maior disponibilidade por unidade de volume pulverizado, também têm uma dificuldade prática de utilização, devido, principalmente, à perda por evaporação.

**Redução da evaporação das gotas pela ação da atração eletrostática**

Conforme exemplo citado para gotas de 50 micrômetros, a evaporação é muito acentuada, mas a eletrostática ajuda a reduzir esse desperdício. Os experimentos de Faraday provaram que as cargas migram para a superfície dos corpos. No caso, um jato cone com densidade de 46.000.000 gotas de 50 micrômetros por centímetro cúbico de ar pode ser considerado como um corpo onde as partículas eletrificadas se concentrarão na superfície do cone.

Como consequência direta da ação das Leis nº. 1 e nº. 2 da eletrostática, as gotas eletrificadas da superfície do cone serão fortemente atraídas para o objeto terrado mais próximo, ou seja, a planta, em uma velocidade muito elevada. A velocidade de deslocamento será proporcional à carga das gotas e inversamente proporcional à distância em relação à planta.

Em condições normais, uma gota de 50 micrômetros demora quatro segundos para se extinguir em temperatura de 30°C e 50% de UR, mas se estiver com uma carga estática adequada, certamente demorará menos de um segundo para atingir a planta, reduzindo, desta forma, possíveis perdas por evaporação.

Outra consequência interessante é a expansão da nuvem de gotas devido à repulsão mútua das partículas que apresentam cargas de mesmo sinal, proporcionando uma melhor distribuição de produto nas plantas.

**Processos utilizados para geração de gotas com carga eletrostática**

Para se entender como são produzidas as gotas eletricamente carregadas, primeiramente devem ser considerados os componentes básicos da matéria. Para facilidade de compreensão, a ma-



Arquivo

Em distâncias mais curtas, uma gota carregada será atraída por alguma superfície condutora

téria pode ser considerada como sendo constituída de partículas elementares, algumas das quais são carregadas negativamente (elétrons), outras carregadas positivamente (prótons) e algumas que não são carregadas (nêutrons).

Normalmente, a matéria é eletricamente neutra em seu estado natural, pois apresenta um número igual de elétrons e prótons, cujas cargas de sinal oposto se anulam. Assim, para que um corpo fique eletricamente carregado, é necessário provocar um desequilíbrio entre prótons e elétrons, retirando ou fornecendo elétrons do mesmo.

A eficiência da pulverização eletrostática é diretamente relacionada ao processo utilizado para eletrificar as gotas.

O sistema de carga por indução por eletrificação indireta apresenta como uma grande vantagem o fato de o líquido no tanque e tubulações ficar submetido à voltagem zero. Outra vantagem é que o sistema necessita de voltagens relativamente baixas para eletrificação das gotas.

Entretanto, as gotas adquirem car-

ga de sinal oposto ao eletrodo de indução e devido ao intenso campo eletrostático elas são atraídas para esse dispositivo, molhando-o, ao ponto de escorrimento. Com o molhamento do eletrodo de indução, o sistema entra em colapso e a eletrificação das gotas fica extremamente prejudicada. Para resolver esse problema, o processo tem sido utilizado no desenvolvimento de bicos pneumáticos eletrostáticos, cujo próprio ar que pulveriza o líquido arrasta as gotas eletrificadas para longe da zona de influência do eletrodo de indução.

O sistema de indução com eletrificação direta apresenta, como fato positivo, a falta de necessidade do eletrodo de indução, eliminando a utilização de mecanismos para evitar a atração das gotas. Entretanto, a inexistência de eletrodo de indução faz com que o campo eletrostático seja variável.

Neste caso, a intensidade de carga do jato das gotas será totalmente dependente da distância do bico de pulverização em relação à planta. Como o bico deverá passar com distância entre



zenas de artigos publicados no exterior, sobre o emprego de gotas com carga eletrostática para aplicação de agrotóxicos, em culturas de porte rasteiro, arbustivo e arbóreo, confirmam que é possível reduzir, com facilidade, mais de 50% dos ingredientes ativos recomendados nas aplicações, sem reduzir a eficácia biológica.

Além de aumentar a eficiência no controle, a pulverização eletrostática reduz os efeitos dos inseticidas sobre os organismos que vivem no solo, porque as perdas para o solo chegam a ser 20 vezes menores que numa pulverização convencional.

Esses trabalhos também alertam que apesar dos vários equipamentos eletrostáticos desenvolvidos e comercializados no exterior, os benefícios do uso de gotas com carga eletrostática não são consistentes. Isso ocorre porque os projetos desenvolvidos não geram gotas com nível de carga suficiente para melhorar a deposição, ou o tamanho de gotas produzidas não é adequado para uso com carga eletrostática.

Uma pesquisa realizada pela Embrapa Meio Ambiente demonstrou que existe uma correlação linear entre intensidade de carga do jato de gota e deposição. Os resultados apontam que em cada microampère de corrente elétrica que se desloca por mililitro de calda pulverizada por segundo ocorre um aumento de 10% na deposição.

Entretanto, considerando a grande variabilidade da deposição, o sucesso da pulverização eletrostática depende de soluções tecnológicas, que deverão ser encontradas, para que os pulverizadores gerem gotas com tamanhos entre 50 µm a 100 µm de diâmetro e intensidade de carga, superior a quatro microampères para cada mililitro de cal-

da pulverizado por segundo.

Se essas condições forem atendidas, a pulverização eletrostática terá como benefício direto aumento da eficiência de controle de pragas e doenças, porque haverá deposição expressiva de agrotóxico na face interior das folhas. No caso de plantas que apresentam alta densidade de folhas, a eficiência poderá ser maior se jatos de ar auxiliarem o transporte das gotas com carga eletrostática para o interior das plantas.

Infelizmente, essa tecnologia ainda não é comercializada no Brasil, mas os leitores poderão visitar uma página de uma empresa fabricante de pulverizadores eletrostáticos e encontrar dezenas de artigos científicos internacionais em [http://www.maxcharge.com/tech\\_research.html#articles](http://www.maxcharge.com/tech_research.html#articles).

### Projetos

A Embrapa Meio Ambiente desenvolveu alguns protótipos de bicos pneumáticos eletrostáticos com alto desempenho em relação à eletrificação de gotas. Entretanto, os protótipos consumiam um volume de ar muito elevado e o Brasil não fabrica compressores especiais para alimentar bicos de um pulverizador tratorizado.

Assim, nos próximos anos a Embrapa Meio Ambiente, em parceria com a Bell's Agricultura, empresa de Santa Catarina, estará desenvolvendo um pulverizador com bico pneumático eletrostático transportado por carrinho manual, com compressor elétrico ou acionado com motor a gasolina.

20 e 40 cm das plantas, a voltagem necessária para eletrificação das gotas deverá ser superior a 30.000 volts.

Ainda como fator negativo, todo o circuito hidráulico ficará submetido à tensão de eletrificação do jato de gotas. Esse fato exige que sejam adotadas várias providências para isolamento do tanque, bomba hidráulica, tubulações, entre outras.

### Funciona mesmo

A pulverização eletrostática é uma alternativa promissora para redução de perdas na aplicação de agrotóxicos. De-

Várias pesquisas indicam que a evaporação de gotas é um dos principais fatores de desperdício de agrotóxico nas pulverizações

Miriam Lins

