

# MANUAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO



A large, stylized graphic of a leaf or plant stem, rendered in a light purple outline, occupies the left and bottom portions of the page. The leaf has several pointed lobes and a central vein structure.

# MANUAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO

**COGAP – COMITÊ DE BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS  
ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL • ANDEF**

Rua Capitão Antônio Rosa, 376, 13º andar  
01443-010 - São Paulo - SP  
(11) 3087-5037  
andef.com.br | andef@andef.com.br

**GERENTE TÉCNICO COGAP**

*José Annes Marinho*  
andefedu.com.br | annes@andef.com.br

**MEMBROS COGAP**

**ARYSTA** *Fernanda Marcondes*

**BASF** *Vinicius Ferreira Carvalho*

**BAYER** *Adriana Ricci*

**CHEMTURA**

**DOW** *Valeska De Laquila*

**DUPONT** *Mauricio Fernandes*

**FMC** *Erlon Rigobelo*

**IHARA** *Afonso Matsuyama*

**MONSANTO** *Luciano Fonseca*

**SUMITOMO** *Luis Antonialli*

**SYNGENTA** *Lilian Vendrametto*

**AGRADECIMENTOS**

**IAC** *Hamilton Ramos*  
**UNESP Botucatu** *Ulisses R. Antuniassi*

# ÍNDICE

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>1. TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO.....</b>	<b>7</b>
1.1. Diferença entre pulverização e aplicação.....	7
1.2. Diferença entre regular e calibrar o equipamento .....	7
1.3. Interação entre o produto e o pulverizador.....	7
1.3.1. Preparo da calda .....	8
1.3.2. Importância da agitação da calda.....	10
1.3.3. Importância de usar os filtros corretos nos bicos pulverizadores.....	10
1.4. Pontas de pulverização.....	11
1.5. Seleção de pontas de pulverização.....	16
1.6. Volume de pulverização.....	20
1.7. Tamanho das gotas .....	21
1.8. Influência das condições climáticas.....	23
<b>2. ESCOLHA DO EQUIPAMENTO DE PULVERIZAÇÃO.....</b>	<b>25</b>
2.1. Pulverizador costal manual .....	25
2.2. Pulverizador costal motorizado.....	27
2.3. Pulverizador tratorizado com mangueira e pistola de pulverização .	28
2.4. Pulverizador de barras (tratorizado ou autopropelido).....	31
2.5. Turbopulverizador.....	32
2.6. Pulverização com aeronave.....	35

<b>3. APLICAÇÃO COM PULVERIZADORES COSTAIS.....</b>	<b>37</b>
3.1. Calibração do pulverizador costal manual .....	37
<b>4. APLICAÇÃO COM PULVERIZADORES TRATORIZADOS.....</b>	<b>39</b>
4.1. Calibração do pulverizador tratorizado com mangueiras.....	39
4.2. Calibração do pulverizador de barras .....	41
4.3. Calibração do turbopulverizador .....	44
4.3.1. Quando a quantidade de calda é expressa em litros/planta .....	44
4.3.2. Quando a quantidade de calda é expressa em litros/ha .....	47
<b>5. APLICAÇÃO COM AERONAVE .....</b>	<b>49</b>
5.1. Faixa de deposição e altura de voo .....	49
5.2. Ajuste da taxa de aplicação (volume de calda) .....	50
5.3. Calibração da vazão.....	52
5.4. Gestão dos trabalhos de aplicação aérea .....	52
<b>6. AVALIAÇÃO DAS PULVERIZAÇÕES .....</b>	<b>53</b>
<b>7. CUIDADOS COM OS PULVERIZADORES.....</b>	<b>56</b>
7.1. Antes da utilização .....	56
7.2. Como trabalhar com o pulverizador .....	57
7.3. O que fazer após usar o pulverizador.....	58
<b>8. INSPEÇÃO PERIÓDICA DE PULVERIZADORES.....</b>	<b>59</b>
8.1. Preparação do pulverizador para inspeção .....	60

8.2. Primeira parte: inspeção com o pulverizador desligado e parado....	60
8.3. Segunda parte: inspeção com o pulverizador acionado .....	61
8.4. Terceira parte: inspeção das pontas de pulverização .....	61
8.5. Quarta parte: verificação da calibração .....	63
8.6. Quinta parte: análise da conformidade do pulverizador.....	63
<b>9. CUIDADOS COM O AMBIENTE .....</b>	<b>63</b>
9.1. A deriva na aplicação dos produtos fitossanitários .....	63
9.2. Cuidados gerais para evitar riscos de contaminação ambiental após as aplicações .....	67
9.2.1. O que fazer com a sobra de calda no tanque do pulverizador .	68
9.2.2. Cuidados na captação de água para abastecimento do pulverizador.....	68
9.2.3. Lavagem das embalagens vazias: como fazer a tríplice lavagem .....	68
9.2.4. Lavagem das embalagens vazias.....	69
9.2.5. Pátio de descontaminação .....	69
<b>10. ELETRÔNICA EMBARCADA EM PULVERIZADORES .....</b>	<b>69</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>71</b>

## APRESENTAÇÃO

Apesar de fundamentais para a maioria dos sistemas de produção agrícola, os produtos fitossanitários podem oferecer riscos para o ambiente. A tecnologia de aplicação deve ser planejada de maneira responsável e sustentável, sempre visando minimizar o potencial de danos à saúde humana, animal e aos recursos naturais.

Toda vez que se pretende realizar um tratamento fitossanitário com a utilização de produtos químicos é necessário responder, no mínimo, quatro perguntas para garantir bons resultados agrônômicos:

- Qual é o alvo biológico que precisa ser controlado?
- Qual o tratamento mais adequado?
- Como realizar uma aplicação eficaz?
- Como realizar o tratamento com o menor impacto ao ambiente?

Parte dos produtos aplicados é perdida para o ambiente pela deriva, que é a fração dos ingredientes ativos que não atinge o alvo devido ao carregamento das gotas, evaporação e outros processos. Além do dano direto, uma das grandes preocupações atuais é com os efeitos que a deriva pode provocar pela dinâmica destes compostos no ambiente.

Para melhorar este desempenho, são essenciais a utilização correta e segura dos produtos fitossanitários e a capacitação da mão-de-obra para o uso eficaz dos equipamentos de aplicação.

Esta publicação foi desenvolvida com o objetivo de dar orientações básicas aos profissionais que trabalham na aplicação de produtos fitossanitários e de ajudar na realização de aplicações eficazes, seguras e sustentáveis.

O texto básico deste manual foi atualizado e ampliado a partir do manual de mesmo título publicado em sua primeira edição pela ANDEF em 2004.



## 1. TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO

Tecnologia consiste na aplicação dos conhecimentos científicos a um determinado processo produtivo. Dessa forma, entende-se como “Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários” o emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, com o mínimo de contaminação de outras áreas.

### 1.1. Diferença entre pulverização e aplicação

Pulverização: processo físico-mecânico de transformação de uma substância líquida em partículas ou gotas.

Aplicação: deposição de gotas sobre um alvo desejado, com tamanho e densidade adequados ao objetivo proposto.

### 1.2. Diferença entre regular e calibrar o equipamento

Regular: ajustar os componentes da máquina às características da cultura e produtos a serem utilizados. Ex.: ajuste da velocidade, tipos de pontas, espaçamento entre bicos, altura da barra, etc.

Calibrar: verificar a vazão das pontas, determinar o volume de aplicação e a quantidade de produto a ser colocada no tanque.

É muito comum os aplicadores ignorarem a regulagem e realizarem apenas a calibração, o que pode provocar perdas significativas de tempo e de produto.

### 1.3. Interação entre o produto e o pulverizador

Quando se pensa em pulverização, deve-se ter em mente que fatores como o alvo a ser atingido, as características do produto utilizado, a



máquina, o momento da aplicação e as condições ambientais não estarão agindo de forma isolada. A interação destes fatores é a responsável direta tanto pela eficácia como pela segurança das aplicações. Qualquer uma destas interações que for desconsiderada, ou equacionada de forma errônea, poderá ser a responsável pelo insucesso da operação. Consideramos aqui a interação produto-pulverizador, por ser uma das que mais frequentemente causam problemas no campo.

### **1.3.1. Preparo da calda**

A busca pela otimização da capacidade operacional dos pulverizadores tem incentivado a aplicação de caldas cada vez mais complexas, notadamente devido ao uso de misturas contendo os produtos fitossanitários, adjuvantes e adubos foliares. Apesar desta prática ser questionável em alguns casos, devido ao potencial desconhecimento dos técnicos quanto à compatibilidade dos produtos misturados, seu uso é cada vez mais frequente. Um agravante para este processo é a concomitante redução do volume de calda, o que torna a mistura em reduzida quantidade de água um desafio técnico bastante complexo. Sempre que possível, portanto, é recomendável buscar informações junto aos fabricantes dos produtos sobre eventuais incompatibilidades na composição da calda.

É comum a recomendação de que as misturas complexas (principalmente com grandes quantidades de adjuvantes de base oleosa) sejam validadas antes de sua efetivação nos tanques dos pulverizadores através do que se convencionou chamar de “teste da garrafa”.

Apesar de não haver norma técnica ou procedimento padronizado para este teste, o mesmo é frequentemente descrito no campo como uma “mistura prévia dos produtos na exata proporção esperada no tanque”. Neste sentido, o operador deve proceder a mistura dos produtos em uma escala reduzida, simulando a sequência de mistura e as proporções dos produtos e da água exatamente como ocorreria no tanque do pulverizador. Esta mistura pode ser feita em garrafas plásticas de refrigerante (garrafas

PET), dosando-se os produtos e componentes da calda com provetas e seringas. Com o uso destes elementos é possível reproduzir exatamente o que aconteceria no tanque do pulverizador, facilitando a visualização prévia de problemas de incompatibilidade dos produtos (formação de precipitado ou sobrenadante).



Em termos práticos, recomenda-se que a sequência de mistura no tanque do pulverizador ou no misturador de calda seja referenciada do “mais fácil” para o “mais difícil”:

- I. Colocar água no tanque ou misturador;
- II. Ligar agitação;
- III. Colocar adjuvantes condicionadores de calda, surfatantes e emulsionantes;
- IV. Colocar substâncias altamente solúveis em água (sólidas ou líquidas);
- V. Colocar líquidos concentrados;
- VI. Colocar adubos, micronutrientes e outros adjuvantes;
- VII. Colocar produtos de base oleosa.

### **1.3.2. Importância da agitação da calda**

O primeiro passo na regulagem de qualquer pulverizador é saber se o sistema de agitadores funciona adequadamente. No caso dos pulverizadores traatorizados, a tomada de potência (TDP) é que aciona a bomba e o sistema de agitação mecânico. Deve-se trabalhar com uma rotação de 540 rpm na tomada de potência (TDP), por ser essa a rotação para o qual o sistema normalmente é dimensionado. Caso seja selecionada uma rotação do motor inferior à especificada para proporcionar 540 rpm na TDP, interferências negativas sobre o sistema de agitação poderão ser observadas, em função da redução no número de revoluções da hélice (agitador mecânico) ou da quantidade de calda devolvida ao tanque pelo retorno (agitação hidráulica). De maneira análoga, os pulverizadores autopropelidos também possuem sistemas de agitação da calda (mecânicos e/ou hidráulicos) que dependem da rotação do motor. Em ambos os casos, a deficiência na agitação pode interferir diretamente na eficácia dos produtos fitossanitários utilizados, principalmente em função da sua formulação.

Formulações sólidas (em pó ou grânulos) e as suspensões concentradas possuem partículas sólidas em suspensão, que tendem a se depositar no fundo do tanque do pulverizador (precipitado) em condições de agitação ineficiente. Produtos emulsionados, por outro lado, tendem a migrar para a superfície (sobrenadante) nestas mesmas condições. Isso faz com que, no início da aplicação, a concentração de produtos seja superior ou inferior àquela planejada, ocasionando má distribuição mesmo quando a dose por área está adequada.

### **1.3.3. Importância de usar os filtros corretos nos bicos dos pulverizadores**

Os filtros presentes nos corpos dos bicos devem ser dimensionados de acordo com a ponta selecionada para que haja compatibilidade entre a malha do filtro e o tamanho do orifício da ponta. Caso esta seleção não seja adequada, há possibilidade de maior incidência de entupimento das pontas. Caldas contendo partículas sólidas em suspensão podem apresentar problemas quando o pulverizador for equipado com filtros de

malha 80 (80 aberturas em 1 polegada linear) ou superior, uma vez que o diâmetro das partículas poderá ser superior ao da abertura de peneiras muito finas. Caldas contendo adjuvantes oleosos podem potencializar o problema pela coalizão de partículas.

### 1.4. Pontas de pulverização

Habitualmente o termo “bico de pulverização” é utilizado como sinônimo de “ponta de pulverização”, entretanto, corresponde a estruturas diferentes. O bico é composto por todo o conjunto com suas estruturas de fixação na barra (corpo, filtro, ponta e capa), enquanto que ponta corresponde ao componente do bico responsável pela formação das gotas.



Existem diferentes tipos de pontas de pulverização, classificadas em função da energia utilizada para a formação das gotas. Entretanto, como os pulverizadores hidráulicos ainda são os equipamentos mais importantes nas aplicações agrícolas, apenas pontas hidráulicas serão aqui abordadas. Nelas, o líquido sob pressão é forçado através de uma pequena abertura, de tal forma que o líquido se espalha, formando uma lâmina que posteriormente se desintegra em gotas de diferentes tamanhos.

As pontas têm três funções muito importantes: determinar a vazão, o tamanho das gotas e o formato do jato de pulverização. A vazão é função direta do tamanho do orifício, da pressão e das características do líquido

pulverizado. Já o tamanho das gotas e o formato do jato da pulverização dependem do modelo da ponta, além da pressão e das características do líquido.

Existem vários modelos de pontas disponíveis no mercado, sendo que cada uma produz um espectro de tamanho de gotas diferente, bem como larguras e padrões diferentes de deposição. Portanto, é muito importante saber escolher a ponta mais adequada ao trabalho a ser realizado.

Cada modelo de ponta apresenta características peculiares que as diferencia. No entanto, todas apresentam uma faixa ideal de pressão de trabalho e estão disponíveis com aberturas de diferentes tamanhos. O tipo e tamanho mais adequados são selecionados em função do produto fitossanitário que se deseja aplicar, da superfície a ser tratada e do volume de calda necessária.

É importante salientar também que, para uma mesma ponta, o tamanho das gotas diminui à medida que a pressão aumenta (por exemplo, qualquer ponta produzirá gotas maiores a 2 bar de pressão do que a 4 bar), e que, para uma mesma pressão e tipo de ponta, o tamanho de gotas aumenta com o diâmetro de abertura da ponta (por exemplo, numa dada pressão, uma ponta com vazão de 0,2 L/min produzirá gotas menores que outra de mesmo modelo com vazão de 0,4 L/min).

Normalmente, os fabricantes de pontas possuem catálogos que informam o tipo de pulverização gerado pelas pontas (formato do jato e classe de gotas), nas diferentes pressões recomendadas, para permitir a correta seleção da ponta frente a necessidade do tratamento em questão e o grau de risco de deriva das aplicações.

Os principais modelos de pontas de pulverização para bicos hidráulicos são:

### ■ Pontas de jato plano

São pontas que oferecem um jato de pulverização plano, no formato de um leque (por esta razão são usualmente denominadas “pontas de jato leque”), podendo ser constituída de um orifício simples ou uma estrutura de impacto (estas últimas são denominadas popularmente como pontas

de “impacto”). Historicamente seu uso sempre foi mais ligado à aplicação em alvos planos, como no caso de herbicidas direcionados ao solo, mas recentemente sua indicação tem sido ampliada também para as diferentes culturas, incluindo as aplicações de inseticidas e fungicidas. Em função de sua versatilidade e da gama variada de vazões e classes de gotas oferecidas, as pontas de jato plano simples são as mais utilizadas nas aplicações com pulverizadores de barras.

Estas pontas podem ser oferecidas também no modelo de jato plano duplo, possuindo dois orifícios idênticos que produzem um leque voltado 30° para frente e outro 30° para trás em relação à vertical. Possuem espectro de gotas mais finas do que as pontas de vazão equivalente em jato simples, sendo sua característica de distribuição adequada para alvos de estrutura mais complexa, como as plantas de uma cultura.

As pontas de jato plano são produzidas em uma grande variedade de tamanho e ângulos de abertura do leque, embora os de uso mais frequente sejam os de 80 e 110 graus. As de ângulo maior oferecem um leque maior, mas geralmente produzem gotas menores.

As pontas de jato plano são usualmente identificadas por uma numeração que referencia o ângulo de abertura do leque e a vazão determinada pelo orifício a uma pressão padrão de 45 libras por polegada quadrada. Assim, como exemplo, uma ponta identificada com o código 110.02 apresenta um ângulo do leque com abertura de 110 graus, com vazão equivalente a 0,2 galões americanos por minuto (0,76 L/min).

As pontas de jato plano podem ainda ser subdivididas nos seguintes tipos:

Jato plano padrão: ideal para utilização em barras, onde há sobreposição entre os jatos das diferentes pontas;

Jato plano uniforme: recomendada para aplicação em faixas sem sobreposição;

Jato plano de baixa deriva (pré-orifício): possui um pré-orifício especialmente desenhado para proporcionar gotas maiores (médias a grossas), com redução no percentual de gotas menores do que  $100\ \mu\text{m}$  no espectro gerado;

Jato plano com indução de ar: possui uma entrada de ar e uma câmara onde a calda é misturada ao ar por um sistema Venturi, proporcionando gotas maiores com reduzido percentual de gotas abaixo do que  $100\ \mu\text{m}$  no espectro gerado. É um dos modelos que gera o menor percentual de deriva entre as pontas de jato plano;



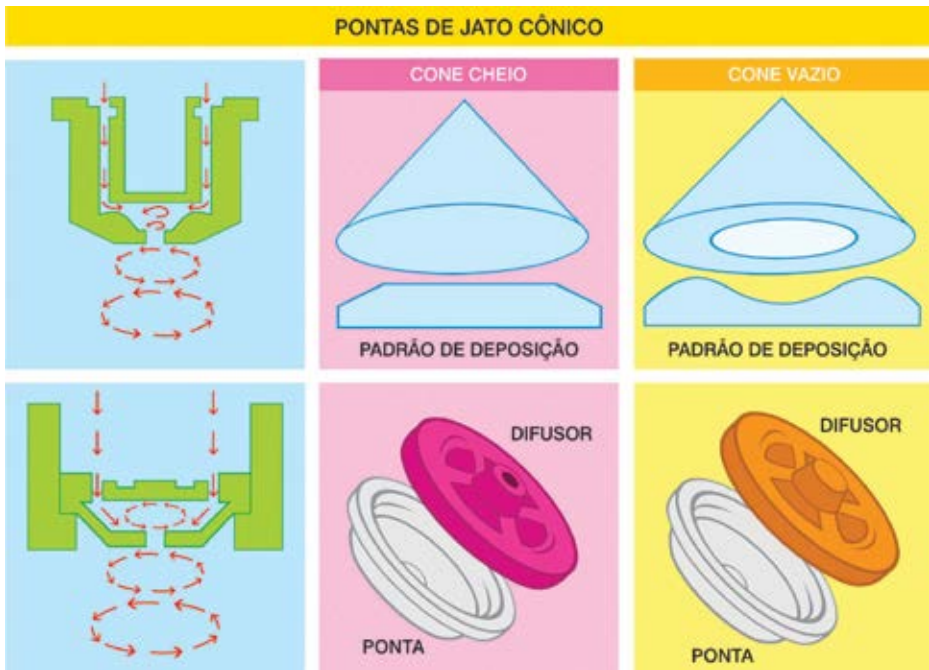
## ■ Pontas de jato cônico

As pontas de jato cônico são tipicamente compostas por duas partes denominadas ponta (ou disco) e núcleo (difusor, caracol, espiral ou core). Estas pontas podem também ser encontradas como peça única. O núcleo possui um ou mais orifícios em ângulo, que fazem com que o líquido ao passar por eles adquira um movimento circular ou espiral.

Após tomar esse movimento, o líquido passa através do orifício circular e então se abre em um cone.

As pontas de jato cônico podem ser de basicamente dois tipos: “cone vazio” e “cone cheio”.

A deposição no cone vazio se concentra somente na periferia do cone, enquanto no cone cheio a parte central também é preenchida com gotas. As pontas de jato cônico são mais recomendadas para a pulverização de alvos irregulares, como uma planta de arquitetura mais complexa, visto que as gotas são lançadas aos alvos por diferentes ângulos, proporcionando uma melhor cobertura das superfícies.





## 1.5. Seleção de pontas de pulverização

Em termos gerais, o espectro de gotas gerado depende da pressão de trabalho e do tipo de ponta de pulverização.

O tamanho da gota se comporta de maneira inversamente proporcional à pressão de trabalho. Portanto, para uma dada ponta, a obtenção de gotas maiores pode ser obtida pela redução de pressão, sendo o inverso para a redução do tamanho das mesmas.

Além da pressão, outros fatores afetam diretamente o tamanho médio das gotas e a qualidade do espectro gerado, principalmente a composição da calda, em função das formulações dos produtos e dos adjuvantes contidos na solução.

No que se refere aos tipos de pontas, o mercado oferece um grande número de opções, representadas pelas diferentes “famílias” ou “séries” de pontas, de acordo com as tecnologias disponibilizadas pelos diferentes fabricantes, assim como pelas características específicas de cada produto.

Este é um dos elementos mais importantes na visão moderna da tecnologia de aplicação, visto que o tempo em que a opção normal se dava apenas na escolha entre pontas de jato plano (leque) ou cone, se tornou passado distante.

Dentre os principais tipos de pontas disponíveis, podem ser destacados:

### ■ Jato plano comum

Pontas com perfil de tendência mais uniforme de tamanho de gotas em função da pressão. São mais utilizadas quando não se prevê mudanças de pressão durante o trabalho com o pulverizador.

### ■ Jato plano uniforme

Pontas cujo perfil de distribuição transversal de gotas é mais uniforme, sendo utilizadas para aplicações onde não ocorre sobreposição dos jatos de diversas pontas (como numa barra de pulverização).

Estas pontas são recomendadas para aplicações em faixas com uma única ponta, como no caso das aplicações em pingentes nas linhas ou entrelinhas das culturas, assim como em pulverizadores costais com uma única ponta na lança.

### ■ Jato plano de uso ampliado

Pontas que apresentam maior variabilidade no tamanho de gota em função da variação da pressão (gotas maiores em baixa pressão e gotas menores em alta pressão).

São os modelos mais populares entre as pontas de jato plano simples, sendo consideradas por muitos pontos de uso mais “geral”, para diferentes tipos de trabalho.

São disponibilizadas com espectros que vão das gotas muito finas às grossas, dependendo do tamanho do orifício e da pressão de trabalho.

Assim como todos os demais modelos de pontas de jato plano simples, são mais recomendadas para alvos planos ou de arquitetura mais simples.

### ■ Jato plano de baixa deriva

Pontas com perfil de gotas médias ou grossas, com reduzida formação de gotas menores do que 100  $\mu\text{m}$ , utilizadas para diminuir o risco de deriva.

### ■ Jato plano duplo

Pontas cujo jato de pulverização duplo é formado por dois orifícios que geram jatos simples, unidos em um mesmo corpo.

Por este motivo apresentam, normalmente, perfil de gotas mais finas do que os bicos de vazão equivalente de jato simples.

Como exemplo, uma ponta de jato duplo 11002 equivale à união de duas pontas 11001.

São recomendadas para alvos com arquitetura mais complexa, assim como as pontas de jato cônico, gerando melhor penetração das gotas no dossel das culturas.

### ■ Jato plano defletor ou de impacto

Nestas pontas de jato plano o líquido é pulverizado por um orifício e choca-se em um anteparo, defletindo-se sob a forma de um jato plano (simples ou duplo). Produzem gotas médias a grossas, com baixa deriva.

### ■ Jato cônico

Possuem o formato da parte interna da ponta que gera um jato de pulverização em formato de cone, proporcionando melhor distribuição de gotas em alvos de arquitetura mais complexa.

Em geral apresentam perfil de gotas mais finas, com grande capacidade de penetração e cobertura em alvos de arquitetura mais complexa, mas com alto risco de deriva e evaporação.

### ■ Jato com indução de ar (tecnologia Venturi tipo I)

As pontas com indução de ar do tipo “Venturi I” (aquelas que normalmente apresentam orifícios laterais) apresentam perfil de gotas grossas, muito grossas e extremamente grossas, com muitas inclusões de ar (bolhas de ar dentro das gotas).

Em geral são caracterizados por apresentar baixa deriva, sendo recomendadas para herbicidas extremamente sistêmicos, como o glifosate e o 2,4 D.

A cobertura de alvos planos pode ser melhor do que a proporcionada por gotas grandes de pontas sem indução de ar, mas se comparadas a outras pontas sem indução de ar apresentam menor capacidade de cobertura.

Dependendo do fabricante, podem estar disponíveis no mercado com jato plano, jato plano duplo ou jato cônico ou de impacto.

## ■ Jato com indução de ar (tecnologia Venturi tipo II)

As pontas com indução de ar do tipo “Venturi II” (aquelas que normalmente não apresentam orifícios laterais, possuindo entrada de ar no formato de fenda próxima ao orifício de saída do líquido) apresentam perfil de gotas médias a grossas, com inclusões de ar (bolhas de ar dentro das gotas).

Estas pontas apresentam menor índice de deriva se comparadas a outras pontas de gotas de tamanho similar, notadamente por oferecer menores quantidades de gotas abaixo de 100µm.

São recomendadas para trabalhos gerais onde se requer gotas médias a grossas, encontrando espaço nas aplicações de inseticidas e fungicidas.

Dependendo do fabricante, também podem estar disponíveis como jato plano, jato plano duplo ou jato cônico.

Podem ainda ter seu comportamento de geração de gotas mais parecido com as pontas de jato plano de uso ampliado, oferecendo maior variabilidade no tamanho de gota em função da variação da pressão (gotas maiores em baixa pressão e gotas menores em alta pressão).

## ■ Jatos planos simples ou duplos, com inclinação

São pontas que possuem seus jatos de pulverização gerados com um determinado ângulo em relação à vertical, visando melhorar a deposição dos produtos.

Estas pontas são recomendadas para aplicações em maiores velocidades, melhorando a deposição espacial das gotas na parte oposta à face da planta mais exposta ao jato de pulverização (área chamada de “sombra” da pulverização).

É importante ressaltar que a seleção das pontas numa pulverização deve considerar as características técnicas da aplicação, como o tipo de alvo, a cobertura necessária, a importância da penetração das gotas na massa

de folhas, o volume de calda, o espectro de gotas, a densidade de gotas necessárias no alvo e o risco de deriva.

Além disso, é fundamental observar as características operacionais da aplicação, como velocidade de trabalho e espaçamento entre pontas, visando selecionar as pontas adequadas para cada situação, visto que a maioria das pontas é ofertada com diferentes ângulos de formação do jato de pulverização, o qual deve ser escolhido em função do espaçamento entre bicos da barra de pulverização.

No que se refere à interação entre o espectro real das gotas ofertadas ao dossel das plantas e as características operacionais da aplicação, ressalta-se a importância de velocidade de trabalho no comportamento dinâmico das gotas. Quanto maior a velocidade de deslocamento (tanto para aplicações terrestres como aéreas), maior será a fragmentação das gotas, gerando redução no diâmetro médio esperado e elevação do percentual de gotas menores do que 100  $\mu\text{m}$ , as quais possuem maior risco de deriva.

Além disso, nas maiores velocidades, as diferenças entre tipos de pontas tendem a serem menos evidentes devido ao efeito do vento relativo produzido pelo deslocamento do pulverizador. Desta maneira, é fundamental que as aplicações em velocidades maiores sejam precedidas de um cuidadoso exame dos riscos inerentes aos processos de perdas e deriva que poderão ocorrer nestas condições de trabalho.

## **1.6. Volume de pulverização**

O volume de pulverização a ser utilizado será sempre consequência da aplicação eficaz e nunca uma condição pré-estabelecida, pois depende de fatores tais como: o alvo desejado, o tipo de ponta utilizado, as condições climáticas, a arquitetura da planta e o tipo de produto a ser aplicado. Portanto, não existe valor pré-definido para volume de calda apenas em função do produto. O importante é colocar o produto de forma correta no alvo com o mínimo de desperdício e contaminação do ambiente. As aplicações com volumes de calda menores têm sido

preferidas por razões econômicas, tanto pela busca por maior capacidade operacional dos pulverizadores como pelo menor consumo de água.

### **1.7. Tamanho das gotas**

O princípio básico da tecnologia de aplicação é a divisão do líquido a ser aplicado em gotas (“processo de pulverização”), multiplicando o número de partículas (gotas) que carregam os princípios ativos em direção aos alvos da aplicação.

Desta maneira, desprezando-se em princípio os riscos de perdas e deriva, quanto menor o tamanho das gotas geradas maior o número de gotas disponíveis para uma determinada quantidade de líquido, ampliando-se assim a probabilidade de se atingir os alvos. É por esta razão que as aplicações com gotas mais finas apresentam maior potencial de cobertura dos alvos quando utilizadas em condições climáticas e operacionais adequadas.

Uma ponta não produz um único tamanho de gota durante o processo de pulverização.

O espectro de gotas gerado é uma mistura de gotas de todos os tamanhos, com maior concentração de gotas próximas ao diâmetro mediano volumétrico (DMV). O DMV é o diâmetro da gota do espectro que divide o volume pulverizado em duas metades: 50% do volume têm gotas menores do que o DMV e 50% do volume pulverizado têm gotas maiores do que o DMV.

De acordo com normas técnicas internacionais, as gotas produzidas por uma ponta são classificadas como “muito finas”, “finas”, “médias”, “grossas” e “muito grossas” (em algumas normas existe também a classe “extremamente grossa”).

Para a classificação de uma determinada ponta usando-se este conceito

(explicado neste texto de maneira simplificada), o seu diâmetro mediano volumétrico (DMV), medido em micrometros ( $\mu\text{m}$ ), deve ser comparado ao obtido por pontas de referência avaliadas utilizando-se o mesmo método de determinação do tamanho das gotas.

Tomando-se como base a norma ASAE S572, se uma ponta apresenta DMV inferior ao obtido para uma ponta 11001 operando a 4,5 bar, o spray é classificado como “gotas muito finas”; se o DMV é intermediário entre o obtido por uma ponta 11001 (operando a 4,5 bar) e uma ponta 11003 (operando a 3,0 bar), o spray é classificado como “gotas finas”; se o DMV é intermediário entre o obtido por uma ponta 11003 (operando a 3,0 bar) e uma ponta 11006 (operando a 2,0 bar), o spray é classificado como “gotas médias”; se o DMV é intermediário entre o obtido por uma ponta 11006 (operando a 2,0 bar) e uma ponta 8008 (operando a 2,5 bar), o spray é classificado como “gotas grossas” e, finalmente, se o DMV é maior do que o obtido por uma ponta 8008 operando a 2,5 bar, o spray é classificado como “gotas muito grossas”.

A referência direta ao tamanho das gotas (em micrometros) para a definição das classes tem sido evitada devido a dificuldade de se comparar os valores absolutos obtidos pelos diferentes métodos laboratoriais de determinação do tamanho das gotas.

A classe de tamanho de gotas é um bom indicativo da capacidade da pulverização em cobrir o alvo e penetrar na massa de folhas. Gotas menores possuem melhor capacidade de cobertura (oferecem maior número de gotas/cm<sup>2</sup>), assim como propiciam maior capacidade de penetração, e são recomendadas quando é necessária boa cobertura e boa penetração. Entretanto, gotas menores podem ser mais sensíveis à evaporação e aos processos de deriva.

Na maioria dos sistemas de produção as gotas maiores (grossas e muito grossas, por exemplo), são preferidas para aplicação de herbicidas de grande ação sistêmica, enquanto as gotas finas são mais utilizadas para inseticidas e fungicidas. As gotas médias possuem características intermediárias entre as mais finas e as mais grossas. Se não houver qualquer indicação na bula

do produto fitossanitário, as gotas médias devem ser preferidas, com o objetivo de reduzir a probabilidade de erros na aplicação.

O tamanho da gota deverá ser determinado dependendo do tipo de produto que será aplicado (herbicida, fungicida ou inseticida). Em caso de aplicação de herbicidas, dessecantes, onde a cobertura não é fator limitante, devido a ação sistêmica do produto, é essencial usarmos gotas maiores para assim evitarmos a deriva. Gotas grandes também são importantes para conseguirmos maior vida útil e dessa forma maior probabilidade de alcançarmos o alvo.

Classe de Pulverização	DMV* aproximado (Normal ASAF)	Pontas	Recomendação
Muito Fina	< 100 $\mu\text{m}$	Jato Plano Duplo	Fungicidas, Inseticidas e Herbicidas de contato
Fina	100 - 175 $\mu\text{m}$	Jato Plano Comum	
Média	175 - 250 $\mu\text{m}$	Jato Plano Comum	
Grossa	250 - 375 $\mu\text{m}$	Jato Plano Duplo com Ar	Dessecação com herbicidas sistêmicos
Muito Grossa	375 - 450	Jato Plano com Ar	
Extremamente Grossa	> 450 $\mu\text{m}$	Jato Plano com Ar	

## 1.8. Influência das condições climáticas

Durante a aplicação, alguns fatores podem determinar a interrupção da pulverização.

Correntes de vento, por exemplo, podem arrastar as gotas numa maior ou menor distância em função de seu tamanho ou peso.





A temperatura e, principalmente, a umidade relativa do ar, contribuem para a evaporação rápida das gotas.



As condições ideais para a pulverização são:

- Umidade relativa do ar: mínima de 50%;
- Velocidade do vento: 3 a 10 km/h;
- Temperatura abaixo de 30° C.

Estes limites devem ser considerados de acordo com a tecnologia de aplicação que será utilizada, adotando-se a classe de gotas mais segura dentro dos limites de cada situação.

Velocidade do ar aproximadamente na altura do bico	Descrição	Sinais Visíveis	Pulverização
Até 2km/h	Calmo	 Fumaça sobe verticalmente	Recomendável apenas com gotas grossas e muito grossas.
2 a 3 km/h	Quase calmo	 A fumaça é inclinada	
3 a 7 km/h	Brisa leve	 As folhas oscilam. Sente-se o vento na face.	Ideal para pulverização
7 a 10 km/h	Vento leve	 Folhas e ramos finos em constante movimento.	Recomendável apenas com técnica de redução de deriva.
10 a 15 km/h	Vento moderado	 Movimento de galhos. Poeira e pedaços de papel são levados	Impróprio para pulverização.

Fatores	Classes de gotas de acordo com as condições climáticas		
	Muito Finas ou Finas	Finas ou Médias	Médias ou Grossas
Temperatura	abaixo de 25° C	25 a 28° C	acima de 28° C
Umidade relativa	acima de 70%	60 a 70%	abaixo de 60%

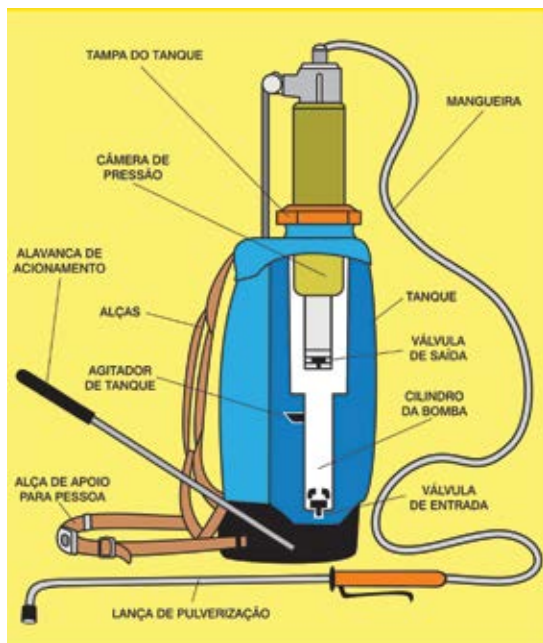
## 2. ESCOLHA DO EQUIPAMENTO DE PULVERIZAÇÃO

A aplicação eficaz de produtos fitossanitários começa na seleção de um equipamento de qualidade e adequado às condições da cultura (tamanho da área, espaçamento de plantio, topografia, distância do ponto de reabastecimento, etc.), que proporcione uma aplicação segura, com o máximo rendimento e o menor custo. Assim, saber identificar tal equipamento também é um passo muito importante.

### 2.1. Pulverizador costal manual

Para a escolha do pulverizador costal manual algumas características específicas devem ser levadas em conta, além do custo:

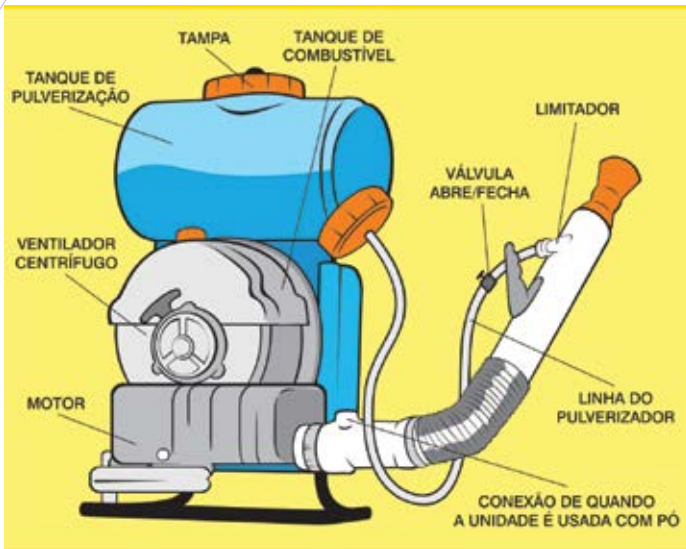
- Alças: as alças devem ser largas (> 5 cm) para que o peso do pulverizador se distribua de forma confortável sobre os ombros. Necessitam estar firmemente presas a ambos os extremos do pulverizador e ser facilmente ajustáveis, sem a necessidade de retirar o equipamento das costas do operador. As alças feitas de material absorvente devem ser evitadas devido a dificuldade de limpeza;



- **Tanque:** o desenho do tanque deve permitir seu esvaziamento por completo, visando evitar sobras de líquido em seu interior (ou na bomba) após a limpeza recomendada ter sido realizada;
- **Bocal de abastecimento:** deve ser largo o suficiente para facilitar a operação sem derramamento. A tampa deverá ser de fácil limpeza, com o respiro da tampa protegido contra vazamentos;
- **Alavanca:** deve-se colocar o pulverizador às costas, ajustar as alças corretamente e verificar se a posição da alavanca permite um curso completo da bomba, a uma velocidade constante. Se a alavanca puder ser trocada do lado direito para o esquerdo, o pulverizador será mais versátil, adaptando-se aos vários tipos de usuários e permitindo revezamento do braço do operador;
- **Mangueiras:** recomenda-se que tenham braçadeiras com parafuso de aperto para fixação nos conectores, facilitando a correção de vazamentos;
- **Lança:** o bico deve ser facilmente trocável. Alguns pulverizadores mais baratos podem possuir o bico fixo, que não pode ser substituído, os quais devem ser evitados. O conjunto de válvula de gatilho deve ser facilmente desmontável;
- **Peso:** o peso do pulverizador abastecido deve ser inferior a 25 kg para evitar a sobrecarga do operador. De uma forma geral, o pulverizador deve ser o mais leve possível, sem comprometer a resistência;
- **Confiabilidade/durabilidade:** a construção do pulverizador deve ser robusta, requerendo o mínimo de manutenção. Verifique a disponibilidade de peças de reposição e de um manual de instruções que contemple normas de segurança, lista de componentes e instruções de operação e manutenção.

## 2.2. Pulverizador costal motorizado

A escolha entre um pulverizador costal motorizado e um de bombeamento manual deve considerar:



- Alto custo inicial e requerimento de manutenção: os pulverizadores costais motorizados são mais caros e requerem mais manutenção;

Os pulverizadores costais motorizados são mais adequados para se obter cobertura em plantações altas ou em campos onde é difícil caminhar, em função do jato de maior alcance, enquanto os pulverizadores manuais normalmente oferecem cobertura mais uniforme;

- Os pulverizadores costais motorizados produzem uma proporção relativamente alta de gotas muito finas e, portanto, podem causar mais deriva;

■ Os pulverizadores costais motorizados são mais pesados e desconfortáveis de se usar por longos períodos. Por outro lado, os pulverizadores de bombeamento manual podem ser igualmente cansativos ao longo do tempo. Alguns costais motorizados apresentam elevado nível de ruído.

Após decidir sobre a real necessidade do pulverizador costal motorizado, os seguintes aspectos são importantes:

■ Tamanho do motor: motores de maior potência devem ser escolhidos apenas para aplicação em culturas de maior porte. Pulverizadores de menor porte são mais confortáveis de usar e são adequados para a maioria dos tipos de cultivos;

■ Verifique se o pulverizador possui acessório para restrição de fluxo, visando a aplicação em volumes mais baixos. Sistemas com restritores intercambiáveis são mais versáteis do que os do tipo “torneira”;

■ Alguns modelos são mais versáteis, possibilitando a aplicação de sólidos;

■ Verifique a ergonomia do equipamento e a facilidade de acesso aos componentes para manutenção, notadamente a vela de ignição;

■ Verifique a disponibilidade de peças de reposição e o manual de operação e manutenção.

### **2.3. Pulverizador tratorizado com mangueira e pistola de pulverização**

Algumas características são importantes na seleção de um pulverizador tratorizado com mangueiras e lança de pulverização:

■ Recomenda-se que as mangueiras acopladas ao pulverizador possuam indicação nítida da pressão máxima de trabalho recomendada, a qual deve ser pelo menos 20% superior à máxima pressão da bomba. As mangueiras devem estar posicionadas de tal forma que, na eventualidade de um escape ou rompimento, se minimize o risco de contaminação do trabalhador.

Além disso, devem estar colocadas de modo a não haver dobras acentuadas que possam reduzir seu diâmetro interno efetivo;

■ As mangueiras são normalmente feitas de um elastômero reforçado resistente a agentes químicos. Algumas possuem um recobrimento interno resistente a agentes químicos com uma cobertura externa mais flexível. Mangueiras de má qualidade podem amolecer pelo efeito das altas temperaturas, comuns em climas tropicais, e não devem ser utilizadas. Por outro lado, mesmo as mangueiras de boa qualidade se degradam com o tempo pela ação da luz ultravioleta, ou podem descolar-se ou fragilizar-se devido a ação de produtos fitossanitários ou dos solventes de algumas formulações e, portanto, devem ser examinadas regularmente;

■ As lanças servem de suporte às pontas de pulverização. Elas devem ter comprimento adequado para emitir o fluxo de calda longe do corpo do operador, minimizando sua exposição. Alguns fabricantes fornecem uma lança extensível, ou mesmo extensores de diversos tamanhos, para possibilitar a pulverização de árvores, por exemplo, com maior segurança. O extremo da lança pode ser reto ou apresentar diferentes graus de curvatura, com número variável de bicos, cuja função é melhorar o posicionamento do bico para que a melhor deposição dos produtos fitossanitários. Em outros casos, podem-se acoplar à extremidade da lança pequenas barras, ou mesmo algumas estruturas de formas diversas, com número variável de bicos, aumentando conseqüentemente a vazão e o formato da distribuição da lança. Em ambos os casos, deve-se ter cuidado para que a vazão total dos bicos esteja dentro da capacidade da bomba;

■ As pistolas de pulverização são providas de bicos hidráulicos operados a alta pressão, onde as gotas se formam e são arremessadas em direção à planta. Estas pistolas são compostas essencialmente de um corpo, uma manopla ou cabo que através de um processo de rotação consegue variar o jato de pulverização, fazendo com que as gotas cheguem com maior (jato concentrado) ou menor (jato difuso) impacto sobre o alvo, e uma ponta substituível, permitindo variações na vazão e no tamanho das gotas.

Os bicos utilizados são um tipo especial denominado de “cone variável”, onde a distância entre a ponta e uma helicóide (rosca sem fim posicionada no corpo da pistola com a finalidade de dar rotação à calda para proporcionar a formação do cone) pode ser ajustada através da rotação do cabo.

Quanto mais próximo está a helicóide da ponta, mais largo é o ângulo de pulverização e menores são as gotas produzidas, por outro lado, a distância atingida pela pulverização é menor, e vice-versa. Este tipo de pulverizador é ainda bastante utilizado para tratamento de pomares novos, onde o espaço entre plantas na linha é significativo, e por pequenos e médios fruticultores, que fazem a opção por ele para não ter que investir em duas máquinas.

Alguns autores são da opinião que a aplicação manual, com utilização de pistolas, é a forma que melhor cobre as partes de difícil acesso em culturas arbustivas e arbóreas, pois, através de clareiras, o aplicador pode atingir melhor as partes internas. Porém, existe a desvantagem da necessidade de grande volume de água para que haja boa cobertura de toda a planta.

### **PONTA DO PULVERIZADOR**



## 2.4. Pulverizador de barras (tratorizado ou autopropelido)

As principais características a serem avaliadas na seleção de um pulverizador de barras são as seguintes:

- A maioria dos pulverizadores tem sua barra montada na parte traseira. Em alguns casos, como na aplicação de herbicidas em faixas, a barra pode ser montada no meio ou na frente para possibilitar o fácil posicionamento dos bicos em relação às linhas de cultura;

- As barras menores, usualmente de até 12 metros, são geralmente fixadas diretamente no quadro do pulverizador. Acima deste tamanho as barras são dotadas de sistemas estabilização e amortecimento de movimentos. Tais sistemas tornam a barra independente da estrutura do pulverizador, buscando minimizar as oscilações.

Os sistemas de estabilização da barra também procuram manter a barra paralela ao solo, o que faz com que em terrenos inclinados, o paralelismo precise ser corrigido através de cilindros hidráulicos.

É comum a presença de sistemas eletrônicos de ajuste de altura da barra com relação ao solo nos pulverizadores autopropelidos mais sofisticados;

- As barras normalmente compreendem três ou mais seções, as quais podem ser dobradas quando não estiverem em uso.

Os movimentos de dobra e desdobra das barras podem ser feitos manualmente ou, em pulverizadores mais sofisticados, controlados através de um sistema hidráulico;

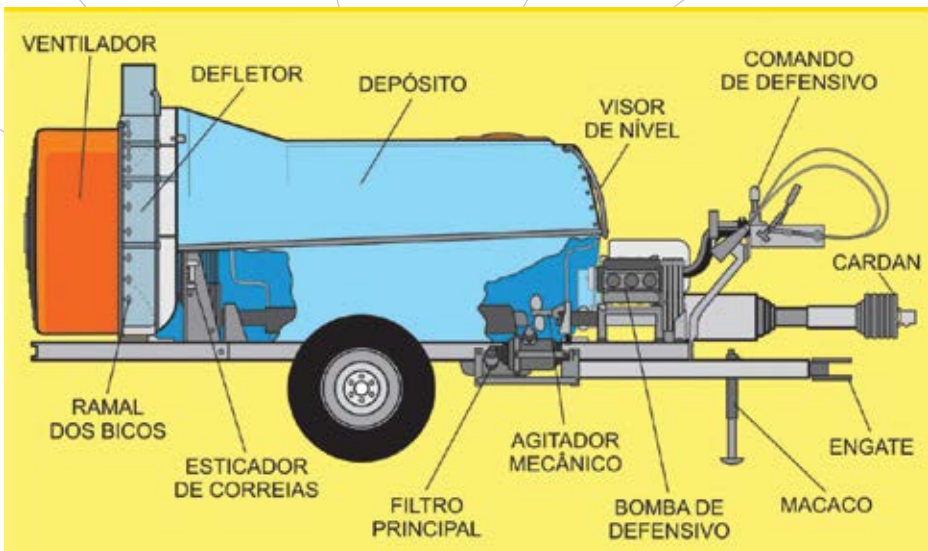
- As barras normalmente possuem um sistema de ajuste da altura de trabalho, possibilitando a regulagem desta para os diversos estágios de desenvolvimento das culturas. Possuem ainda mecanismo de destravamento que permite que a barra, ao bater em qualquer obstáculo, dobre-se para trás, prevenindo danos à mesma e possibilitando seu retorno à posição original.



■ Quando o líquido flui através de um tubo que é parte integrante da estrutura da barra, esta é denominada como “barra úmida”. Na “barra seca” o líquido percorre mangueiras que são independentes da estrutura da barra;

■ As barras podem ser equipadas com assistência de ar, cujo propósito é oferecer um fluxo de ar em conjunto com o jato de pulverização, buscando melhorar a deposição da calda no interior do dossel das culturas, assim como reduzir o eventual risco de deriva da aplicação.

O sistema é mais eficiente quando a cultura possui maior enfolhamento e a pulverização utiliza gotas mais finas. Se a assistência do ar é utilizada quando existe relativamente pouca folhagem ou em solo nu, o ar reflete no solo podendo ocasionar maior deriva.



## 2.5. Turbopulverizador

Os turbopulverizadores (também denominados turboatomizadores) são pulverizadores montados ou tracionados que geram uma corrente de ar para transportar, direcionar e auxiliar na deposição das gotas produzidas

por bicos hidráulicos. São utilizados em culturas arbóreas, uma vez que estas culturas frequentemente têm copas grandes e densas, com formas variando na estrutura e enfolhamento durante as estações do ano.

Isso faz com que uma energia adicional deva ser adicionada à pulverização para assegurar uma boa cobertura do alvo.

Os bicos de pulverização se acham posicionados em uma barra em forma de arco, fixados por diferentes sistemas. O formato e o comprimento da barra variam conforme o modelo do pulverizador, sendo frequente seu posicionamento junto à saída de ar do ventilador.

Estas barras usualmente possuem bicos que podem ser fechados individualmente, de forma que o equipamento possa ser ajustado para fornecer a quantidade ideal de líquido em função das diferenças no enfolhamento das diversas partes das plantas-alvo.

Os turbopulverizadores caracterizam-se por possuir um ou mais ventiladores, cuja função é produzir o fluxo de ar que irá transportar as gotas dos bicos até o alvo.

A energia para a movimentação dos ventiladores pode ser fornecida ou pela TDP ou por um motor próprio do pulverizador. Quando a energia é fornecida pela TDP, o eixo cardan é normalmente ligado a outro eixo que movimenta uma caixa de engrenagens ligada ao ventilador, através de uma série de correias.

Algumas opções de polias (ou pares de engrenagens) podem ser fornecidas pelo fabricante visando alterar a velocidade do ventilador e conseqüentemente o volume de ar gerado. Em qualquer situação, é importante se observar que o sistema ventilador-bomba pode consumir uma grande quantidade de potência do trator para seu acionamento, sendo muito importante, portanto, uma correta adequação do mesmo.

O pulverizador é normalmente dotado de um dispositivo para desligamento do ventilador, visando a operação de abastecimento e agitação da calda, assim como para a utilização do equipamento com mangueiras e lanças.

Dois principais tipos de ventiladores são utilizados: de fluxo axial e radial.

■ Nos pulverizadores com ventiladores de fluxo axial, o ar é movimentado paralelamente ao seu eixo e, com o auxílio de defletores, expelle o ar passando pela barra de bicos em direção ao alvo.

Os ventiladores de fluxo axial movimentam grande volume de ar a baixa pressão e baixa velocidade.

Em alguns turbopulverizadores, as pás do ventilador podem ser ajustadas para alterar o fluxo.

Os defletores podem ser de simples escoamento ou de duplo escoamento. Os defletores simples em geral apresentam maior concentração de ar nas partes baixas, causada pelo fechamento da boca de saída na parte inferior do defletor. Nos defletores duplos, o ar da parte inferior do ventilador é desviado, criando um escoamento de ar complementar que reforça a parte superior do jato. Esse defletor é utilizado quando se necessita atingir o ponteiro de plantas altas;

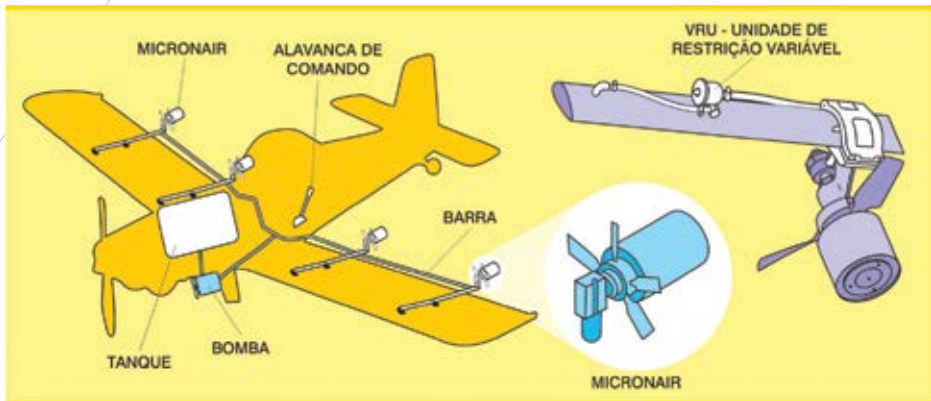
■ Nos pulverizadores com ventiladores de fluxo radial as hélices impulsionam o ar diretamente em direção ao alvo, no sentido perpendicular ao eixo do ventilador (sentido radial), passando pela barra de bicos.

Este tipo de ventilador é capaz de movimentar o ar a grandes velocidades. No entanto, a velocidade do ar ao longo da cortina formada é bastante desuniforme.

Da mesma maneira, são disponibilizadas estruturas defletoras para o direcionamento do fluxo de ar para as diferentes partes das plantas-alvo.

## 2.6. Pulverização com aeronave

O sistema de pulverização com aeronave (pulverizador aéreo) é bastante simples se comparado ao de um pulverizador terrestre.



Em geral, as aeronaves possuem os seguintes componentes: hopper (tanque de insumos), bomba, válvula de 3 vias, válvula de abastecimento rápido, manômetro, filtro e barras de aplicação. O fundo do hopper é composto de uma comporta para alijamento da carga, visando aliviar o peso da aeronave em caso de uma situação de emergência. A bomba responsável pelo fluxo de calda pode ser acionada por um sistema hidráulico, a partir do motor da aeronave, ou pode ser de acionamento eólico. As barras de aplicação possuem acoplamentos do tipo engate rápido, visando facilitar a substituição em caso de mudança da tecnologia utilizada em uma determinada aplicação.

Os dispositivos mais utilizados para a geração de gotas em aplicações aéreas são os atomizadores rotativos e as pontas hidráulicas:

■ Os atomizadores utilizam a energia centrífuga proveniente da alta rotação, que por sua vez é gerada pelo fluxo do ar em voo.

Os tipos mais utilizados são os atomizadores de tela e os de discos. A vazão de líquido nos atomizadores é ajustada por um sistema de orifícios variáveis (unidade de restrição variável, ou VRU, do inglês "Variable Restrictor Unit") e pela pressão da calda no sistema hidráulico de pulverização. A intensidade de fragmentação das gotas depende da rotação do atomizador, a qual é definida tanto pelo ângulo de ataque das pás das hélices como pela própria velocidade de voo da aeronave.

Assim como na maioria das pontas hidráulicas, a combinação correta do tamanho de gotas e vazão pode ser obtida através de consulta a tabelas fornecidas pelos fabricantes, de acordo com as características operacionais da aplicação.

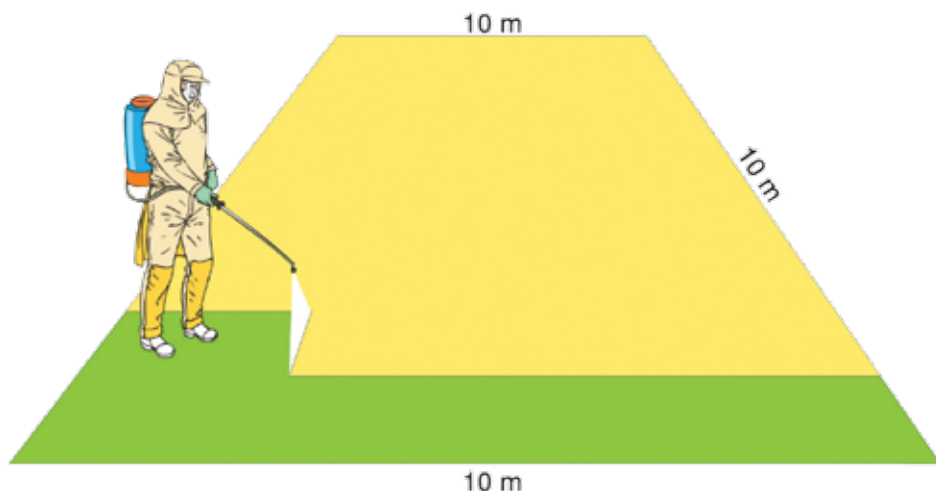
■ As pontas hidráulicas (usualmente de jato plano, cone cheio ou vazio) podem ser montadas em suportes providos de dispositivos antigotejadores, semelhantes aos de barras convencionais para aplicação terrestre. Em alguns casos as barras ou os suportes podem ser angulados para frente com relação à linha de deslocamento da aeronave.

Neste caso, o ângulo zero ocorre quando a ponta está virada totalmente para trás, enquanto o ângulo  $90^\circ$  representa a ponta angulada para baixo. Este ângulo serve para aumentar ou diminuir a fragmentação das gotas (quanto maior esta angulação menor será o tamanho de gotas geradas, e vice-versa).

As barras de aplicação podem oferecer inúmeras configurações quanto ao número e a posição das pontas hidráulicas ou atomizadores fixados em cada lado da aeronave.

Estas configurações são variáveis em função do comportamento dinâmico do ar em volta da aeronave durante as aplicações, que é influenciado pela velocidade de voo e pelos vórtices causados pela hélice e pela ponta

das asas. Por esta razão, as montagens de barra mais populares não se apresentam de maneira simétrica. Muitas vezes, podem existir diferenças no número e/ou posição das pontas entre as barras esquerda, central e direita. Convencionou-se limitar o tamanho da barra de aplicação a 70% do valor da envergadura da aeronave (distância de uma extremidade à outra das asas), visando evitar problemas de deriva causados pelos vórtices das pontas das asas.



### 3. APLICAÇÃO COM PULVERIZADORES COSTAIS

#### 3.1. Calibração do pulverizador costal manual

- Demarque uma área de 10 m x 10 m (100 m<sup>2</sup>) na cultura.
- Abasteça o pulverizador somente com água e marque o nível no tanque.
- Coloque o pulverizador nas costas e ajuste as alças.

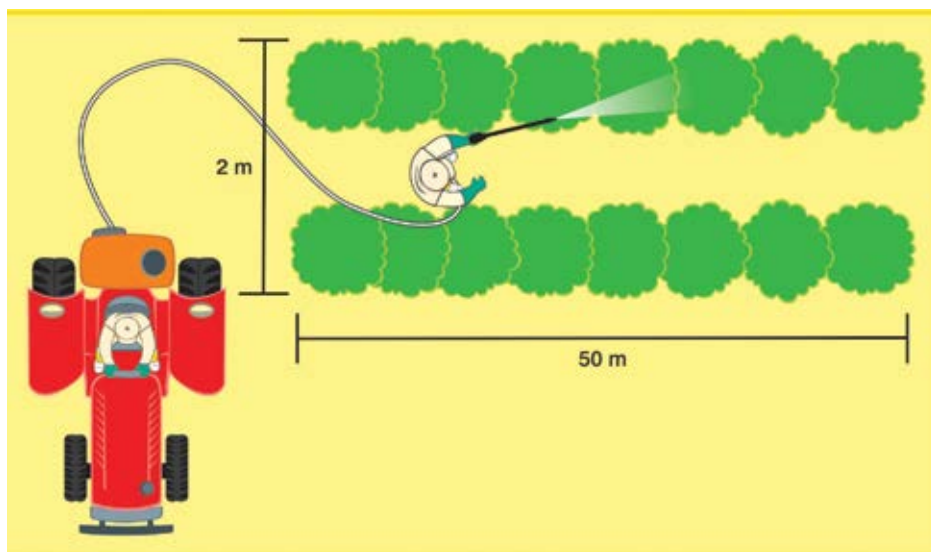
- Pulverize a área marcada a uma velocidade confortável e que seja sustentável nas condições normais da área que será pulverizada (subida, descida, evitando obstáculos etc.) no período de trabalho normal.
- Retire o pulverizador das costas.
- Meça a quantidade de água necessária para reabastecer o tanque do pulverizador até a marca feita anteriormente, com recipiente graduado.
- Repita a operação por mais duas vezes e calcule a média do gasto de água.
- Para determinar o volume de aplicação em 1 hectare, multiplique por 100 o volume aplicado em 100 m<sup>2</sup>.
- Leia a bula do produto para verificar se este volume está dentro dos limites recomendados. Se o volume obtido for superior ou inferior a 10% do volume recomendado na bula, mude a ponta para uma de vazão maior ou menor, conforme o caso.

Caso haja necessidade da troca das pontas, o procedimento de calibração deve ser repetido. Nos casos onde a dosagem do produto é recomendada em concentração (ex: 150 mL/100 L de água), o volume adequado pode ser visualizado através do início do escoamento da calda, no caso de folhagens, ou da obtenção da concentração de gotas desejada.

- Calcule o número de tanques que serão gastos em um hectare, dividindo a quantidade de água gasta por hectare pelo volume do tanque do pulverizador.
- Leia a bula do produto para identificar a dosagem recomendada.
- Se a dosagem estiver recomendada por hectare (ex: 2,0 L/ha), calcule a quantidade de produto a ser colocada no tanque a cada reabastecimento em função do número de tanques por hectare. Por exemplo, se a capacidade do tanque é de 20 L, e a taxa de aplicação de 200 L/ha, a quantidade de produto a ser colocada a cada reabastecimento será  $(20 \div 200) \times 2,0 = 0,2$  litros de produto por tanque.

■ Se a dosagem estiver recomendada em concentração (ex: 150 mL/100 L de água), calcule a quantidade de produto a ser colocada no tanque a cada reabastecimento em função da capacidade do tanque. Por exemplo, se a capacidade do tanque é de 20 L, a quantidade de produto a ser colocada a cada reabastecimento será  $(20 \div 100) \times 150 = 30$  mL de produto por tanque.

Observação: como alternativa, pode-se determinar o tempo gasto para pulverizar 100 m<sup>2</sup>. Posteriormente, com o pulverizador parado e o auxílio de um recipiente graduado, determina-se o volume pulverizado no tempo cronometrado.



## 4. APLICAÇÃO COM PULVERIZADORES TRATORIZADOS

### 4.1. Calibração do pulverizador tratorizado com mangueiras

■ Meça a faixa de pulverização, que será normalmente igual ao espaçamento de plantio dividido pelo número de vezes que o aplicador entra em uma mesma rua. (exemplo: 4 m entre ruas /2 vezes por rua = 2 m de faixa). Em



canteiros, a faixa de aplicação será igual a largura do canteiro multiplicada pelo número de canteiros pulverizados simultaneamente;

- Abasteça o pulverizador somente com água;
- Calcule quantos metros precisam ser pulverizados para cobrir  $100 \text{ m}^2$  através da divisão de 100 pela faixa de pulverização medida;
- Determine o tempo em segundos necessário para pulverizar sobre a distância calculada, a uma velocidade confortável e que seja sustentável nas condições normais da área que será pulverizada (subida, descida, evitando obstáculos, etc.) no período de trabalho normal;
- Repita essa operação por mais duas vezes e calcule o tempo médio;
- Com o operador parado, funcione o pulverizador e colete o volume pulverizado dentro de um recipiente qualquer (por exemplo, um saco de adubo ou de lixo) durante o tempo determinado;
- Meça o volume pulverizado em uma caneca graduada;
- Repita essa operação por mais duas vezes e calcule a média do gasto de água;
- Para determinar o volume de aplicação em 1 hectare, multiplique por 100 o volume aplicado em  $100 \text{ m}^2$ ;
- Leia a bula do produto para verificar se este volume está dentro dos limites recomendados. Se o volume obtido for superior ou inferior a 10% do volume recomendado na bula, mude a ponta para uma de vazão maior ou menor, conforme o caso. Caso haja necessidade da troca das pontas, o procedimento de calibração deve ser repetido;
- Nos casos em que a dosagem do produto é recomendada em concentração (ex:  $150 \text{ mL}/100 \text{ L}$  de água), o volume adequado pode ser visualizado através do início do escoamento da calda, no caso de folhagens, ou da obtenção da concentração de gotas desejada;

- Leia a bula do produto para identificar a dosagem recomendada;
- Se a dosagem estiver recomendada por hectare (ex: 2,5 L/ha), calcule a quantidade de produto a ser colocada no tanque a cada reabastecimento em função do volume pulverizado. Por exemplo, se a capacidade do tanque é de 200 L, e a taxa de aplicação de 500 L/ha, a quantidade de produto a ser colocada a cada reabastecimento será  $(200 \div 500) \times 2,5 = 1,0$  litro de produto por tanque;
- Se a dosagem estiver recomendada em concentração (ex: 150mL/100L de água), calcule a quantidade de produto a ser colocada no tanque a cada reabastecimento em função da capacidade do tanque. Por exemplo, se a capacidade do tanque é de 200L, a quantidade de produto a ser colocada a cada reabastecimento será  $(200 \div 100) \times 150 = 300$ mL de produto por tanque.

## 4.2. Calibração do pulverizador de barras

- Selecione a altura de trabalho da barra em função do espaçamento e do tipo de ponta que equipa a barra. O tipo de ponta de pulverização deverá ser selecionado em função do alvo, do tipo e modo de ação do produto fitossanitário e das condições climáticas no momento da operação;
- Abasteça o pulverizador somente com água;
- Marque 50 metros no terreno a ser tratado;
- Identifique a rotação necessária no motor para proporcionar 540 rpm na tomada de potência (TDP) nos tratorizados, ou rotação ideal de trabalho nos autopropelidos, e acelere o motor até esta rotação;
- Selecione a marcha que proporcione a velocidade adequada às condições de operação na área a ser tratada;

■ Anote o tempo (T) necessário para o trator, na marcha e rotação selecionadas, percorrer os 50 metros. Em terrenos de topografia irregular, repita a operação várias vezes e tire a média. Inicie o movimento do trator no mínimo 5 metros antes do ponto marcado. Calcule a velocidade dividindo 50 m pelo tempo (em segundos), obtendo o resultado da velocidade em metros por segundo (m/s).

Multiplique este resultado por 3,6 para transformar em quilômetros por hora (km/h):

$$\text{Velocidade (km/h)} = \frac{\text{Distância (metros)}}{\text{Tempo (segundos)}} \times 3,6$$

■ A seguir, nos pulverizadores com controle de pressão manual, afrouxe totalmente a válvula reguladora de pressão;

■ Com o trator parado, na rotação selecionada, abra as válvulas de fluxo para as barras e regule a pressão de acordo com a recomendada para as pontas que estão sendo utilizadas;

■ Faça uma breve checagem visual do padrão de pulverização das pontas e do seu alinhamento;

■ Colete o volume pulverizado em todas as pontas durante pelo menos um minuto.

Use preferencialmente baldes para a coleta e determine a massa de líquido com o auxílio de uma balança com precisão de pelo menos 5g. Considerando-se a densidade média da água como sendo 1,0 kg/L, a massa indicada (em kg) já resultará numa vazão equivalente de cada ponta, em litros por minuto (L/min). Antes de proceder a coleta, deixe as pontas aplicando durante pelo menos 1 minuto para estabilizar a pressão nos

segmentos da barra. Observação: é recomendável “vestir” uma mangueira flexível em torno do bico e direcionar o fluxo nesta mangueira para o balde, evitando-se o derramamento da calda durante a coleta;

■ Quando possível, disponibilize tantos baldes e mangueiras quantos bicos existam na barra, de forma a tornar mais rápida a coleta da vazão de todas as pontas;

Observação: use sempre o mesmo balde para a pesagem, descontando seu peso (tara) na balança. Despeje o conteúdo coletado em cada bico neste balde usado para a pesagem, descartando o líquido em seguida. Este procedimento confere precisão à medida da vazão.

■ A taxa de aplicação (ou volume de calda), em litros por hectare, pode então ser determinada a partir da média de vazão de todas as pontas da barra, através da equação:

$$\text{L/ha} = \frac{\text{L/min} \times 600}{\text{km/h} \times E}$$

Onde:

L/min = vazão média de todas as pontas da barra;

L/ha = taxa de aplicação (ou volume de calda);

km/h = velocidade de aplicação;

E = espaçamento entre bicos (em metros).

■ Leia a bula do produto para verificar se esta taxa de aplicação está dentro dos limites recomendados. Caso não esteja, pequenos ajustes podem ser

realizados variando-se a pressão ou a velocidade do trator, porém, para ajustes maiores, recomenda-se a troca das pontas de pulverização para pontas de vazões maiores ou menores, conforme a necessidade. Nos equipamentos tratorizados, as alterações na velocidade do trator devem ser realizadas sempre pela alteração da marcha e nunca pela alteração na rotação do motor (mantenha 540 rpm na TDP);

- Leia a bula do produto para identificar a dosagem recomendada;
- Se a dosagem estiver recomendada por hectare (ex: 2,0 L/ha), calcule a quantidade de produto a ser colocada no tanque a cada reabastecimento em função da taxa de aplicação. Por exemplo, se a capacidade do tanque é de 600 L, e a taxa de aplicação de 200 L/ha, a quantidade de produto a ser colocada a cada reabastecimento será  $(600 \div 200) \times 2,0 = 6,0$  litros de produto por tanque, completando-se o resto com o diluente (água);
- Se a dosagem estiver recomendada em concentração (ex: 200 mL/ 100 L de água), calcule a quantidade de produto a ser colocada no tanque a cada reabastecimento em função da capacidade do tanque. Por exemplo, se a capacidade do tanque é de 600 L, a quantidade de produto a ser colocada a cada reabastecimento será  $(600 \div 100) \times 0,20 = 1,20$  litros de produto por tanque;

### **4.3. Calibração do turbopulverizador**

Existem duas formas de se expressar a quantidade de calda na utilização de turbopulverizadores: a aplicação em litros por planta ou em litros por hectare.

#### **4.3.1. Quando a quantidade de calda é expressa em litros/planta**

- Abasteça o pulverizador somente com água e anote o nível no tanque;
- Marque 100 plantas para culturas de menor porte (exemplo do café) ou 10 para culturas de maior porte (como em citros) no talhão a ser tratado;

■ Ajuste no motor a rotação necessária para proporcionar 540 rpm na TDP (tomada de potência);

■ Selecione a marcha que proporcione a velocidade adequada às condições de operação na área a ser tratada. A velocidade de deslocamento do pulverizador deve proporcionar tempo suficiente ao ar e a calda pulverizada para que penetrem adequadamente na copa. Assim, o ar expelido pelo pulverizador deve ser ajustado para proporcionar a penetração necessária na copa sem, no entanto, carregar um excesso da calda para além do topo ou para o outro lado das árvores, onde ela causaria deriva. Em geral, ventiladores grandes e ruas estreitas permitem o uso de velocidades de deslocamento maiores;

■ A parte central das plantas é a parte mais difícil de penetrar, e a cobertura aí obtida deve ser avaliada como parte do processo de calibração;

■ Ligue a tomada de potência (TDP) e ajuste a rotação do motor para obter 540 rpm na TDP). Ajuste os defletores e o direcionamento dos bicos. Quando o pulverizador for equipado com defletores de ar, estes devem ser ajustados na parte superior e inferior da saída do ventilador, em ambos os lados, de forma a confinar a cortina de ar à cultura alvo e evitar que a calda pulverizada caia no chão, ou que seja arrastada pelo vento para além das árvores;

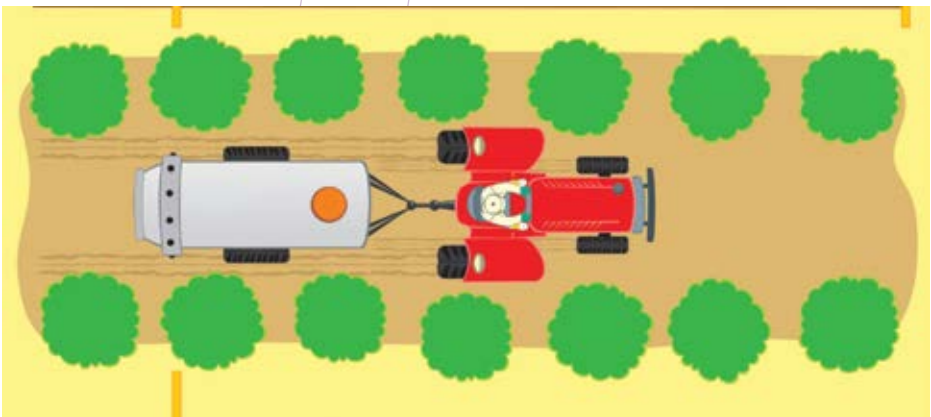
Importante: todo cuidado é necessário ao ajustar os defletores, visto que um incorreto posicionamento pode fazer com que os mesmos interceptem a calda, resultando em escorrimentos. Pode ser também necessário ajustar o posicionamento dos bicos para que propiciem uma correta distribuição da calda dentro da copa. Bicos que estejam pulverizando sobre o topo do alvo devem ser fechados;

■ Pulverize nas plantas marcadas. Inicie o movimento do trator no mínimo 5 metros antes do ponto marcado;

- Meça a quantidade de água necessária para reabastecer o tanque do pulverizador até a marca feita anteriormente. Para medidas precisas, o pulverizador deve estar na mesma posição antes e depois da operação;
- Para obter o volume pulverizado sobre uma planta, divida o volume pulverizado pelo número de covas considerado;
- Leia a bula do produto para verificar se esta taxa de aplicação está dentro dos limites recomendados. Caso não esteja, pequenos ajustes podem ser realizados variando-se a pressão, porém, para ajustes maiores, recomenda-se a troca das pontas de pulverização para pontas de vazões maiores ou menores, conforme a necessidade;

Importante: não esqueça que pontas de alta vazão produzem normalmente gotas maiores, que são menos eficientemente transportadas pelo ar e possuem baixa capacidade de penetração nas plantas.

- Leia a bula do produto para identificar a dosagem recomendada (ex: 200 mL/100 L de água) e calcule a quantidade de produto a ser colocada no tanque a cada reabastecimento em função da capacidade do tanque. Por exemplo, se a capacidade do tanque é de 2000 L, a quantidade de produto a ser colocada a cada reabastecimento será  $(2000 \div 100) \times 0,20 = 4,0$  litros de produto por tanque.



### 4.3.2. Quando a quantidade de calda é expressa em litros/ha

- Meça a faixa de pulverização, que será normalmente igual ao espaçamento de plantio dividido pelo número de vezes que o pulverizador entra em uma mesma rua (exemplo: 4 m entre ruas /2 vezes por rua = 2 m de faixa).
- Ajuste no motor a rotação necessária para proporcionar 540 rpm na TDP (tomada de potência);
- Selecione a marcha que proporcione a velocidade adequada às condições de operação na área a ser tratada. A velocidade de deslocamento do pulverizador deve proporcionar tempo suficiente ao ar e a calda pulverizada para que penetrem adequadamente na copa. Assim, o ar expelido pelo pulverizador deve ser ajustado para proporcionar a penetração necessária na copa sem, no entanto, carregar um excesso da calda para além do topo ou para o outro lado das árvores, onde ela causaria deriva. Em geral, ventiladores grandes e ruas estreitas permitem o uso de velocidades de deslocamento maiores;
- A parte central das plantas é a parte mais difícil de penetrar, e a cobertura aí obtida deve ser avaliada como parte do processo de calibração;
- Ligue a tomada de potência (TDP) e ajuste a rotação do motor para obter 540 rpm na TDP;
- Ajuste os defletores e o direcionamento dos bicos. Quando o pulverizador for equipado com defletores de ar, estes devem ser ajustados na parte superior e inferior da saída do ventilador, em ambos os lados, de forma a confinar a cortina de ar à cultura alvo e evitar que a calda pulverizada caia no chão, ou que seja arrastada pelo vento para além das árvores;

Importante: todo cuidado é necessário ao ajustar os defletores, visto que um incorreto posicionamento pode fazer com que os mesmos interceptem



a calda, resultando em escorrimientos. Pode ser também necessário ajustar o posicionamento dos bicos para que propiciem uma correta distribuição da calda dentro da copa. Bicos que estejam pulverizando sobre o topo do alvo devem ser fechados;

- Pulverize nas plantas marcadas. Inicie o movimento do trator no mínimo 5 metros antes do ponto marcado;

- Meça a quantidade de água necessária para reabastecer o tanque do pulverizador até a marca feita anteriormente. Para medidas precisas, o pulverizador deve estar na mesma posição antes e depois da operação;

- Para determinar o volume de aplicação em 1 (um) hectare, multiplique por 100 o volume aplicado em 100 m<sup>2</sup>.

- Leia a bula do produto para verificar se este volume está dentro dos limites recomendados. Se o volume obtido for superior ou inferior a 10% do volume recomendado na bula, mude a ponta para uma de vazão maior ou menor, conforme o caso. Caso haja necessidade da troca das pontas, o procedimento de calibração deve ser repetido.

- Nos casos onde a dosagem do produto é recomendada em concentração (exemplo: 150 mL/100 L de água), o volume adequado pode ser visualizado através do início do escorrimento da calda, no caso de folhagens, ou da obtenção da concentração de gotas desejada;

Importante: não esqueça que pontas de alta vazão produzem normalmente gotas maiores, que são menos eficientemente transportadas pelo ar e possuem baixa capacidade de penetração nas plantas.

- Leia a bula do produto para identificar a dosagem recomendada: se a dosagem estiver recomendada por hectare (exemplo: 3,0 L/ha), calcule a quantidade de produto a ser colocada no tanque a cada reabastecimento em função do volume pulverizado. Por exemplo, se a capacidade do tanque é de 2000 L, e a taxa de aplicação de 400 L/ha, a quantidade de produto a

ser colocada a cada reabastecimento será  $(2000 \div 400) \times 3,0 = 15,0$  litros de produto por tanque;

■ Se a dosagem estiver recomendada em concentração (ex: 150 mL/100 de água), calcule a quantidade de produto a ser colocada no tanque a cada reabastecimento em função da capacidade do tanque. Por exemplo, se a capacidade do tanque é de 2000 L, a quantidade de produto a ser colocada a cada reabastecimento será  $(2000 \div 100) \times 150 = 3000$  mL ou 3,0 litros de produto por tanque.

## 5. APLICAÇÃO COM AERONAVE

### 5.1. Faixa de deposição e altura de voo

Diferente do que ocorre com os pulverizadores terrestres, a faixa de deposição efetiva de um pulverizador aéreo (avião agrícola) é função direta da envergadura (distância de uma extremidade à outra das asas), da velocidade e dos deslocamentos aerodinâmicos provocados pelo voo. A faixa de deposição efetiva é uma característica específica para cada tipo ou modelo do avião e representa um fator de grande influência nos resultados da aplicação. Faixas muito grandes reduzem a eficácia da aplicação em função da menor uniformidade causada pela inadequada sobreposição entre as passadas.

Voos em altura muito reduzida também podem promover deposição irregular da calda ao longo da faixa aplicada. Em geral não se recomenda altura de voo inferior a 3 metros.

A altura normal de trabalho vai de 3 a 4 metros, sendo que alturas maiores somente devem ser recomendadas em condições excepcionais, desde que as condições climáticas sejam favoráveis.

A determinação da faixa de deposição e a calibração das aeronaves deve

ser realizada de acordo com a norma ASAE S386.2 (ASABE, 2004), a qual apresenta os parâmetros básicos para a coleta e processamento dos dados para estes procedimentos. Na determinação da faixa de deposição os coletores devem ser dispostos espaçados de 1,0 m e alinhados na direção predominante do vento. A aeronave deve passar pelo centro e transversalmente ao alinhamento dos coletores, voando na altura programada, com no mínimo três repetições. Os dados coletados devem ser processados em planilha eletrônica visando obter simulações de sobreposição para determinar a faixa de trabalho com o menor coeficiente de variação (CV) dos dados. Para uma aeronave de porte médio é comum a utilização de larguras de faixa entre 10 e 20 m para a aplicação de líquidos, dependendo da configuração das barras, da altura de voo e da velocidade de aplicação.

## 5.2. Ajuste da taxa de aplicação (volume de calda)

Segundo Carvalho et al. (2011), a taxa de aplicação indicada em L/ha é obtida da divisão da vazão (L/min) pela área aplicada em 1 min. Portanto, a vazão (L/min) pode ser calculada pela multiplicação da taxa de aplicação (L/ha) pela área aplicada na unidade de tempo:

$$\text{Vazão (Q)} = \text{ha/min} \times \text{Volume (L/ha)}$$

Por outro lado, a área aplicada na unidade de tempo (ha/min) é função da largura de faixa e da velocidade de aplicação. Sendo a velocidade comumente expressa em milhas por hora, e a largura de faixa em metros, pode-se calcular área/minuto através da seguinte equação:

$$\text{ha/min} = V \times L_f \times 0,00268$$

Onde:

V = velocidade (milhas por hora)

Lf = largura de faixa (metros)

Assim, por exemplo, para uma velocidade de 110 mph e largura de faixa de 15 metros, a área/minuto será:  $110 \times 15 \times 0,00268 = 4,42$  ha/min.

De posse deste valor e desejando-se uma determinada taxa de aplicação, basta multiplicar esta por aquele valor obtido acima, para termos então a vazão total (L/min).

Por exemplo, desejando-se uma taxa de aplicação de 20 litros /hectare, a vazão total necessária será:

$$\text{Vazão (Q)} = 20 \times 4,42 = 88,4 \text{ litros/minuto}$$

O passo seguinte será calcular a vazão unitária (q), ou seja, a vazão individual de cada atomizador (ou ponta, numa barra convencional). Para tanto, basta dividir a vazão total Q pelo número de atomizadores (ou ponta). Por exemplo, sendo utilizados 8 atomizadores em uma instalação, a vazão unitária será:

$$\text{Vazão unitária (q)} = 88,4/8 = 11,05 \text{ litros/minuto}$$

Neste caso, as unidades de restrição variável dos atomizadores e a pressão de trabalho deverão ser ajustadas para proporcionar, cada uma, aproximadamente 11 litros/minuto.

O mesmo raciocínio vale para as pontas de pulverização. Para tal ajuste são utilizadas tabelas de vazão que fazem parte do manual dos fabricantes de atomizadores ou pontas.

### **5.3. Calibração da vazão**

A calibração da vazão pode ser realizada de diferentes maneiras, sendo a mais popular a determinação direta do consumo de calda. Para tanto, a aeronave deve ser abastecida com um volume conhecido de líquido para realizar uma aplicação com tempo determinado (por exemplo, 1 minuto de aplicação na pressão recomendada).

Após o retorno da aeronave o volume gasto deve ser calculado através do reabastecimento até o volume inicial antes do voo, visando o cálculo da vazão em litros por minuto.

### **5.4. Gestão dos trabalhos de aplicação aérea**

A aplicação aérea é uma atividade que demanda investimentos importantes no gerenciamento. Mesmo que a escolha da tecnologia de aplicação seja correta (tamanho de gotas e volume de calda), outros fatores são importantes, de maneira isolada ou em suas interações: altura de voo, faixa de trabalho, posição do vento e condições climáticas (umidade, temperatura e intensidade do vento).

A posição do vento é um dos fatores mais importantes para garantir bom recobrimento das faixas. A aeronave deve ser preferencialmente posicionada de forma perpendicular ao vento predominante, facilitando alargamento natural das faixas. Caso contrário pode ocorrer o estreitamento involuntário das mesmas, com consequente erro por falta de sobreposição (falha de controle). Outro fator importante no gerenciamento da aplicação aérea é o cuidadoso acompanhamento dos relatórios do sistema de navegação das aeronaves (GPS), visando observar eventuais falhas. Finalmente, a temperatura e a umidade relativa devem estar adequadas no momento da aplicação, visando reduzir o risco de perdas e deriva.

A gestão da disponibilidade é um dos fatores mais importantes para o sucesso da aplicação aérea. Na maioria das vezes, a aplicação ocorre

como serviço terceirizado, sendo recomendada a análise detalhada de sua disponibilidade visando a contratação das aplicações com antecedência. Este procedimento pode garantir o ajuste correto do momento da aplicação. Para tanto, é fundamental o cálculo operacional do sistema terrestre disponível, visando definir o número de dias necessários para fechar a área.

Este procedimento ajuda a diminuir o risco da contratação emergencial (ou tardia) da aplicação aérea, notadamente no caso de grande probabilidade da ocorrência de chuvas.

As aplicações feitas nestas condições emergenciais tendem a não apresentar a eficácia esperada, gerando resultados negativos quanto ao controle fitossanitário.

## **6. AVALIAÇÃO DAS PULVERIZAÇÕES**

O produto fitossanitário deve exercer a sua ação sobre um determinado organismo que se deseja controlar (o alvo biológico), ou seja, uma praga, doença, planta daninha, etc. O ingrediente ativo que não chega ao alvo não tem qualquer eficácia e, portanto, representa uma forma de perda. Assim, a eficácia da aplicação está diretamente ligada à quantidade de ativo que chega ao alvo, e não à quantidade pulverizada.

O indicativo básico da eficácia de uma aplicação é o próprio desempenho do controle fitossanitário. Na maior parte dos casos, aplicações de melhor qualidade resultam em melhores índices de controle. Entretanto, como outros fatores podem interferir no processo, é frequente o uso de métodos diretos para realizar avaliações da qualidade das pulverizações.

Uma forma popular de avaliação da distribuição de gotas é a colocação de tiras de papel nas áreas aplicadas. Este método é simples e pode ser empregado mesmo sem o rigor científico de uma pesquisa. Essas tiras, se colocadas em quantidade e localização adequadas, poderão ser

impregnadas com as gotas de pulverização e indicar de maneira empírica o potencial de cobertura dos alvos em uma aplicação. Há opção de uso de papéis comuns e de papéis hidrossensíveis, os quais foram desenvolvidos especificamente para este tipo de avaliação.

### ■ Visualização de gotas em papel comum

De maneira simplificada, as tiras de papel são espalhadas nos pontos de interesse e a calda é preparada com a adição de um corante, para que as gotas provoquem manchas bem visíveis. Papéis comuns podem ser utilizados, como cartolina, papel cartão, sulfite, bobinas de diferentes tipos de papel, entre outros. Porém, por não possuírem um espalhamento uniforme, tais papéis poderão fornecer coberturas diferentes entre si.

Assim, é interessante que o tipo de papel seja padronizado para que as condições sejam constantes entre as observações. Papéis fotográficos, apesar de caros, têm qualidade mais controlada, sendo boa opção para esta finalidade.

Quanto ao corante, pode-se utilizar uma anilina ou mesmo corantes destinados a colorir tintas para pinturas de paredes, que são fáceis de encontrar e de baixo custo. Outro produto popular é o azul brilhante, corante alimentício de fácil obtenção. Qualquer que seja o corante, ele deve ser utilizado em concentrações relativamente altas para provocar manchas bem nítidas sobre o papel. Um cuidado básico neste tipo de análise é verificar se o corante não interfere no processo de formação de gotas. Algumas técnicas que se utilizam diretamente de tinta a base de látex provocam aumento considerável no tamanho das gotas da pulverização, alterando a qualidade do espectro de gotas gerado, podendo mascarar resultados.

Outra observação importante é que as gotas, ao atingirem o papel, provocarão manchas que são maiores do que as gotas que a originaram, devido ao espalhamento. Este fator deve ser considerado na análise da cobertura obtida em tiras de diferentes tipos de papéis.

## ■ Visualização de gotas em papel hidrossensível

O papel hidrossensível recebe um tratamento químico para que, quando em contato com gotas de água, desenvolva manchas azuis muito nítidas. É uma técnica muito empregada atualmente, devido à sua praticidade.

Estes papéis são vendidos prontos para uso, mas devem ser manuseados com muito cuidado, pois são manchados com muita facilidade por qualquer umidade antes ou depois da pulverização. Estes papéis requerem uma cuidadosa proteção contra a umidade após a coleta das gotas.

## ■ Avaliação das gotas nas tiras de papel

Além da avaliação visual direta das gotas nas tiras de papel (comuns ou hidrossensíveis), estas podem ter suas imagens digitalizadas para





processamento em softwares específicos de análises de gotas, visando uma automatização da obtenção de resultados.

Um cuidado suplementar deve ser tomado quando do uso de tiras de papel para a avaliação da deposição de gotas na pulverização. As tiras de papel não são boas superfícies para a deposição de gotas finas e muito finas, havendo muitas vezes um processo onde estas gotas menores são repelidas pelo papel. Desta maneira, a análise deve sempre levar em consideração este fator para a comparação entre técnicas.

### ■ **Uso de traçadores fluorescentes**

Nesta técnica um pigmento fluorescente é diluído na calda e pulverizado sobre a planta.

Partes da planta (folhas, ramos etc.) podem ser destacadas e levadas a uma câmara escura provida de luz ultravioleta (luz negra). O pigmento brilhará intensamente e mostrará exatamente os locais onde as gotas se depositaram. Trata-se de uma técnica bastante utilizada em pesquisas, uma vez que o coletor das amostras não consegue identificar as áreas pulverizadas a olho nu, reduzindo os erros de amostragem.

## **7. CUIDADOS COM OS PULVERIZADORES COSTAIS**

### **7.1. Antes da utilização**

- Verificar se o tanque e os filtros estão limpos e livres de resíduos, e se a tampa fecha corretamente;
- Verificar se as pontas são adequadas para o volume e tipo de aplicação desejada;
- Verificar se a bomba está funcionando. Proceder a manutenção se necessário;

- Verificar o funcionamento do regulador de pressão e do manômetro;
- Corrigir vazamentos de mangueiras, bicos, válvulas e filtros;
- Ajustar, na área de trabalho, a vazão desejada com água.

## **7.2. Como trabalhar com o pulverizador**

- O pulverizador costal deverá ser colocado sobre um suporte para facilitar sua colocação e ajustá-lo corretamente às costas do operador;
- Abastecer o pulverizador com cuidado, sem derramamento ou perda da calda de pulverização;
- Nos pulverizadores costais manuais, acionar a bomba até o endurecimento da alavanca;
- Sincronizar o bombeamento com o caminhar do operador, para manter uma maior regularidade da vazão do produto;
- É extremamente recomendável a utilização de válvulas reguladoras de vazão, retirando do aplicador a função de manter a uniformidade da distribuição;
- Nos costais motorizados, acelerar o motor à rotação máxima;
- Manter a altura da barra ou bicos recomendada em relação ao topo das plantas ou do alvo de deposição;
- Nunca pulverizar contra o vento;
- Utilizar os equipamentos de proteção individual (EPI's) recomendados e adequados ao tipo de pulverização utilizada;

■ Se as roupas se tornarem altamente contaminadas, por exemplo, por um pulverizador com vazamento, o operador deve parar de pulverizar, trocar a sua roupa e lavar-se.

**ATENÇÃO: O VAZAMENTO DEVERÁ SER REPARADO ANTES DE CONTINUAR A PULVERIZAÇÃO;**

■ Interrompa a pulverização sempre que as condições climáticas se tornarem desfavoráveis.

### **7.3. O que fazer após usar o pulverizador**

■ Aplicar toda a calda de pulverização. Diluir a sobra da calda dez vezes e aplicar em bordaduras na área de trabalho;

■ Enxaguar o equipamento e seus componentes por fora e por dentro com bastante água limpa, forçando-a através de todos os componentes e bicos de pulverização, descartando-a em local adequado;

■ Utilizar óleo fino e limpo para engraxar a bomba de pulverização;

■ Guardar o equipamento em local protegido e seguro. O pulverizador costal deverá ser guardado (depois de seco) de boca para baixo;

■ Desmontar os bicos de pulverização, limpando seus componentes e guardando-os em local limpo e seguro.

## **8. INSPEÇÃO PERIÓDICA DE PULVERIZADORES**

A inspeção periódica de pulverizadores é procedimento que tem como objetivos o incentivo ao uso correto dos pulverizadores e a adequação de sua manutenção, assim como o treinamento de operadores visando tais objetivos. Este trabalho se baseia na aplicação periódica de uma lista de verificação (checklist) contendo os principais itens que devem ser verificados para que o pulverizador esteja em condições ideais para operação. Este texto apresenta uma

descrição resumida da metodologia, que pode ser encontrada em sua versão completa a partir de diversas fontes bibliográficas (vide item bibliografia consultada, ao final deste manual).



## 8.1. Preparação do pulverizador para inspeção

A inspeção deve ser iniciada com a preparação do pulverizador para o processo, realizando-se uma limpeza geral do pulverizador, incluindo-se descontaminação do reservatório, a lavagem dos filtros (de linha, de sucção e das pontas) e a limpeza das pontas. A seguir o tanque deve ser abastecido com água limpa.

## 8.2. Primeira parte: inspeção com o pulverizador desligado e parado

- Estado dos filtros de linha e sucção: verificar se há rompimento da malha, dos anéis de vedação, ou então acúmulo de sujeira;
- Estado e localização das mangueiras: verificar se há mangueiras rachadas, ressecadas ou torcidas. Observar se sua localização não está interferindo na pulverização;
- Proteção das partes móveis: verificar o estado da proteção das partes móveis, como o eixo cardam e as correias;
- Espaçamento entre pontas: o espaçamento não deve ultrapassar 10% (para mais ou para menos) em relação ao espaçamento padrão da barra;
- Tipos de pontas de pulverização: todas as pontas ao longo da barra devem ser do mesmo modelo, vazão e angulação.

## 8.3. Segunda parte: inspeção com o pulverizador acionado

- Ligar a pulverização com o equipamento parado, utilizando a pressão usual de pulverização para as pontas presentes na barra. O motor deve funcionar na rotação nominal de trabalho;
- Vazamentos: verificar a presença de qualquer tipo de vazamento;
- Presença e adequação do manômetro: verificar a presença e se o mesmo está funcionando. A adequação do manômetro é conferida de

acordo com a escala máxima e a pressão usual de trabalho. O manômetro é considerado adequado quando a pressão de normal de trabalho está na faixa entre 25% e 75% da escala máxima do manômetro;

■ Funcionamento das válvulas antigotejo: o funcionamento é verificado no momento em que a pulverização é desligada. Considera-se falha quando as pontas ficam vazando após o desligamento da pulverização.

#### **8.4. Terceira parte: inspeção das pontas de pulverização**

A análise do estado das pontas de pulverização é feita com base na vazão individual de cada ponta:

■ Colete o líquido pulverizado em todas as pontas durante pelo menos um minuto.

Use preferencialmente baldes para a coleta e determine a massa de líquido com o auxílio de uma balança com precisão de pelo menos 5 g. Considerando-se a densidade média da água como sendo 1,0 kg/L, a massa indicada (em kg) já resultará numa vazão equivalente de cada ponta, em litros por minuto (L/min).

Antes de proceder a coleta, deixe as pontas aplicando durante pelo menos minuto para estabilizar a pressão nos segmentos da barra.

■ É recomendável “vestir” uma mangueira flexível em torno do bico e direcionar o fluxo nesta mangueira para o balde, evitando-se o derramamento da calda durante a coleta;

■ Quando possível, disponibilize tantos baldes e mangueiras quantos bicos existentes na barra, de forma a tornar mais rápida a coleta da vazão de todas as pontas;

■ Use sempre o mesmo balde para a pesagem, descontando seu peso

(tara) na balança. Despeje o conteúdo coletado em cada bico neste balde usado para a pesagem, descartando o líquido em seguida. Este procedimento confere precisão à medida da vazão;

- Repita o processo de determinação de vazão com três pontas novas, que sejam do mesmo modelo, angulação e vazão das pontas que estão instaladas no pulverizador, na mesma pressão de trabalho;

- Compare a vazão de cada ponta em uso com a vazão média de pontas novas. A variação da vazão das pontas em uso não deve ultrapassar 10% (para mais ou para menos) do valor da média das pontas novas equivalentes. Caso a variação de valor seja acima de 10% para mais, a ponta será considerada desgastada, devendo ser substituída. Se a variação for maior do que 10% para menos, há chance da ponta e/ou do filtro estarem obstruídos, devendo passar por manutenção e nova aferição de vazão.

- Anote o número de pontas que possuem vazão fora do limite de variação aceitável de 10%. Após esta determinação, a decisão de troca de todo o lote é tomada de acordo com o seguinte critério: quando mais do que 10% do número de pontas do lote apresentam problemas, é recomendada a troca de todo o lote.

No caso de haver um número pequeno de pontas nesta situação (menos de 10% delas), é sugerida a substituição individual de cada ponta. Entretanto, quando a substituição parcial é realizada, se deve aferir a vazão das novas pontas e refazer o cálculo, pois a mistura de pontas novas e usadas pode causar grande variação na vazão entre estas.

## 8.5. Quarta parte: verificação da calibração

Com base na vazão média obtida da coleta de todas as pontas, calcule a taxa de aplicação (volume de calda) de acordo com a equação abaixo. O erro não deve ultrapassar 5% (para mais ou para menos).

$$\text{L/ha} = \frac{\text{L/min}}{\text{km/h} \times \text{E}} \times 600$$

Onde:

L/min = vazão média de todas as pontas da barra;

L/ha = taxa de aplicação (ou volume de calda);

km/h = velocidade de aplicação;

E = espaçamento entre bicos (em metros).

## 8.6. Quinta parte: análise da conformidade do pulverizador

Após a análise de todos os itens o pulverizador, é considerado adequado se houver conformidade em todos os quesitos inspecionados. No caso de haver problemas, o pulverizador deve passar por manutenção corretiva antes de ser novamente inspecionado.

## 9. CUIDADOS COM O AMBIENTE

### 9.1. A deriva na aplicação dos produtos fitossanitários

Apesar de fundamentais na produção agrícola de larga escala, os produtos fitossanitários oferecem riscos para o ambiente, sendo necessário evitar o potencial de danos à saúde humana, animal e aos recursos naturais. Parte



dos produtos aplicados é perdida para o ambiente pela deriva, que é a fração dos ingredientes ativos que não atinge o alvo devido ao carregamento das gotas, escorrimento, evaporação e outros processos. Além do dano direto, a grande preocupação de toda a sociedade é com os efeitos que a deriva pode provocar pela dinâmica destes compostos no ambiente. Várias ações são tomadas cotidianamente para que a aplicação dos produtos fitossanitários seja realizada de maneira responsável e sustentável, sendo o controle do risco de deriva um dos maiores desafios da agricultura moderna, produtiva e segura.

### ■ As perdas de ingredientes ativos no processo de aplicação

As perdas dos ingredientes ativos no processo de aplicação reduzem a dose real destes produtos sobre os alvos. A deriva é um dos tipos de perdas que pode ocorrer, sendo frequentes, ainda, as perdas por processos físicos e químicos na formulação da calda dentro do tanque do pulverizador, por exemplo.

### ■ Tipos de deriva

Apesar do termo deriva ser utilizado de maneira geral, existem vários tipos de deriva. A deriva define qualquer desvio do produto aplicado, fazendo com que este não atinja o alvo da aplicação; endoderiva é a perda do produto dentro dos domínios da cultura (ex.: escorrimento causado por excesso de calda ou gotas muito grandes); exoderiva é a perda do produto fora dos domínios da cultura (ex.: gotas levadas por correntes de ar) e, finalmente, a evaporação resulta na perda de gotas devido a este processo em condições climáticas desfavoráveis (baixa umidade e alta temperatura do ar).

■ Fatores que afetam a deriva. O espectro de gotas é um bom indicativo da capacidade da pulverização em cobrir o alvo e penetrar por entre as folhas das plantas, assim como pode oferecer informações sobre o maior ou o menor potencial de deriva. Gotas menores possuem melhor capacidade de

cobertura (oferecem maior número de gotas/cm<sup>2</sup>), assim como propiciam maior capacidade de penetração, e são recomendadas quando são necessárias boa cobertura e boa penetração. Entretanto, gotas pequenas podem ser mais sensíveis à evaporação e aos processos de deriva.

A qualidade do espectro de gotas é um fator importante na definição do risco de deriva.

Espectros com elevada amplitude de variação do tamanho de gotas costumam ter elevada quantidade de gotas muito finas (menores do que 100 µm) misturadas às gotas do diâmetro desejado, potencializando o risco. As gotas menores do que 100 µm são facilmente carregadas pelo vento e se evaporam muito rapidamente, sofrendo mais intensamente a ação dos fenômenos climáticos. Em aplicações aéreas considera-se um limite mais rígido, de 150 µm, devido à maior distância existente entre a máquina e o alvo, bem como à própria turbulência gerada pela aeronave em voo. No entanto, é importante reconhecer que a deriva não começa ou para nesses limites de 100 µm ou 150 µm. O potencial de deriva aumenta gradativamente à medida que as gotas se tornam menores que esses diâmetros e, continuamente, decresce à medida que elas se tornam maiores. Gotas menores que 50 µm tendem a permanecer suspensas no ar indefinidamente ou até a completa evaporação.

Independente da quantidade em que ocorre, a deriva na aplicação de produtos fitossanitários pode causar contaminação ambiental e danos às áreas vizinhas, além da potencial redução da eficiência dos produtos. Em suma, a deriva é um fenômeno que depende dos seguintes fatores:

- Técnica de aplicação (por exemplo, o tipo de ponta ou atomizador, com o seu correspondente espectro de gotas);

- Condições climáticas no momento da aplicação (umidade relativa, temperatura e velocidade do vento);
- Condições operacionais utilizadas (velocidade e altura da pulverização);
- Composição da calda (defensivos, adjuvantes e da concentração dos mesmos na solução).

### ■ Técnicas de Redução de Deriva (TRD)

Uma Técnica de Redução de Deriva (TRD) é a combinação de elementos que visa reduzir o risco de deriva em uma aplicação. Como exemplo, podemos adotar uma ponta de indução de ar (que oferece menor risco de deriva comparada com uma convencional) e usá-la em conjunto com um adjuvante em mistura no tanque que apresente igualmente um potencial para reduzir as perdas. Esta junção de técnicas, se usada de maneira adequada, reduzirá os riscos de perdas e deriva na aplicação, passando a ser classificada como uma TRD.

As TRD's, como os adjuvantes e as pontas de baixa deriva, são empregadas para minimizar o potencial de impacto do problema. Entretanto, seu emprego não isenta o aplicador da observação das condições climáticas adequadas e da análise dos riscos inerentes ao ambiente em torno dos locais onde os produtos serão aplicados. É importante ressaltar, ainda, que a interação entre os diversos fatores no momento do tratamento fitossanitário interfere no planejamento das atividades, notadamente no que se refere à escolha da técnica em função do tipo de produto e da condição de aplicação.

É importante ressaltar que o uso de técnicas que reduzem a deriva pode degradar a qualidade da aplicação e aumentar custos. Entretanto, este é um preço a ser pago pela segurança ambiental do tratamento fitossanitário. O combate à deriva é fundamental para a sustentabilidade do agronegócio.

## ■ Faixas de segurança na aplicação de produtos fitossanitários

A legislação pertinente ao uso de produtos fitossanitários no Brasil, tanto em nível nacional, como estadual e municipal, assim como inúmeras instruções normativas relativas ao assunto, definem procedimentos de segurança para o manuseio e aplicação dos produtos. No que se refere à deriva, a legislação vigente determina a observação de faixas de segurança na aplicação, a qual pode variar em tamanho de acordo com a técnica empregada e o tipo de área a ser preservada. À luz do conhecimento técnico agrônomo disponível, entende-se que as faixas de segurança são ferramentas extremamente úteis na redução dos riscos de contaminação ou danos diretos causados pela deriva. É importante, portanto, que o aplicador consulte a legislação vigente referente ao tipo de aplicação e ao local em que a mesma será realizada antes de planejar o trabalho.

Além das faixas de segurança, independentemente de aspectos legais, o bom senso deve prevalecer no que se refere ao risco de deriva nas aplicações. Neste sentido, deve-se evitar a movimentação de pulverizadores abastecidos com produtos fitossanitários nas proximidades das áreas a serem protegidas, assim como as aeronaves agrícolas não devem sobrevoar locais habitados e áreas de proteção obrigatória, como os mananciais de áreas de captação de água.

## 9.2. Cuidados gerais para evitar riscos de contaminação ambiental após as aplicações

A aplicação de um produto fitossanitário deve ser planejada de modo a evitar desperdícios e sobras.

### **9.2.1. O que fazer com a sobra da calda no tanque do pulverizador**

- O pequeno volume de calda que sobrar no tanque do pulverizador deve ser diluído em água e aplicado nas bordadoras da área tratada ou nos carreadores;
- Se o produto que estiver sendo aplicado for um herbicida, o repasse em áreas tratadas poderá causar fitotoxicidade e deve ser evitado. Neste caso, o produto deve ser diluído em água e aplicado nos carreadores;
- Nunca jogue sobras ou restos de produtos em rios, lagos ou demais coleções de água.

### **9.2.2. Cuidados na captação de água para abastecimento do pulverizador**

Além dos cuidados com a qualidade da água utilizada na mistura da calda, visando evitar interferências no processo de aplicação e na ação dos produtos, a captação deverá sempre ser realizada com a devida precaução no que se refere ao risco de acidentes e contaminação. É importante ressaltar que pulverizadores abastecidos com produtos fitossanitários não devem permanecer nas proximidades das fontes de captação, devendo a água ser preferencialmente captada e armazenada em local próprio para o atendimento ao serviço de abastecimento dos pulverizadores.

### **9.2.3. Lavagem das embalagens vazias: como fazer a tríplice lavagem**

- Esvazie completamente o conteúdo da embalagem no tanque do pulverizador;
- Adicione água limpa à embalagem até um quarto de seu volume;
- Tampe bem a embalagem e agite-a por 30 segundos;
- Despeje a água de lavagem no tanque do pulverizador;
- Faça esta operação 3 vezes;
- Inutilize a embalagem plástica ou metálica, perfurando o fundo.

#### 9.2.4. Lavagem das embalagens vazias

Como fazer a lavagem sob pressão. Este procedimento somente pode ser realizado em pulverizadores com acessórios adaptados para esta finalidade.

- Encaixe a embalagem vazia no local apropriado do funil instalado no pulverizador;
- Acione o mecanismo para liberar o jato de água;
- Direcione o jato de água para todas as paredes internas da embalagem;
- A água de lavagem deve ser transferida para o interior do tanque do pulverizador;
- Inutilize a embalagem plástica ou metálica, perfurando o fundo.

#### 9.2.5. Pátio de descontaminação

Os proprietários de aeronaves agrícolas são obrigados de acordo com a legislação a manter um pátio de descontaminação para suas aeronaves. Estes pátios devem ser construídos e equipados de acordo com diretrizes elaboradas pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Os mesmos pátios podem ser igualmente utilizados para a descontaminação de pulverizadores terrestres.

### 10. ELETRÔNICA EMBARCADA EM PULVERIZADORES

A maioria dos pulverizadores de médio e grande porte é equipada com controladores eletrônicos de fluxo, os quais mantêm a taxa de aplicação constante em função da variação de fatores como a velocidade de deslocamento, por exemplo. Além desse controle de fluxo, uma função importante dos controladores eletrônicos de pulverização é o registro dos tempos totais e parciais durante a aplicação, possibilitando o cálculo

da eficiência operacional do trabalho. Ainda, os controladores eletrônicos contabilizam o volume de calda utilizado durante a aplicação, alertando ao operador que o momento de reabastecimento está próximo.

É importante salientar que os sistemas eletrônicos de controle da pulverização requerem rotinas específicas de calibração, e por esta maneira merecem todo o cuidado no que se refere à capacitação de operadores.

Além dos controladores de fluxo, muitos modelos de pulverizadores autopropelidos possuem sistemas para o gerenciamento eletrônico da altura da barra, possibilitando melhoria considerável da qualidade de distribuição dos produtos frente às oscilações da barra que normalmente ocorrem nas operações de campo. Da mesma maneira, estes pulverizadores com maior quantidade de sistemas eletrônicos embarcados possuem geralmente sistemas de navegação baseados em GPS, os quais auxiliam o operador a seguir as linhas de aplicação através do uso de barras de luzes indicativas. Ainda, estes equipamentos podem ser dotados de piloto automático (sistemas de autodirecionamento), os quais fazem para o operador, de maneira automática, o processo de manter o pulverizador se deslocando no campo em linhas paralelas, sejam estas retas ou curvas.

Outro dispositivo de grande aceitação nos pulverizadores de barras é o sistema de comutação automática dos segmentos da barra. Estes sistemas, baseados no processo de navegação por GPS, registram as áreas por onde a máquina passa e, no caso de haver locais com sobreposição ou em que a aplicação não foi planejada, um controlador liga e desliga de maneira automática os diferentes segmentos da barra, de maneira individualizada ou em conjunto. Desta maneira, os desperdícios de calda por sobreposição de faixas ou por aplicações em locais indevidos são substancialmente reduzidos.

Uma das vantagens importantes do uso intensivo da eletrônica na pulverização é o potencial de registro das aplicações, fornecendo ferramentas gerenciais importantes e dotando o sistema de mecanismos de validação ou fiscalização, pois é possível verificar, em tempo real, onde, quando e o que foi aplicado.

Outra tendência tecnológica é a adoção de sistemas de monitoramento e controle da pulverização baseados em coleta de dados online das condições climáticas durante a pulverização. Neste caso, sensores embarcados coletam dados de umidade relativa, temperatura e velocidade do vento com o objetivo de alertar o operador sobre os momentos adequados ou não para a pulverização, ou mesmo para automaticamente alterar as características da aplicação visando melhorar o desempenho do sistema frente às condições climáticas locais.

## **BIBLIOGRAFIA**

ANDEF - Associação Nacional de Defesa Vegetal. Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. Campinas: Linea Criativa, 2004, 52p.

ANTUNIASSI, U. R., BOLLER, W. Tecnologia de aplicação para culturas anuais. Passo Fundo: Aldeia Norte/FEPAF, 2011, v.1. p.279.

ANTUNIASSI, U. R., GANDOLFO, M. A., SIQUEIRA, J. L. Inspeção de Pulverizadores de Barras In: Tecnologia de aplicação para culturas anuais. 1 ed. Passo Fundo : Aldeia Norte/FEPAF, 2011, v.1, p. 83-103.

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,



2005, Londrina/PR. Agronegócio, Tecnologia e Inovação. Londrina/PR: SBI-Agro, 2005. v.1. p.1 - 2

ARAÚJO, E. C. Tecnologia de aplicação por via aérea. In. ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. (Org.) Tecnologia de aplicação para culturas anuais. Passo Fundo: Aldeia Norte, Botucatu: Fepaf, 2011, p. 158-177.

ASABE. Calibration and Distribution Pattern Testing of Agricultural Aerial Application Equipment (ASAE S386.2). American Society of Agricultural and Biological Engineers. St. Joseph, 2004.

BAIO, F. H. R., ANTUNIASSI, U. R. Sistemas de controle eletrônico e navegação para pulverizadores In: Tecnologia de aplicação para culturas anuais. 1 ed. Passo Fundo : Aldeia Norte/FEPAF, 2011, v.1, p. 123-141.

CARVALHO, W. P. A., BOLLER, W., ANTUNIASSI, U. R., ARAÚJO, E. C., SCHRODER, E. P. Tecnologia de aplicação por via aérea In: Tecnologia de aplicação para culturas anuais. 1 ed. Passo Fundo : Aldeia Norte/FEPAF, 2011, v.1, p. 143-188.

CHECHETTO, R.G. Potencial de redução da deriva em função de adjuvantes e pontas de pulverização. Dissertação - Mestrado (Energia na Agricultura), FCA/UNESP, Botucatu/SP, 2011. 70p.

GANDOLFO, M. A. Inspeção periódica de pulverizadores agrícolas. Botucatu. 2002. 92 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2002.

MATUO, T. Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 139 p.

MOTA, A.A.B. Quantificação do ar incluído e espectro de gotas de pontas de pulverização em aplicações com adjuvantes. Dissertação - Mestrado (Energia na Agricultura), FCA/UNESP, Botucatu/SP, 2011, 63p.



SIQUEIRA, J.L., ANTUNIASI, U.R., OLIVEIRA, R.B., SALVADOR, J.F., OLIVEIRA, M.A.P., GANDOLFO, M.A. Evolução das práticas de manutenção e calibração de pulverizadores em regiões de produção de soja no Brasil. In: IV Simpósio internacional de tecnologia de aplicação de agrotóxicos, 2008, Ribeirão Preto/SP. Anais. Jundiaí/SP: IAC, 2008. v.1. p.1-4.






# MINHA AVALIAÇÃO

**DESTAQUE, PREENCHA O VERSO E  
ENVIE PARA ANDEF EDUCAÇÃO**

Rua Capitão Antonio Rosa, 376,  
13o. andar - CEP 01443-010  
S.Paulo - SP



Nome \_\_\_\_\_

Empresa \_\_\_\_\_ Fone \_\_\_\_\_ e-mail \_\_\_\_\_

1. Grau de dificuldade para entender as instruções:

[ ] baixo [ ] médio [ ] alto

2. Clareza na abordagem dos assuntos:

---

---

---

3. Assuntos de meu interesse que não foram abordados ou abordados de forma superficial:

---

---

---

4. Comentários sobre o conteúdo (textos):

---

---

---

5. Comentários sobre aspectos estéticos e organização visual:

---

---

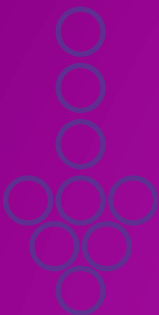
6. Sugestões de melhoria para a próxima edição:

---

---

7. Opinião geral sobre a publicação:

[ ] péssimo [ ] razoável [ ] bom [ ] ótimo



[andefedu.com.br](http://andefedu.com.br)