

Equipamentos para proteção das culturas

Proteção das culturas

Os equipamentos mais utilizados são os pulverizadores que devem ser **escolhidos em função:**

- da **cultura a tratar;**
- do **produto e dose a aplicar.**

Caraterísticas de uma boa pulverização:

- população de gotículas com **características dimensionais adaptadas à cultura e produtos;**
- **distribuição homogénea**, para se obter um controlo biológico das pragas e doenças.

Outros objetivos a atingir com a utilização dos pulverizadores:

- **reduzir o volume** a aplicar por hectare sem afetar a eficiência do tratamento;
- **diminuir as perdas** para o solo e atmosfera.

Vantagens proporcionadas pela redução dos volumes:

- redução da contaminação do meio;
- maior produtividade do trabalho;
- menor compactação do solo;
- melhor oportunidade de realização do tratamento;
- redução das perdas de calda por escoamento;
- menor consumo de água.

A **redução do volume vs perdas por deriva** apresentam soluções opostas, pelo que é necessário um equilíbrio entre estes dois objetivos, ou seja:

- escolher os equipamentos que, para cada situação, **utilizem a melhor técnica de aplicação para reduzir o espectro da população das gotas**;
- **melhorar os sistemas de transporte**, especialmente das gotas mais pequenas, através de correntes de ar ou com cargas elétricas.

Eficiência biológica vs redução do volume

A eficiência biológica resultante da redução do volume, mantendo constante a quantidade de substância ativa por hectare, **apresenta resultados muito diferentes**, em alguns casos mesmo contraditórios, não se conhecendo, para a maioria das situações, a sua relação com as doenças, pesticidas e plantas.

A variação na eficiência biológica

Verifica-se porque a redução do volume altera a estrutura dos depósitos das gotas, isto é, a **quantidade de calda depositada e o número de impactos por unidade de superfície**, condicionando o sucesso do tratamento.

Forma para ajustar a eficiência biológica vs redução do volume

Proceder à redução gradual do volume a aplicar, acompanhando sempre de estudos rigorosos de eficácia para cada uma das situações.

Departamento de Agronomia

Para além dos aspetos dos equipamentos o tratamento das culturas implica:

- o conhecimento do **estado das culturas mais favoráveis ao tratamento;**
- o conhecimento dos **parasitas e infestantes;**
- a escolha das **condições climáticas adequadas.**

Escolha racional dos pulverizadores

É necessário conhecer as **características gerais dos vários tipos de equipamentos** disponíveis.

Obtenção do máximo rendimento

É necessário **saber como se regulam e mantêm.**

Principais características de uma pulverização:

- 1- a **cobertura e homogeneidade da área a tratar**
- 2- a **dimensão das gotículas**
- 3- a **penetração na vegetação**
- 4- o **alcance do jato.**

1- Cobertura e homogeneidade da área a tratar:

A sua importância **varia conforme o tipo de tratamento**.

Fungicidas de contacto

É fundamental que **toda a área seja coberta** pois estas doenças espalham-se, normalmente, por toda a copa das plantas; existem doenças, ex. a podridão cinzenta, em que é necessário a aplicação localizada do produto.

Fungicidas sistémicos

A sua difusão no objeto permite uma diminuição sensível da área de contacto, sem pôr em causa a eficácia do tratamento.

Herbicidas

A aplicação é + simples pois, quer os produtos sejam sistémicos ou de contacto, o "alvo" é facilmente atingido.

Para pulverizadores com **vários órgãos de pulverização** é necessário que a sua posição permita cobrir toda a área e que a distribuição seja homogénea.

Cobertura e homogeneidade da área a tratar (cont):

Nas culturas baixas a repartição longitudinal e transversal é função:

- do **ângulo da pulverização, espaçamento e orientação dos bicos**;
- da **altura, estabilidade e paralelismo da rampa** em relação ao alvo;
- da **regularidade da velocidade de avanço**.

A altura da rampa

Permitir a **sobreposição de dois jatos consecutivos em 50%** sem chocarem, pelo que o seu valor varia em função:

- da **distância a que os bicos se encontram na rampa**,
- do **ângulo de abertura do jacto**.

Não dispondo de equipamento que permita o estudo da uniformidade da distribuição, pode-se **pulverizar um piso seco e esperar que a água se evapore**, pois **se a distribuição for homogénea não ficam faixas húmidas**.

O **aumento da distância da rampa ao solo** pode significar aumentos importantes da deriva das gotas mais pequenas.

2- Dimensão das gotículas:

Da pulverização obtêm-se um grande número de gotas de dimensão variável, cuja determinação pode ser feita por análise de imagem ou com raios laser.

Dimensão das gotas vs seu número

Quanto menores forem as gotas maior será a superfície coberta; dividindo o diâmetro de uma gota por dez a superfície de contacto será dez vezes superior.

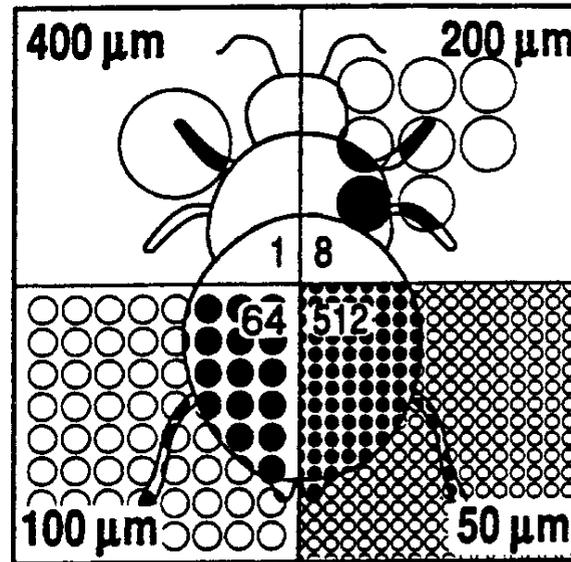
1 gota de 400 µm tem o mesmo volume que **8 gotas de 200 µm**, **64 de 100 µm** e **512 de 50 µm**; a gota de 400 µm contém 512 vezes a dose de uma de 50 µm.

$$(V_{400} = 4 / 3 * \pi * (d / 2)^3 = 512 V_{50})$$

Densidade mínima de impactos, por cm² para aplicação de:

- inseticidas é de 35 - 40;
- fungicidas de 70 - 90;
- herbicidas de 20 - 30.

Dimensão das gotículas (cont)



Comparação entre a superfície coberta, para o mesmo volume, com diferentes dimensões de gotículas

3- Penetração da calda no interior da planta:

Importante, quando as pragas ou doenças se instalam no interior das copas; nestas situações é fundamental a **utilização de correntes de ar** para o transporte das gotas e agitação da folhagem.

A **análise da repartição da calda na copa** das plantas pode-se efetuar utilizando folhas de **papel hidrosensível** distribuídas regularmente naquela.

4- Alcance do jato:

Importante para as **culturas altas** para se atingir a totalidade da copa.

Este objetivo é conseguido com **gotas de elevada energia cinética** ou **utilizando fortes correntes de ar** para transporte das mesmas.

Quando não existem ventiladores as gotas pequenas têm um alcance reduzido, pelo que os bicos devem encontrar-se junto da vegetação a atingir; estas aplicações são designadas por "**tratamentos de proximidade**".

Principais tipos de pulverizadores:

Classificação em função do modo como se faz a pulverização:

- 1- pulverizadores por **pressão (hidráulicos)**;
- 2- pulverizadores **pneumáticos**;
- 3- pulverizadores **centrífugos**;
- 4- pulverizadores térmicos.

1- Pulverizadores por pressão:

Também designados por pulverizadores hidráulicos (PH), são caracterizados por a pulverização da calda ser realizada por pressão do líquido conferida por uma bomba.

É a expansão do líquido, sob pressão, para a atmosfera, que produz a pulverização, sendo a velocidade das gotas rapidamente diminuída pela resistência do ar.

Dentro deste grupo de equipamentos existem duas categorias, conforme o modo de transporte das gotas que são:

- os pulverizadores de **jato projetado**;
- os pulverizadores de **jato transportado**.

1.1- Pulverizadores por pressão de jato projetado:

Caracterizados por utilizarem **pressões** que podem chegar aos **40-50 bar**.

A pulverização hidráulica é obtida quando da queda brusca da pressão à saída da calda dos bicos sendo o transporte assegurado pela energia cinética das gotas.

Gotas de menor dimensão

As gotas mais pequenas (**menos energia**) são rapidamente travadas pelo ar sendo **pequeno o seu alcance**.

As **gotas pequenas** são utilizadas em **tratamentos de proximidade**.

As **gotas grandes** são utilizadas em **tratamentos à distância**.

Departamento de Agronomia

Utilização dos pulverizadores por pressão de jato projetado:

Aplicação de herbicidas, tratamentos de Inverno e despampa química.

Aplicação de herbicidas

Utilizadas rampas próprias.

Tratamentos de inverno

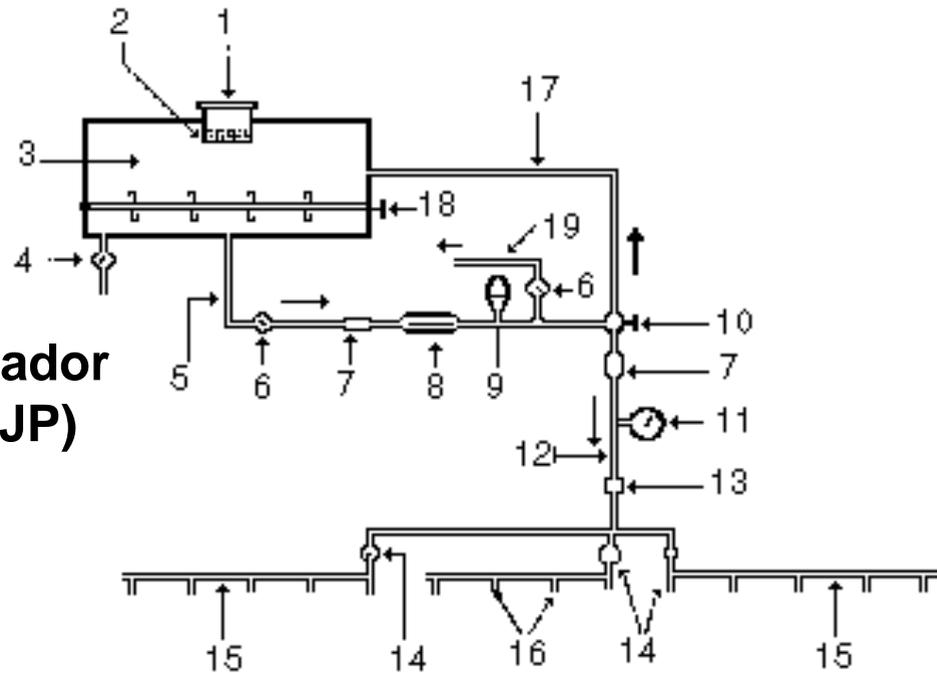
Devem-se utilizar painéis recuperadores de calda.

Despampa química

Devem-se utilizar dispositivos especiais que permitem uma pulverização intermitente (apenas na presença das plantas).

Principais inconvenientes

- fraca penetração das gotas no interior da vegetação;
- grande volume de calda que gastam.



Constituição de um pulverizador hidráulico (jato projetado (PJP))

Esquema de funcionamento de um pulverizador de pressão de jato projetado

1- Orifício de enchimento do depósito 2- filtro de rede 3- depósito 4- torneira de esvaziamento 5- tubagem de aspiração 6- torneiras reguláveis para o enchimento do depósito 7- filtros 8- **bomba** 9- amortecedor de ar 10- **regulador de pressão** 11- **manómetro** 12- tubagem de compressão para alimentação dos bicos 13- distribuidor 14- torneiras dos segmentos da rampa 15- segmentos de rampa 16- bicos 17- tubagem de retorno 18- agitador mecânico 19- tubagem de enchimento pela bomba

Reservatório ou depósito:

Destina-se a conter a calda, podendo ser fabricado em diferentes materiais, embora o plástico seja o que predomina.

A sua capacidade varia de 10-15 até aos 4000 L, para os pulverizadores de dorso e rebocados, respetivamente.

Fatores a considerar na escolha da capacidade do reservatório:

- área da exploração, especialmente a área a tratar nos períodos de ponta;
- dimensão das parcelas, especialmente o seu comprimento;
- dispersão das parcelas, para minimizar o tempo de enchimento e transporte;
- volume/ha necessário

Outras características dos depósitos

Ausência de esquinas, facilidade de enchimento e limpeza, superfície interior lisa, comando de fácil acesso para abertura do orifício para remoção da calda não utilizada, etc.

Bomba:

Transforma a energia mecânica em energia hidráulica.

É um dos órgãos mais importantes dos pulverizadores pois permite conferir à calda a pressão necessária à sua pulverização.

O débito destas bombas é, quando a agitação é hidráulica, superior ao débito dos bicos para que parte da calda retorne ao depósito.

Tipos de bombas

Identificadas em função da forma como conferem pressão aos líquidos.

A sua constituição tem em consideração a natureza das caldas nomeadamente no que respeita à resistência à abrasão e corrosão.

Classificação das bombas relativamente ao volume movimentado em cada ciclo de funcionamento:

- volumétricas;
- centrífugas;

Bombas volumétricas

De movimento retilíneo alternativo, sendo **volume de calda em cada ciclo de funcionamento sempre o mesmo mas a pressão é descontínua.**

Bombas centrífugas (não volumétricas)

A calda penetra livremente num impulsor (turbina) e é projetada sob pressão, para a periferia por ação da força centrífuga, que varia em função do regime. Atingem débitos elevados ($> 500 \text{ L / min}$) mas a pressão é reduzida ($< 4 \text{ bar}$).

Bombas as volumétricas mais utilizadas nos pulverizadores hidráulicos:

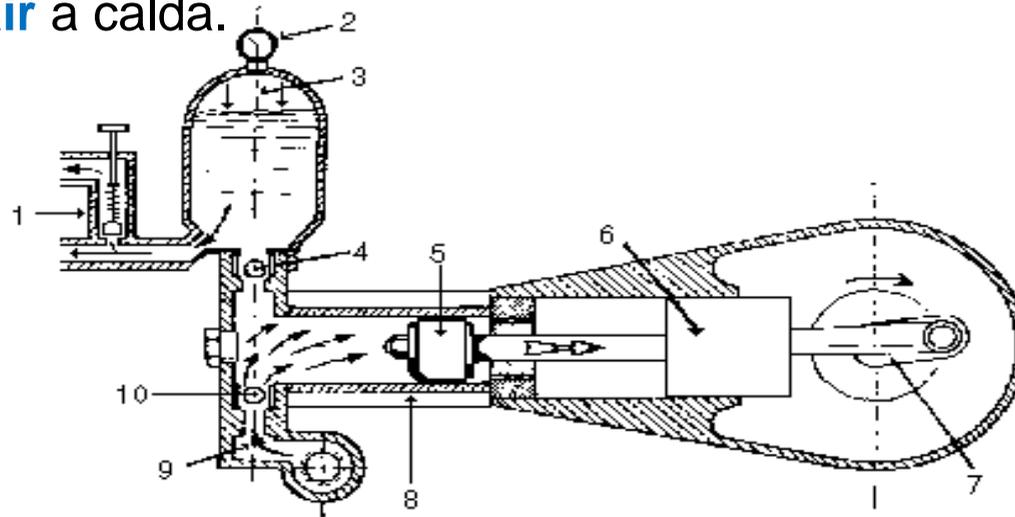
- bomba de êmbolos;
- bomba de êmbolos - membrana.

Bomba de êmbolos:

Bomba volumétrica que pode atingir uma **pressão máxima de 70 - 80 bar**.

Escoamento assegurado por um êmbolo com movimento alternativo num cilindro.

O cilindro tem duas válvulas, uma de **aspiração** e outra de **retenção**, para deixar **entrar e sair** a calda.



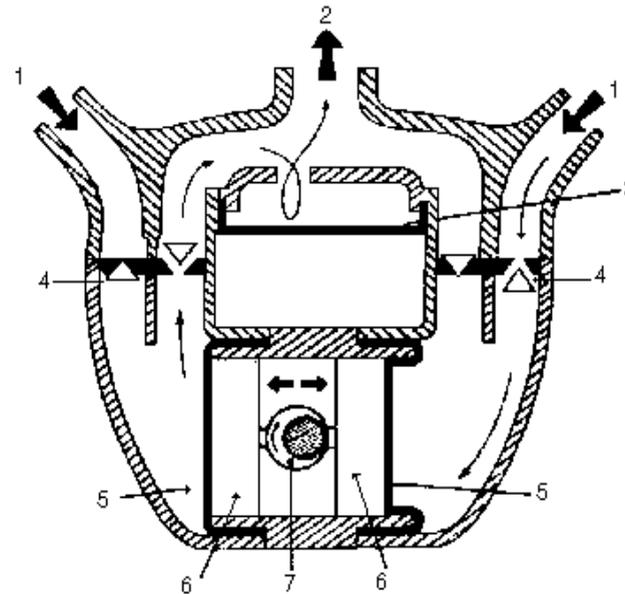
Corte esquemático de uma bomba de êmbolo

1- Regulador de pressão 2- manómetro 3- amortecedor de ar 4- válvula de retenção 5- êmbolo 6- guia do êmbolo 7- cambota 8- cilindro 9- tubagem de aspiração 10- válvula de retenção

Bomba de êmbolo - membrana:

A pressão máxima é de **25 - 30 bar**.

A deformação de uma membrana, assegurada pelo movimento alternativo de um êmbolo, provoca a **aspiração** e **saída** da calda.



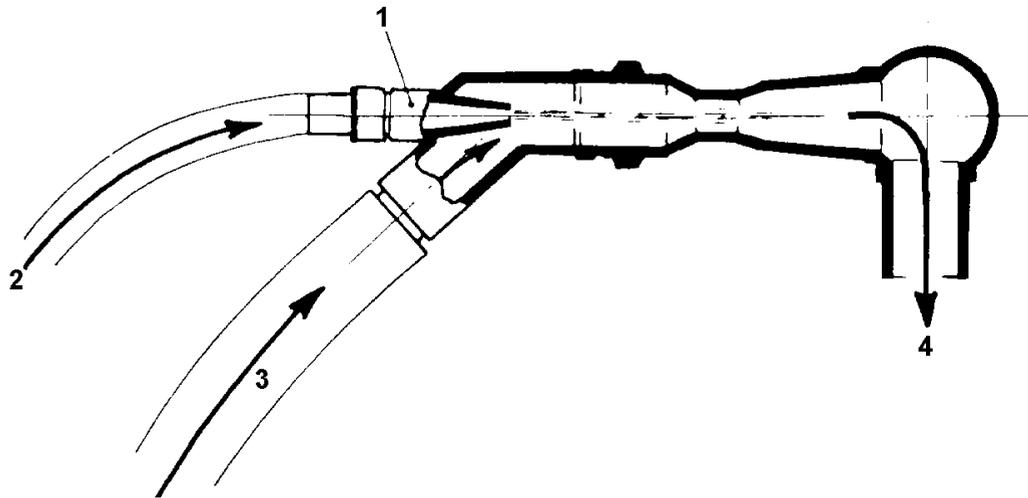
Corte esquemático de uma bomba de êmbolo - membrana

1- Aspiração 2- elevação 3- amortecedor 4- válvula 5- membrana 6- êmbolo
7- excêntrico

Hidroinjetor

Dispositivo que permite às bombas encher o reservatório.

Alguns pulverizadores de maior dimensão têm bombas específicas para agitação da calda e enchimento do reservatório.



Esquema de um hidrojéctor

- 1- Difusor
- 2- Líquido proveniente da bomba
- 3- Aspiração do líquido
- 4- Ligação ao reservatório

Regulador de pressão, manómetro e distribuidor:

Regulador de pressão

Fazer **variar a pressão**, dentro de certos limites, para que seja possível **variar o débito e as características da pulverização**. Regula a quantidade de calda que vem para o exterior, fazendo com que a restante seja conduzida para o **reservatório**; junto do regulador encontra-se um manómetro que indica a pressão de funcionamento.

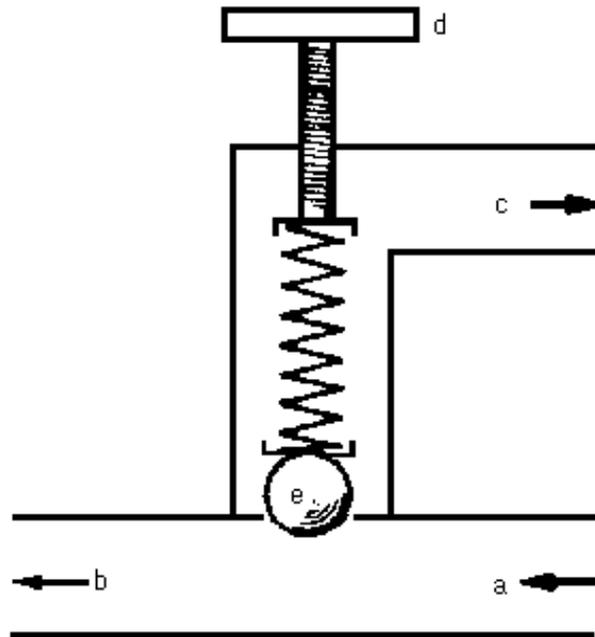
Amortecedor de ar ou hidráulico

Permite que a calda debitada pela bomba seja armazenada previamente para **atenuar as desigualdades de pressão produzidas pelas bombas volumétricas**.

Distribuidor

Elemento **constituído por uma ou mais torneiras**, que permite conduzir a calda para diferentes setores da rampa de pulverização, ou para o reservatório.

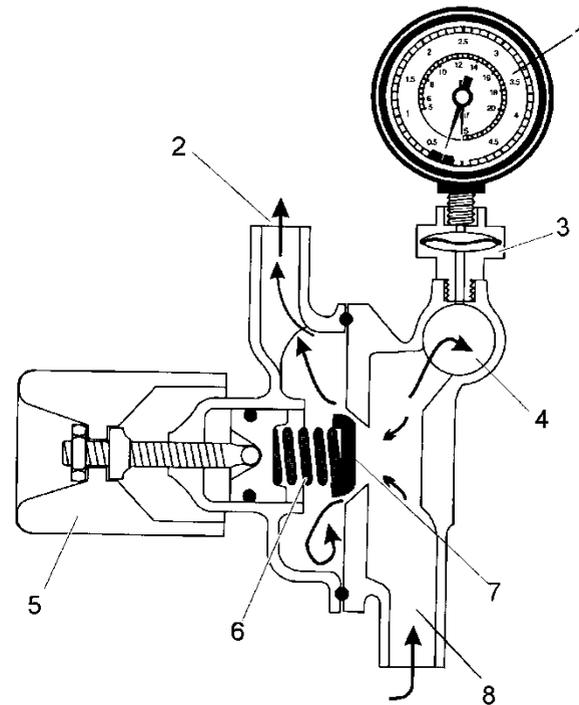
Regulador de pressão



Princípio de funcionamento de um regulador de pressão

a- calda proveniente da bomba b- calda para a rampa c- retorno
d- regulação da pressão e- válvula

Regulador de pressão com manómetro.



1- Manómetro 2- retorno 3- separador 4- saída para as rampas 5- regulador de pressão 6- mola do regulador de pressão 7- válvula 8- alimentação

Os bicos de pulverização:

Peças que se encontram no fim do circuito do líquido e que **permitem, devido ao pequeno diâmetro do orifício das suas pastilhas, um abaixamento brusco da pressão da calda de que resulta a sua pulverização.**

As pastilhas são facilmente intermutáveis, para que, pela sua substituição, seja fácil regular o débito.

A **substituição** deve ser feita logo que a taxa de desgaste (T_u), dada por:

$$T_u(\%) = \frac{\text{débito dos bicos usados} - \text{débito dos bicos novos}}{\text{débito dos bicos novos}}$$

conduza a **valores de débito superiores a 10% da média** dos bicos novos.

A **diminuição da pressão resultante do desgaste dos bicos é muito pequena pelo não serve como valor indicativo do aumento do débito.**

O débito varia proporcionalmente à raiz quadrada da pressão dos bicos, ou seja, para se aumentar 2x o débito tem de se aumentar 4x a pressão.

Departamento de Agronomia

Entre os principais tipos de bicos encontram-se os seguintes:

- bicos de turbulência;
- de fenda;
- de espelho.

Bico de turbulência:

Também designados por **bicos de jato cónico**, são caracterizados por apresentarem um **repartidor** com condutas helicoidais, uma **câmara de turbulência** e a **pastilha**.

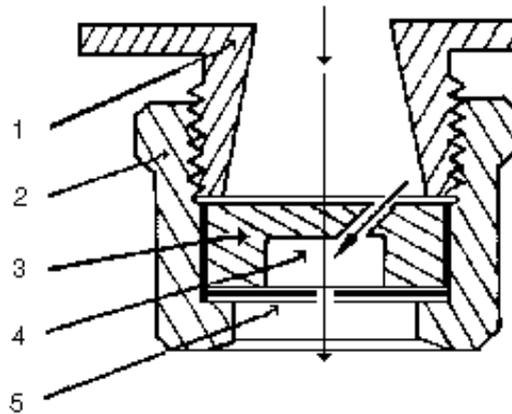
Repartidor- confere movimento turbilhonar à calda (jato cónico)

Câmara de turbulência- altera o diâmetro do jato

Pastilhas- altera o volume de calda debitado.

Este tipo de bicos são os mais utilizados para aplicação de fungicidas nas vinhas e pomares.

Bico com câmara de turbulência



Corte esquemático de um bico de câmara de turbulência.

1- corpo 2- porca de fixação 3- repartidor 4- câmara de turbulência 5- pastilha

Bico de fenda:

Também designados de jato em leque, são caracterizados por o orifício ter uma **seção retangular** que faz com que o jato tenha a **forma de leque ou pincel**.

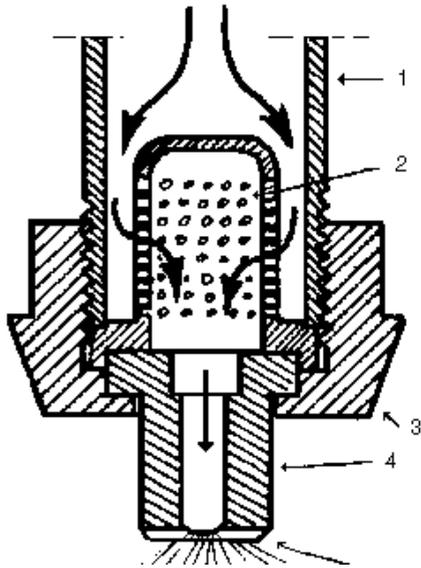
A **pulverização** resultante da utilização destes bicos é **mais grosseira** que com os bicos de turbulência sendo aconselháveis para **aplicação de herbicidas**.

Os bicos de fenda apresentam **ângulos que variam entre 60 e 110°**. Quando os débitos são determinados a uma pressão de referência de 3 bar, as gotas destes últimos (**110°**), mantendo os débitos, são mais pequenas.

Um bico 8004 tem:

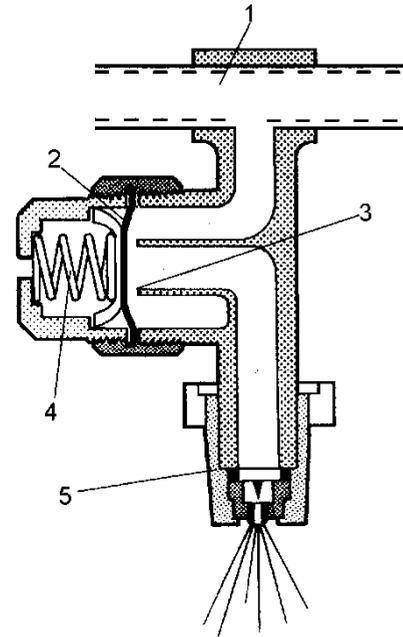
- um jato com um ângulo de **80°**;
- um débito de **4 l / min à pressão (3 bar)**.

Bico de fenda



- 1- Corpo
- 2- filtro
- 3- porca de fixação
- 4- pastilha de fenda
- 5- fenda

Bico de fenda com dispositivo antigota

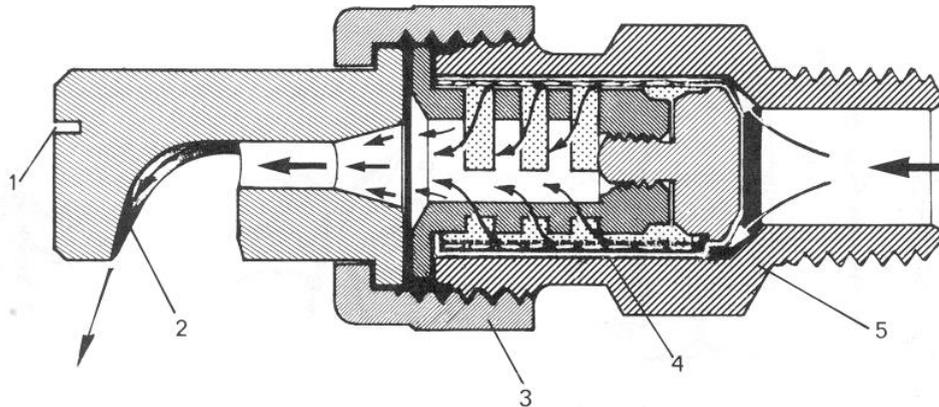


- 1- Rampa
- 2- Membrana
- 3- sede
- 4- mola
- 5- porta-bicos

Bico de espelho:

O bico de espelho tem, logo a seguir ao orifício de saída, um defletor que faz com que o filete líquido choque com ele provocando a sua pulverização.

O jato resultante deste impacto tem um grande ângulo de abertura e uma fraca espessura.



Corte esquemático de um bico de espelho

1- Ranhura para orientação 2- espelho 3- porca de fixação 4- filtro
5- corpo

Relação entre o diâmetro das gotas e o tipo de bico, para um débito de 1 l / min, à pressão de 3 bar

| Tipo de bico | Diâmetro volumétrico médio (*), em μm |
|--|--|
| turbulência | 260 |
| fenda de 110° | 300 |
| fenda de 80° | 400 |
| espelho | 650 |

(*) DVM é o diâmetro da gota cujo volume é a média aritmética dos volumes de todas as gotas de uma população

Rampas de pulverização:

Estrutura onde estão montados os bicos e que serve de suporte às condutas da calda.

Formas das rampas de pulverização

Muito variada, dependendo do **tipo de cultura** a que se destinam, podendo atingir, para as culturas baixas, vários metros.

Para a cultura da vinha e pomares são, geralmente, em forma semicircular.

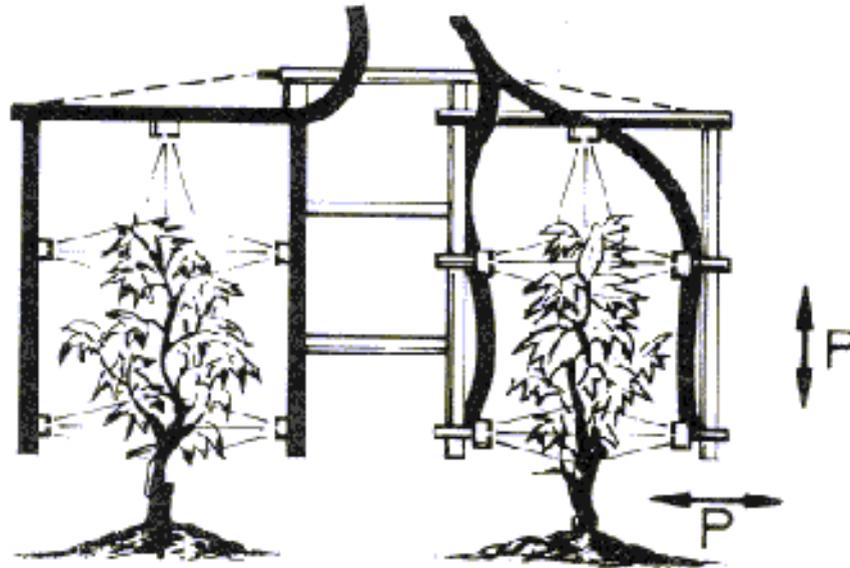
Fatores importantes para escolha de uma rampa

O material em que são fabricadas, o sistema para arrumar os seus segmentos, o sistema de regulação da altura, etc.,

Tipo de suspensão das rampas vs repartição da calda

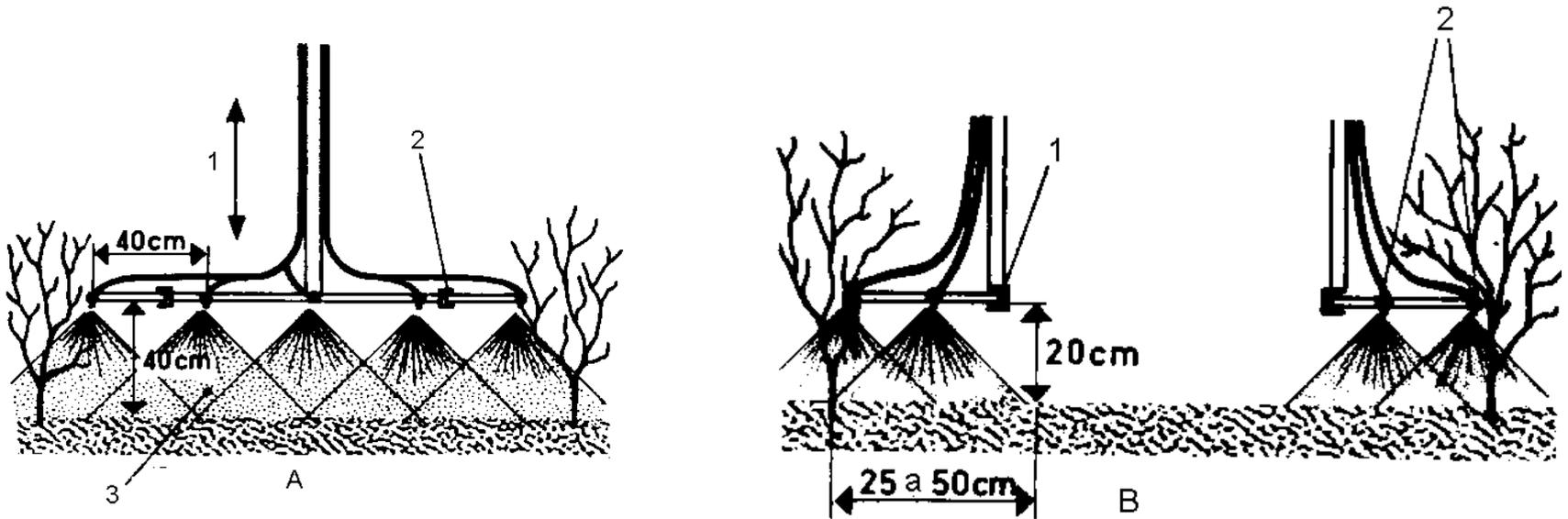
O tipo de suspensão das rampas utilizadas nas culturas baixas condiciona de forma significativa, a repartição longitudinal e lateral da calda.

Rampa de um pulverizador de pressão de jato projetado



Esquema de uma rampa vitícola de um pulverizador de pressão de jacto

Rampa para aplicação de herbicida



Representação de uma rampa para aplicação de herbicida na entre linha e rampas para aplicação na linha

Os sistemas de regulação dos pulverizadores hidráulicos:

Os sistemas de regulação dos pulverizadores permitem funcionar a:

- **pressão constante**- mantem as características das gotas, mas altera o volume aplicado por hectare;
- **volume constante**- mantem o volume aplicado por hectare, mas altera as características das gotas.

Pressão constante

Indicado para situações em que **velocidade se mantém \pm constante**

Volume constante

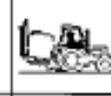
Indicado para situações de **velocidade variável**. Nesta situação a regulação do débito varia em função da variação da velocidade.

Departamento de Agronomia

Pressão constante (PC)

| |  |  |  |
|----------------|---|---|---|
| Terreno | Subida | Descida | Patinar |
| Regime motor | ↘ | ↗ | → |
| Velocidade | ↘ | ↗ | ↘ |
| Débito (l/min) | → | → | → |
| Volume (l/ha) | ↘ | ↘ | ↘ |
| Pressão | → | → | → |
| s.a./ ha | ↘ | ↘ | ↘ |
| Resultado | Dose > | Dose < | Dose > |

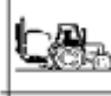
Débito proporcional ao regime motor (DPM)

| |  |  |  |
|----------------|---|---|---|
| Terreno | Subida | Descida | Patinar |
| Regime motor | ↘ | ↗ | → |
| Velocidade | ↘ | ↗ | ↘ |
| Débito (l/min) | ↘ | ↗ | → |
| Volume (l/ha) | → | → | ↘ |
| Pressão | ↘ | ↗ | → |
| s.a./ ha | → | → | ↘ |
| Resultado | Dose = | Dose = | Dose < |

Débito proporcional ao avanço (DPA)
Débito proporcional electrónico (DPE)

| |  |  |  |
|----------------|---|---|---|
| Terreno | Subida | Descida | Patinar |
| Regime motor | ↘ | ↗ | → |
| Velocidade | ↘ | ↗ | ↘ |
| Débito (l/min) | ↘ | ↗ | ↘ |
| Volume (l/ha) | → | → | → |
| Pressão | ↘ | ↗ | → |
| s.a./ ha | → | → | → |
| Resultado | Dose = | Dose = | Dose = |

Concentração proporcional ao avanço (CPA)

| |  |  |  |
|----------------|---|---|---|
| Terreno | Subida | Descida | Patinar |
| Regime motor | ↘ | ↗ | → |
| Velocidade | ↘ | ↗ | ↘ |
| Débito (l/min) | → | → | → |
| Volume (l/ha) | ↘ | ↘ | ↘ |
| Pressão | → | → | → |
| s.a./ ha | → | → | → |
| Resultado | Dose = | Dose = | Dose = |

Efeitos comparativos dos diferentes princípios de regulação

Regulação de um pulverizador:

Verificações prévias:

- **estado geral** (condutas da calda e ar, juntas dos bicos, etc.);
- **se o circuito da calda se encontra perfeitamente limpo**;
- se a lubrificação das transmissões, articulações, bomba, etc., se encontra assegurada;
- **tensão das correias e suas protecções**;
- **pressão do amortecedor é de 0.6-0.8 da pressão de trabalho**.

Regulação de um pulverizador de pressão constante

Ter em consideração:

- o **volume de calda a espalhar por hectare (Q)**, em l / ha, em função da cultura, do pulverizador, do tipo de tratamento e o produto a utilizar (modo de acção e solubilidade);
- a **velocidade de trabalho (v)**, em km / h, que deve ser a mais elevada possível, tendo em conta a cultura, o estado do terreno e do material e o regime normalizado da TDF.

Com os dois fatores anteriores definidos e para uma **largura de trabalho (L)**, em m, calcula-se o débito do pulverizador (Dp), em l / min, que é necessário obter e que é dado pela fórmula:

$$Dp = (Q * v * L) / 600 \text{ ou } Q = (600 * Dp) / (v * L)$$

O débito dos bicos (Db)

Depende do seu **calibre e pressão**, devendo ter-se presente que esta não deve variar para além das indicações dadas pelo fabricante.

Determinação do débito dos bicos, para se obter o volume ha, desejado:

$$D_p = (Q * v * L) / 600$$

D_p- débito do pulverizador (*), em L/min

Q- volume a aplicar, em L/ha

v- velocidade, em km/h

L- largura de trabalho, em m.

Exemplo:

$$Q = 500 \text{ L};$$

$$L = 2 \text{ m};$$

$$v = 3.6 \text{ km/h (1m/s)}$$

$$D_p \text{ (L/min)} = 500 * 3.6 * 2 / 600$$

$$= 6 \text{ L/min}$$

(*) débito do conjunto de bicos que estão a ser utilizados

Escolha dos bicos, em função:

- do **tipo de cultura**;
- da **pressão de funcionamento** para se obter o valor de débito desejado.

Pressões de funcionamento (bar)

Pressões baixas- conduzem a um nº de gotas pequeno mas de grandes dimensões, que têm tendência a escorrer para o solo;

Pressões altas- permitem obter um maior número de impactos, ou seja, gotas mais pequenas e com uma repartição mais homogénea.

Pressões, em bar, indicadas para os diferentes tipo de bicos:

Bicos de fenda- 3 a 5;

Bicos de turbulência- 3 a 20;

Bicos de filete- 1 a 2;

Bicos de espelho- 0.5 a 1.5.

Utilização dos diferentes bicos:

Bicos de fenda

Distribuição sobre um solo nu ou fracamente recoberto, como é o caso da aplicação de herbicidas ou fungicidas sistémicos;

Bicos de turbulência

Cobertura de vegetação desenvolvida, ex. em viticultura/arboricultura, para aplicação de fungicidas e insecticidas;

Bicos de espelho

Para a distribuição de adubos líquidos em suspensão.

Com a verificação dos bicos pretende-se:

- certificar se todos os bicos são do **mesmo tipo, ângulo e calibre**. Caso isto não aconteça **mudam-se todo o conjunto** para não ter bicos novos e usados em funcionamento simultâneo;
- **detetar possíveis diferenças de débito**.

Determinação da velocidade de trabalho:

Deve ser determinada em condições semelhantes aquelas em que o tratamento vai ser efetuado.

Para determinar a velocidade real de trabalho (v), é necessário:

- **calibrar a pressão dos pneus** em função da massa do pulverizador cheio de água;
- **encher o reservatório do pulverizador até meio da sua capacidade;**
- **marcar no solo uma distância (L)**, em metros;
- **percorrer o trajecto definido**, com a **relação de transmissão escolhida**, e com um **regime motor que permita obter 540 rpm da TDF;**
- **medir**, com precisão, **o tempo (t)**, em segundos, gasto a percorrer aquela distância.

Fórmula que permite determinar a velocidade, em km / h:

$$v = 3.6 * L (m) / t (s)$$

Determinação do débito da bomba (Db):

Proceder da seguinte forma:

- encher completamente o reservatório do pulverizador;
- **desmontar-se a ligação da conduta de retorno à saída da bomba;**
- pôr-se o trator a funcionar para se obter as 540 rpm da TDF;
- fazer funcionar a bomba durante alguns minutos (t);
- medir o volume de água (q), em litros, necessário para repor o nível inicial.

O débito da bomba (Db), em l / min:

$$Db = q / t$$

O **valor obtido** deve ser **sempre superior ao débito real**, para que haja **retorno de parte da calda para o reservatório**, mas não demasiado grande, pois pode provocar a deterioração das condutas ou mesmo a alteração da substância ativa.

Medição do débito real (Dr) do pulverizador e do retorno (Da)

- fazer funcionar o pulverizador e certificar-se de que todos os bicos debitam regularmente e que não há nenhuma fuga nos mesmos;
- regular a pressão, segundo as instruções do fabricante, para se obter o débito por hectare desejado;
- interromper o circuito de retorno (**Da**);
- encher completamente o reservatório;
- fazer rodar a bomba a 540 rpm;
- fazer funcionar as rampas durante alguns minutos (**t**);
- medir o volume de água gasto (**q**).

Débito real (Dr) é dado por:

$$Dr = q / t$$

Débito de retorno (Da) é dado por:

$$Da = Db - Dr$$

Ajustamento do débito real de pulverização

Deve ser feito desde que ele seja **inferior ao débito calculado**, o que acontece devido às **perdas de carga nas condutas**.

As perdas de carga podem ser detetadas comparando as pressões obtidas ao nível do manómetro do distribuidor com as medidas nos bicos.

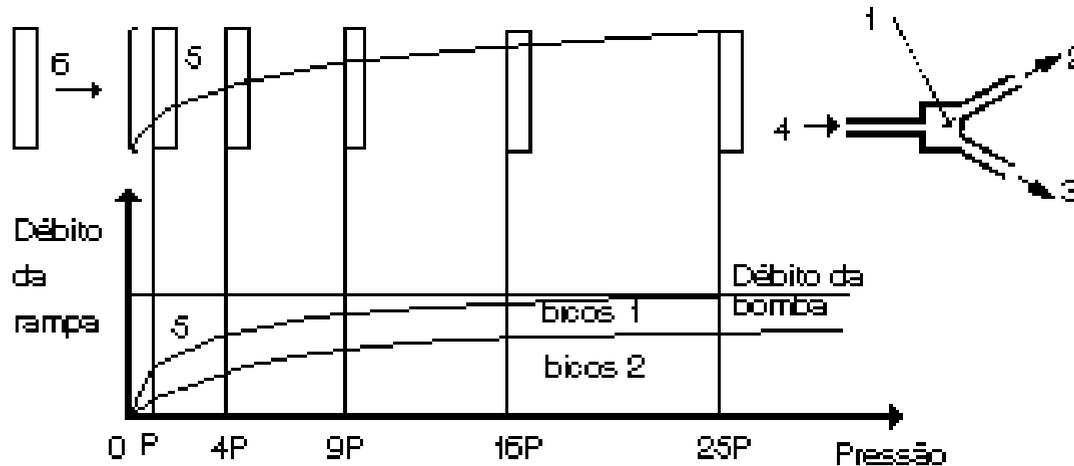
Para se proceder ao ajustamento é **necessário utilizar pressões de funcionamento superiores às indicadas**, o que se consegue com:

- a utilização do regulador de pressão, até se obter um débito real igual ao calculado;
- escolher uma nova pressão de funcionamento utilizando ábacos;
- calcular a nova pressão, utilizando a seguinte fórmula:

$$P_2 = P_1 * (D_2 / D_1)^2$$

$$P_2 / P_1 = D_2^2 / D_1^2$$

P_2 é a nova pressão de funcionamento e P_1 é a pressão inicial.



Princípio da regulação de pressão

1- Regulador 2- retorno 3- rampa 4- saídas 5- retorno 6- débito da bomba

2- Pulverizadores por pressão de jato transportado:

A pulverização é efetuada da mesma forma que os PJP sendo o **transporte das gotículas assegurado por uma corrente de ar.**

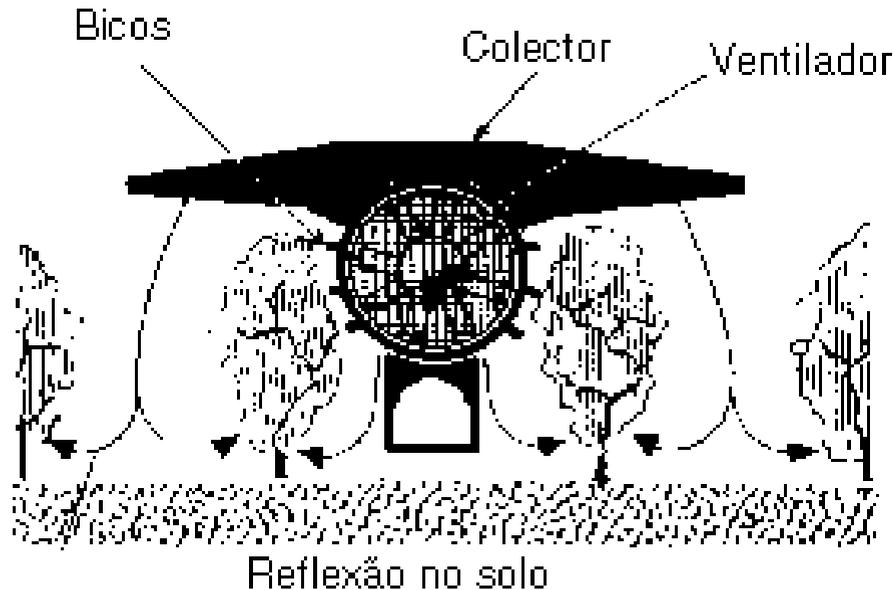
Quando a corrente passa no interior da vegetação, perde velocidade permitindo a deposição da calda

As gotículas no interior da corrente de ar têm menos tendência para se evaporarem e esta permite agitar a massa vegetal facilitando a penetração das gotas para o interior da copa.

As gotículas nestes pulverizadores podem ser menores que as obtidas nos PJP pois o seu transporte depende fundamentalmente das correntes de ar, sendo o seu alcance superior, permitindo assim fazer tratamentos à distância.

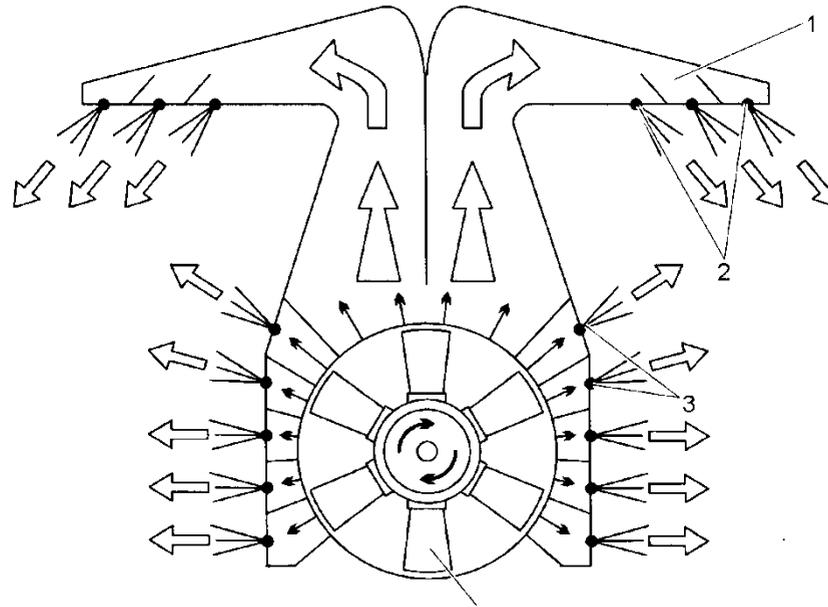
O diâmetro destas gotas não deve ser inferior a 100 μm .

Rampa de pulverizador de pressão de jato transportado



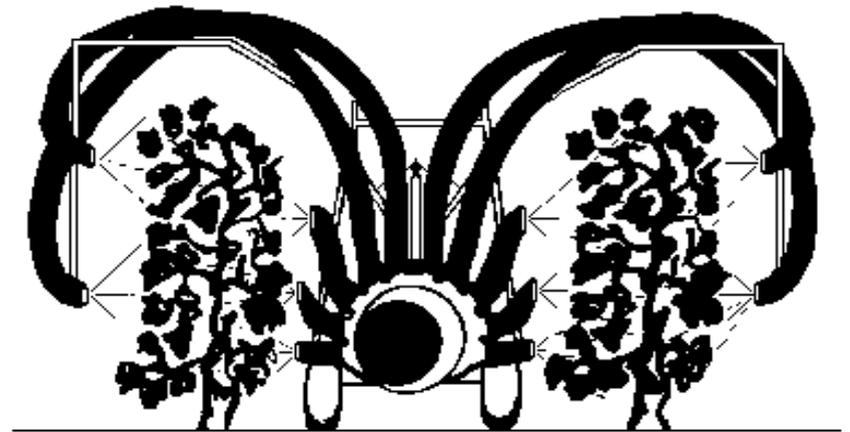
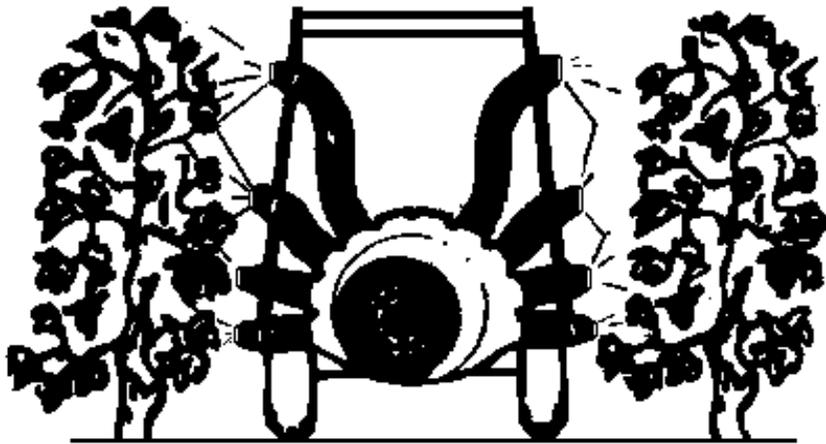
Esquema de um pulverizador de pressão de jato transportado

Rampa de pulverizador de pressão de jato transportado



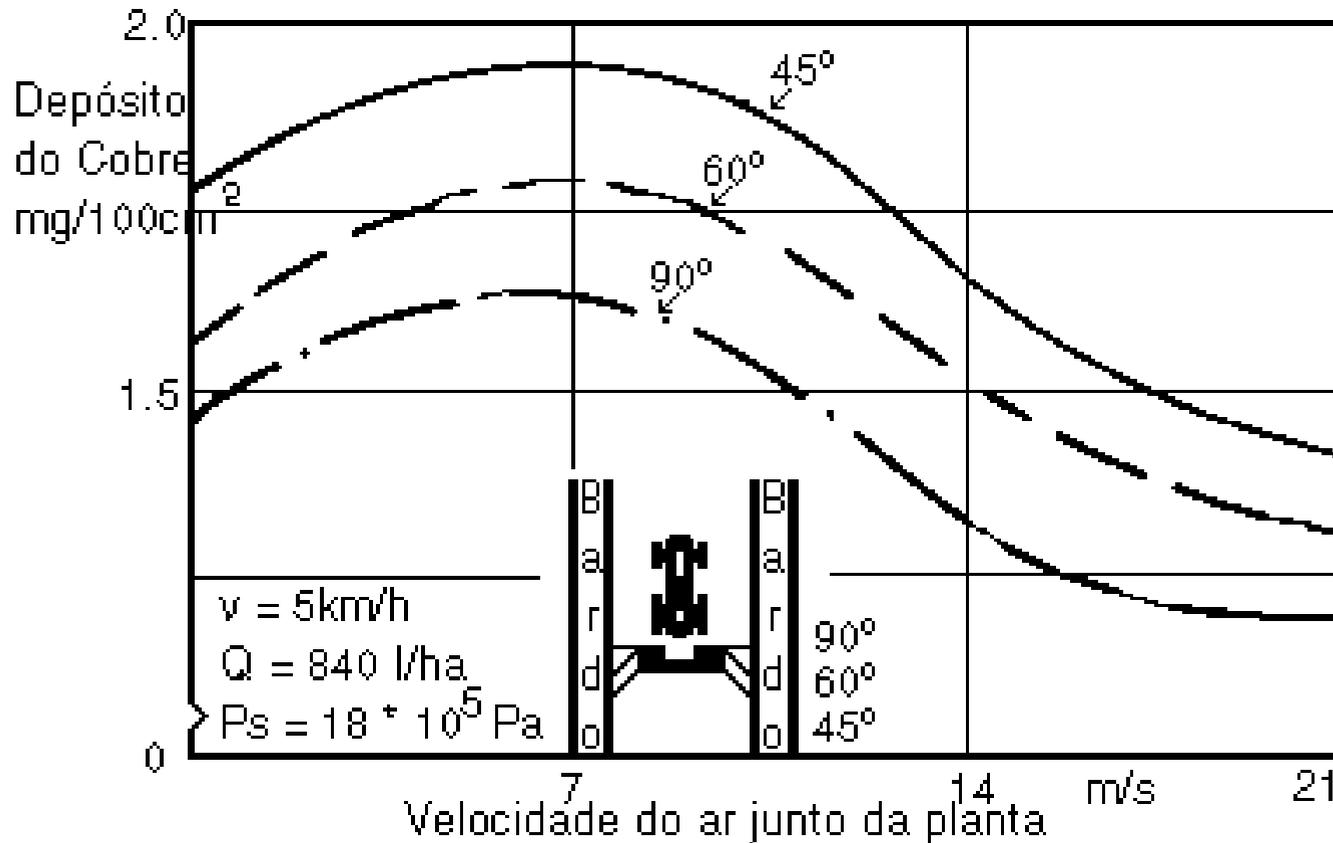
Esquema de um pulverizador de pressão de jato transportado

1- Coletor 2- ventilador



Adaptação de um pulverizador de jato transportado à cultura da vinha instalada em patamares de dois bardos.

A- versão original B- versão alterada



Influência da velocidade dos fluxos de ar direcionados e do ângulo de incidência na deposição de cobre na cultura da vinha

Diferentes tipos de ventiladores

- ventiladores **axiais**;
- ventiladores **radiais**;
- ventiladores **tangenciais**.

Os ventiladores axiais (helicoidais)

Aspiram e impulsionam o ar axialmente, ou seja, **paralelamente ao eixo de rotação**. Têm um deflector na parte anterior que faz com que a trajetória de saída do ar seja perpendicular ao eixo.

Os ventiladores radiais (centrífugos)

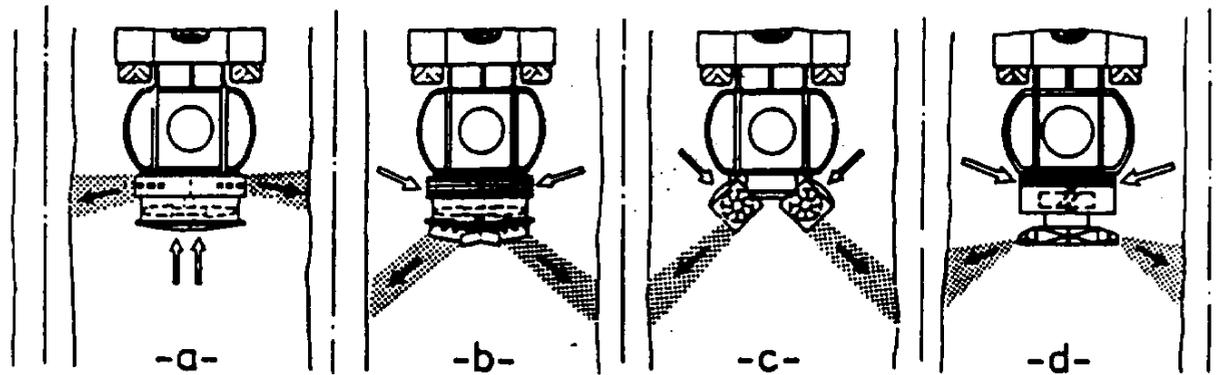
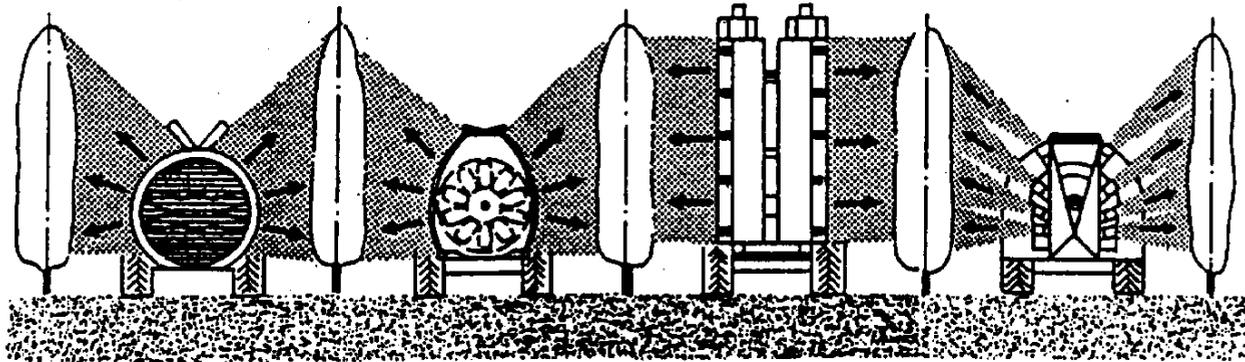
Corrente de ar radial, **perpendicular ao eixo de rotação**.

Os ventiladores tangenciais

A corrente de ar ser projetada **tangencialmente ao ventilador**.

Os **ventiladores** na maioria dos pulverizadores **podem ser desligados** funcionando então este como jato projetado.

Diferentes tipos de ventiladores



Representação de diferentes tipos de ventiladores

- a- Ventilador axial, com entrada de ar posterior
- b- Ventilador axial, com entrada de ar anterior
- c- Ventilador tangencial
- d- Ventilador radial

3- Pulverizadores pneumáticos (PP):

A pulverização resulta do **choque de um filete de calda com uma corrente de ar de grande velocidade.**

Os PP são mais utilizados para **tratamentos de proximidade** pois a dimensão das gotas é pequena.

É na vinha que este tipo de equipamentos é mais utilizado.

A divisão da calda é tanto mais regular quanto maior for a velocidade do ar ao nível do cone de Venturi da conduta do ar e menor o débito da calda

A forma como esta chega ao cone de Venturi condiciona também a pulverização, sendo a apresentação em filme ou filetes muito delgados, uniformemente distribuídos, as formas mais favoráveis.

As características da calda, nomeadamente a tensão superficial, viscosidade e densidade condicionam também a pulverização.

Pulverizadores pneumáticos (cont):

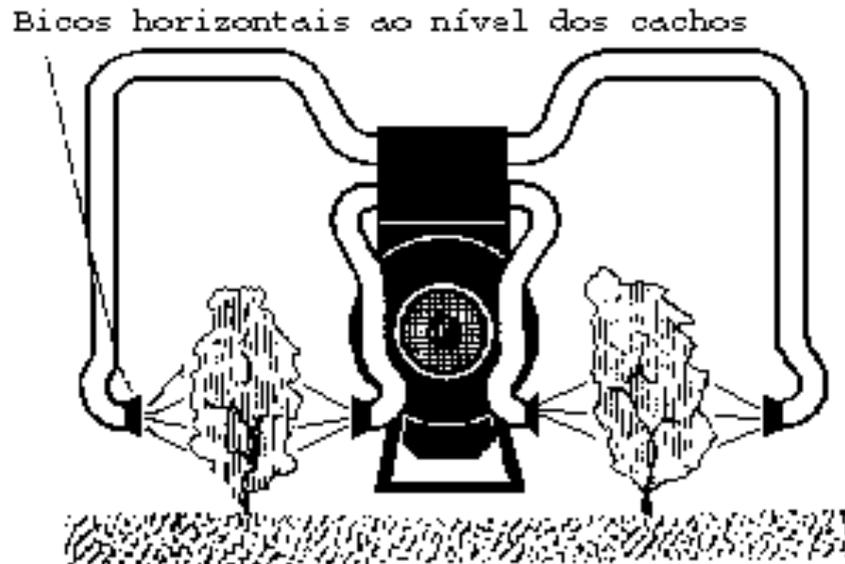
O objetivo principal é obter-se uma **pulverização muito intensa (gotas pequenas)**, o que permite uma maior superfície de cobertura.

Numa pulverização demasiado fina as gotículas têm **maior dificuldade em depositar-se** pois são facilmente arrastadas por pequenos fluxos de ar.

Não havendo praticamente perdas de carga no circuito da calda é possível obter maior uniformidade do espectro da pulverização e sua distribuição, pelo que este tipo de pulverizadores são indicados para **tratamentos dos dois lados dos bardos na cultura da vinha**.

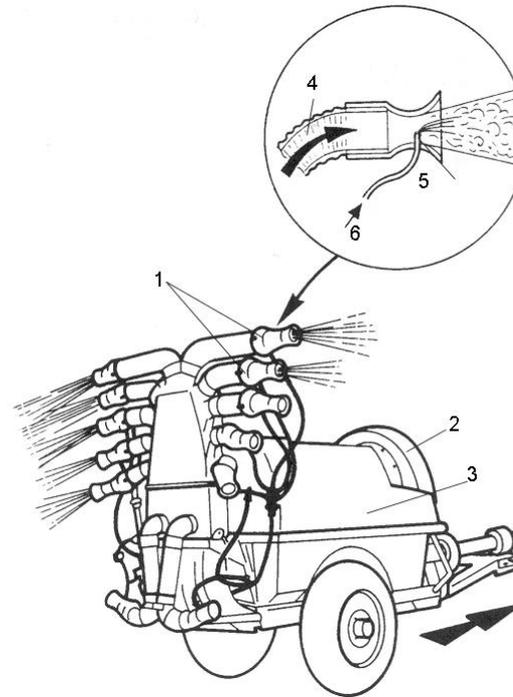
No tratamento dos cachos da vinha, ex. da podridão, **quando se faz incidir dois jatos, um de cada lado, é fundamental que estes não choquem diretamente a fim de não se anular a sua força de penetração**.

Pulverizador pneumático



Esquema de um pulverizador pneumático utilizado no tratamento das duas faces dos bardos

Pulverizador pneumático



**Pulverizador pneumático utilizado no tratamento das
duas faces dos bardos**

1- Conduto 2- turbina 3- reservatório 4- ar 5- difusor 6- calda

Principais características dos pulverizadores pneumáticos:

- débito da calda;
- débito e velocidade do ar.

O débito da calda este varia de 1 a 5 - 6 l / min, sendo os valores mais baixas obtidos nos pulverizadores com apenas um bucal de saída e os mais elevados com várias saídas; nesta situação débitos baixos conduziriam a uma grande heterogeneidade na distribuição pelos vários bucais.

O débito e velocidade do ar são função do ventilador, ou seja:

- da sua **forma, diâmetro, número e forma das palhetas**, etc.,
- seu **regime**:
- do **número, forma e dimensão das condutas**.

Para potências de acionamento inferiores a 20 cv obtém-se débitos de 0.3-2.0 m³/s e velocidades médias de 50-100 m/s; na zona de estrangulamento do bucal a velocidade varia de 100-150 m/s.

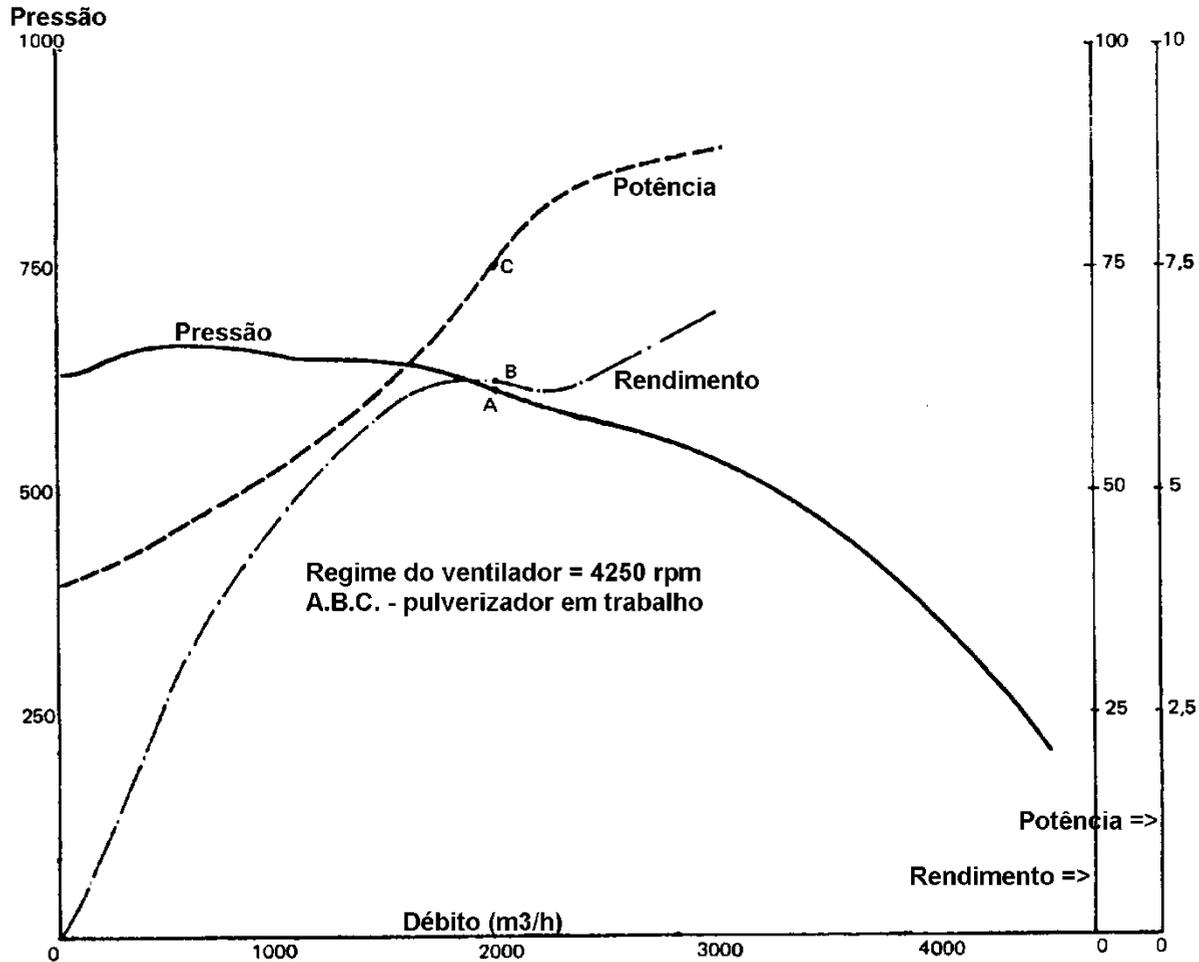
Departamento de Agronomia

Considerando as **variações da pressão**, potência e rendimento de um ventilador centrífugo constata-se que, **a partir de um dado débito de ar (m^3/h), a pressão diminui rapidamente**. Esta diminuição é função das características e regime do ventilador; a potência e rendimento aumentam.

O ventilador deve funcionar na zona correspondente ao início da diminuição da pressão, pois ainda é bastante elevada (a sua redução ainda foi pouco importante), mas a partir dessa zona a sua diminuição é significativa fazendo baixar o rendimento do ventilador.

Diminuições da pressão implicam uma pulverização mais grosseira, que pode ser contrariada pelo aumento do regime, mas com um aumento da potência de acionamento; esta é proporcional ao cubo do regime de funcionamento.

Departamento de Agronomia



Curvas características de um ventilador centrífugo

Principais diferenças entre os pulverizadores hidráulicos e pneumáticos

| Tipo de pulverizadores | Pulverizadores de jacto projectado | Pulverizadores de jacto transportado | Pulverizadores pneumáticos |
|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| Dimensão das gotas (μm) | 150 - 500 | 150 - 400 | 50 - 100 |
| Volumes /ha (l / ha) | 300 - 1000 | 100 - 300 | 50 - 100 |
| Tipo de bomba | êmbolo | êmbolo | centrífuga |
| Turbina | êmbolo - membrana | êmbolo - membrana | êmbolo - membrana |
| Volume (m^3 / h) | | helicoidal | centrífuga |
| Velocidade do ar (km / h) | | 30000 | 7500 |
| Potência (kW) | | 200 | 400 |
| | 2 - 5 | 7 - 25 | 11 - 30 |

Utilização dos pulverizadores

Os **PH e PP** são os mais utilizados nas explorações vitícolas e frutícolas, pois apresentam uma tecnologia bem conhecida e conduzem a resultados, quando bem utilizados, satisfatórios.

Os **PP pneumáticos**, devido às características da corrente de ar, **grande velocidade mas baixo caudal**, são mais indicados para a **vinha**.

Nas **fruteiras** é importante ter-se um **elevado caudal a baixa velocidade** para se conseguir um transporte de gotas adequado e substituir a totalidade do volume de ar do interior da copa pelo que **os PJT são mais indicados**.

4- Pulverizadores centrífugos (PC):

Têm um ou vários **órgãos (bicos) rotativos**, que podem ser discos, cones ou cilindros, sendo, na forma mais simples, discos de eixo horizontal, onde a calda é depositada, com uma pequena pressão, espalhando-se segundo um filme muito delgado até à periferia onde é pulverizada.

Nos PC com vários bicos rotativos, exemplo das rampas, o acionamento dos bicos é geralmente efetuado hidráulica ou eletricamente sendo o débito obtido com uma pequena bomba; o ângulo do jato é de $\pm 140^\circ$.

À semelhança dos pulverizadores hidráulicos (PH) a pulverização nos PC também é mecânica; podem ser de jato projetado ou transportado.

Nos de **jato projetado** o transporte é assegurado pela força centrífuga, segundo trajetórias tangenciais aos bicos rotativos

Nos de **jato transportados** há um ventilador que cria uma corrente de ar que assegura o transporte das gotas.

Pulverizadores centrífugos (cont):

Principal vantagem:

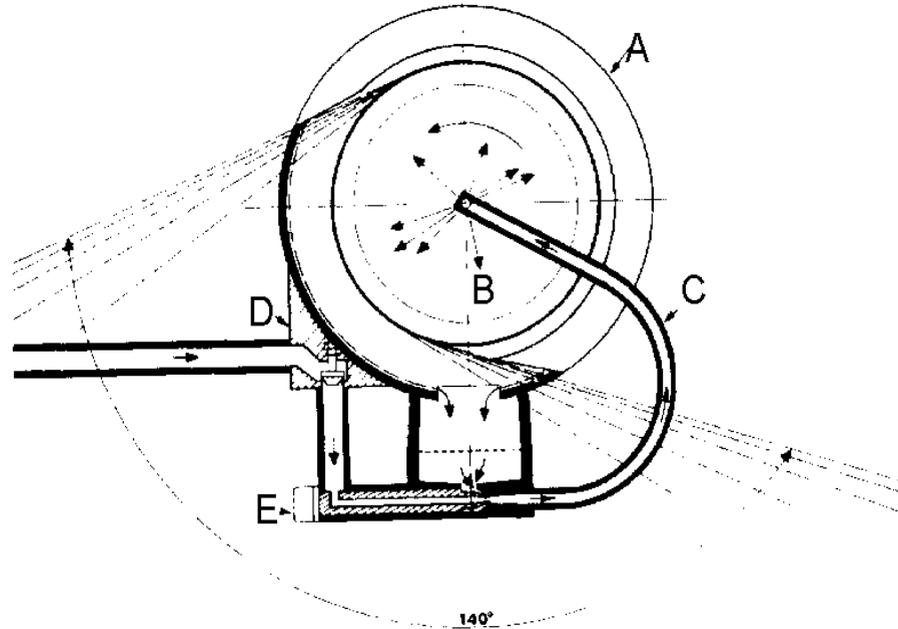
- maior homogeneidade da dimensão das gotas, o que é um fator decisivo para se poder aplicar baixos volumes.

Dimensão das gotas:

- tanto menor quanto maior for o diâmetro do disco e o regime de rotação e menor o débito da calda e sua tensão superficial.

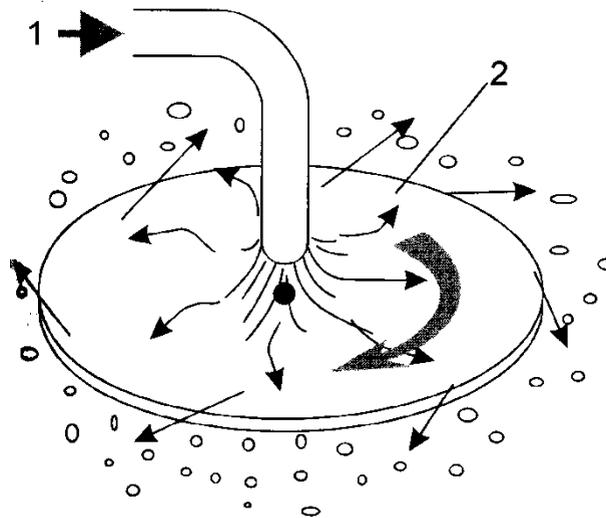
Considerando a reduzida dimensão das gotas para se **melhorar o poder de penetração e reduzir as perdas**, os bicos rotativos, com o eixo na vertical, são **colocados o mais próximo possível da vegetação a tratar**.

Bico de disco para a pulverização centrífuga (disco na vertical)



Representação de um bico de disco para a pulverização centrífuga
A- Coletor B- Disco C- Alimentação D- Eletroválvula E- Injetor

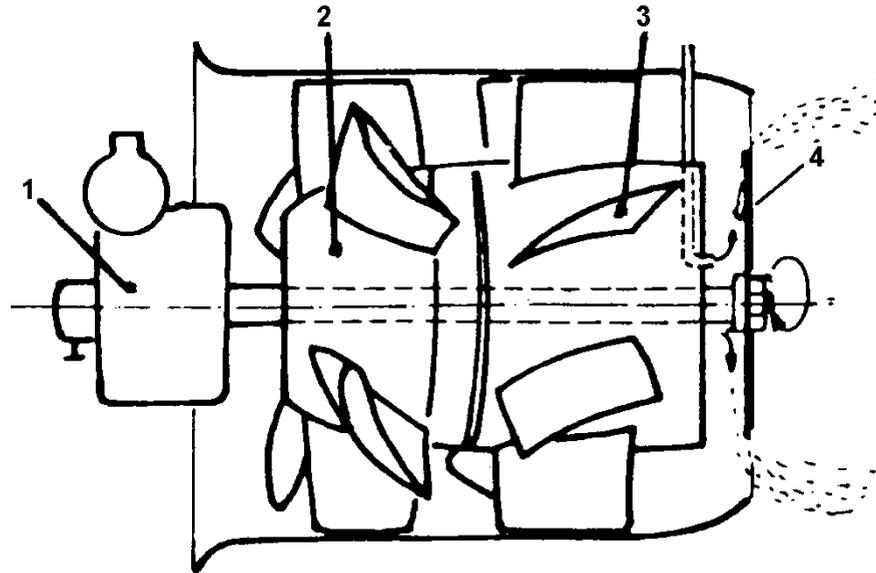
Bico de disco para a pulverização centrífuga (disco na horizontal)



Esquema de um bico centrífugo.

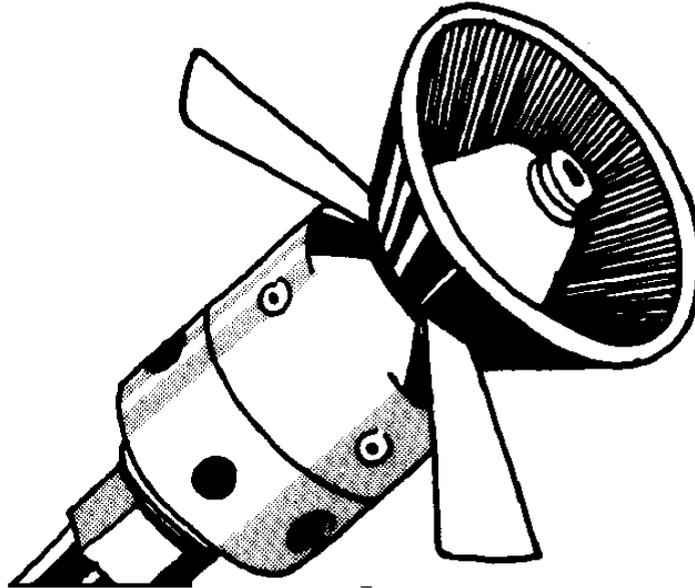
1- Entrada da calda 2- disco

Pulverização centrífuga e jato transportado



- Representação de um pulverizador centrífugo de jato transportado**
- 1- Motor
 - 2- Ventilador helicoidal
 - 3- Palheta para alteração da trajetória do ar
 - 4- Disco rotativo

Bico rotativo cónico



Representação de um bico rotativo cônico, com hélices, acionado pela corrente de ar do ventilador

Pequenos pulverizadores

Inclui os **pulverizadores de dorso**, manuais e os transportados em carrinhos puxados manualmente.

Em termos de funcionamento, são identificados como:

- **de pressão de jato projetado**;
- **pneumáticos**.
- **centrífugos**.
- **térmicos**

Os **pequenos pulverizadores de pressão de jato projetado** podem ser:

- de **pressão contínua**;
- de **pressão prévia**.

Pulverizadores de pressão contínua

Tem um **êmbolo (ou membrana)** e um **amortecedor de ar**; este está intercalado entre o êmbolo e a conduta de saída da calda,.

A bomba é acionada pelo operador que, por intermédio de uma alavanca de pressão, **mantém o nível da calda no interior do amortecedor de ar mais ou menos constante**, por forma a que o jato permaneça regular.

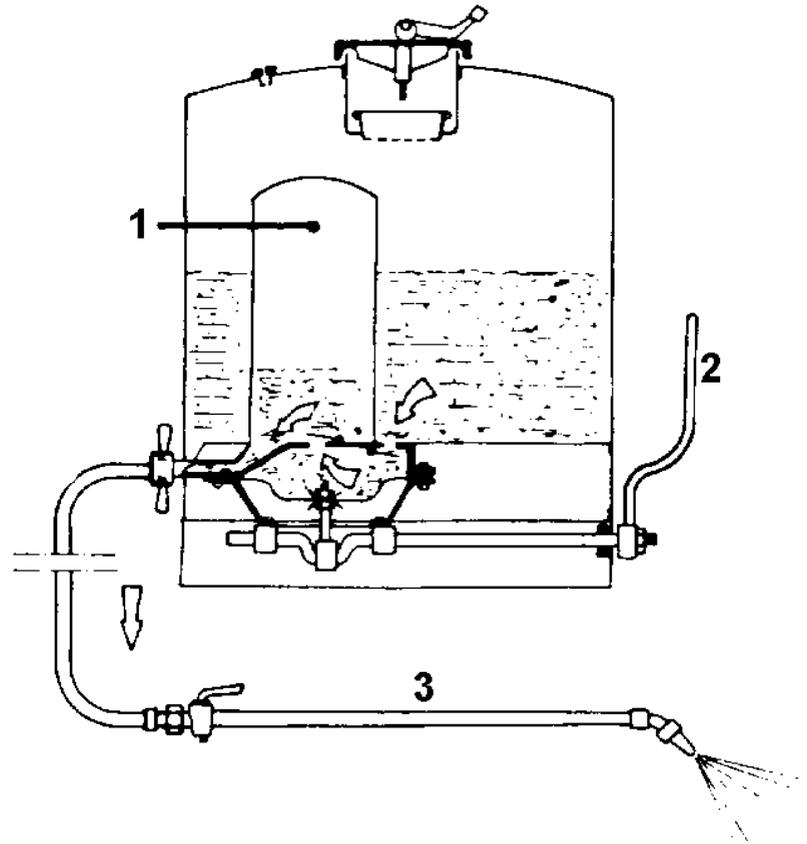
A pressão obtida nos pulverizadores de pressão contínua varia de **1 a 3 bar**, função da cadência de bombagem e do débito.

Pulverizadores de pressão prévia

Nestes pulverizadores é introduzido um determinado volume de ar que fica armazenado no reservatório, procedendo-se depois à introdução da calda que permanece sob pressão do ar introduzido.

À medida que a calda é pulverizada a pressão na sua superfície vai diminuindo, fazendo com que o **débito diminua e que a pulverização seja cada vez mais grosseira**, pelo que se torna necessário proceder novamente à introdução de mais calda.

Pulverizador de pressão contínua com bomba de membrana



1- Amortecedor de ar 2- Alavanca 3- Lança

Pulverizador de pressão prévia



Pequenos pulverizadores pneumáticos

Também designados por **atomizadores de dorso**, são muito utilizados em agricultura, nomeadamente **na vinha e culturas arbóreas**.

Dispõem de um motor de dois tempos, com 2-3 cv e um reservatório de ± 12 L.

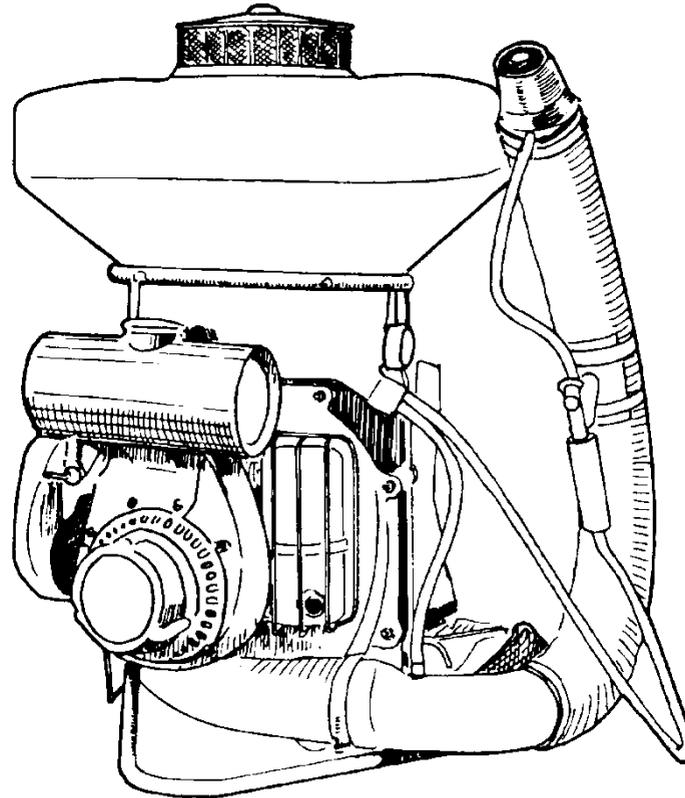
Os motores dos pequenos pulverizadores pneumáticos

Funcionam a **regimes muito elevados (5000-6000 rpm)** para se obter uma elevada velocidade do ar necessária para a pulverizar em pequenas gotículas.

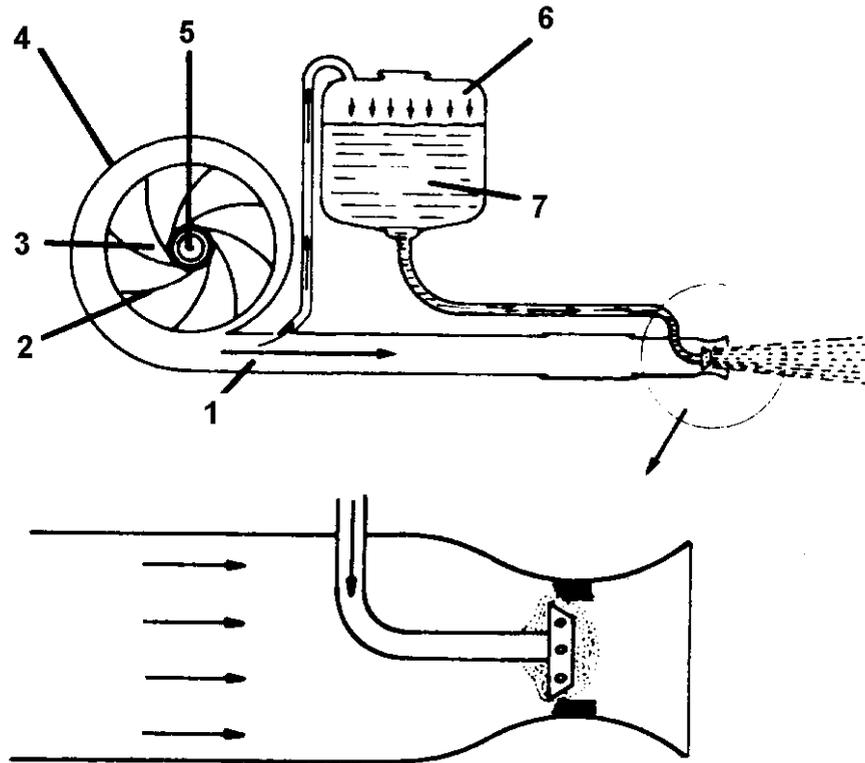
O motor aciona:

- o **ventilador centrífugo**;
- uma **bomba centrífuga** cujo débito é canalizado para o reservatório para homogeneização da calda.

Pulverizador pneumático (atomizador) de dorso



A pulverização num pulverizador pneumático



- 1- Saída do ar do ventilador 2- Palheta 3- Ventilador 4- Cárter
5- Orifício de aspiração do ar 6- Pressão do ar 7- Calda

Pequenos pulverizadores centrífugos

Tem como fonte de energia um pequeno motor térmico ou um motor elétrico alimentado por pilhas.

Os pulverizadores centrífugos manuais, com motor elétrico, designados por **pulverizadores de pilhas**, têm tido uma grande divulgação para aplicação de herbicidas, pois **utilizam volumes de 30 a 40 L / ha**.

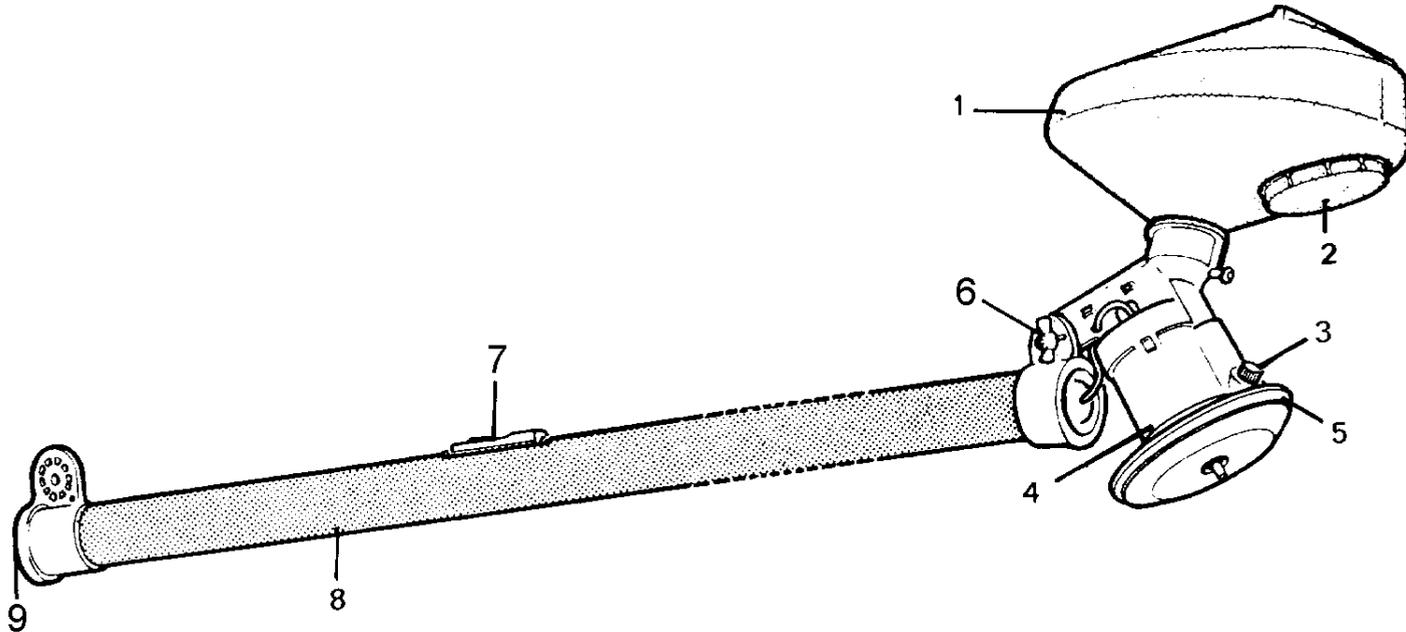
Os baixos volumes permitem reduzir o tempo de aplicação, efetuando-se os tratamentos nas melhores condições e diminuindo-se a percentagem de perdas ocasionadas pela não realização das operações no momento mais oportuno.

Pequenos pulverizadores centrífugos (cont)

O elemento de pulverização é geralmente **um disco**, colocado na extremidade de uma lança no interior da qual se colocam as **pilhas de 1.5 v**, tendo o reservatório, nas versões manuais, uma **capacidade muito pequena (± 1 L)** e nos transportados em bandoleira uma capacidade superior.

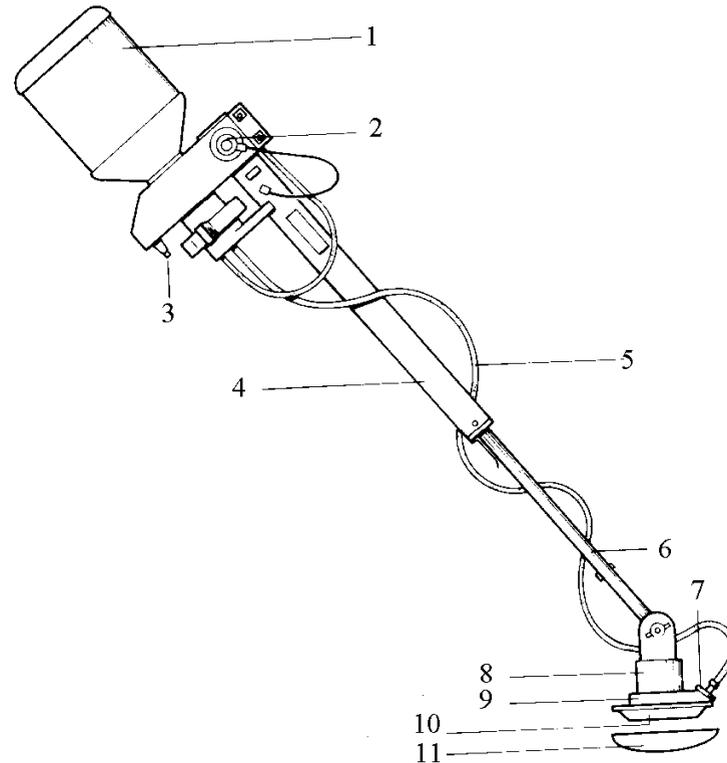
O débito é regulado por doseadores, sendo o regime do disco de **± 2000 rpm, para aplicação de herbicidas** e **6000 - 8000 rpm** para os restantes pesticidas.

Pulverizador centrífugo manual



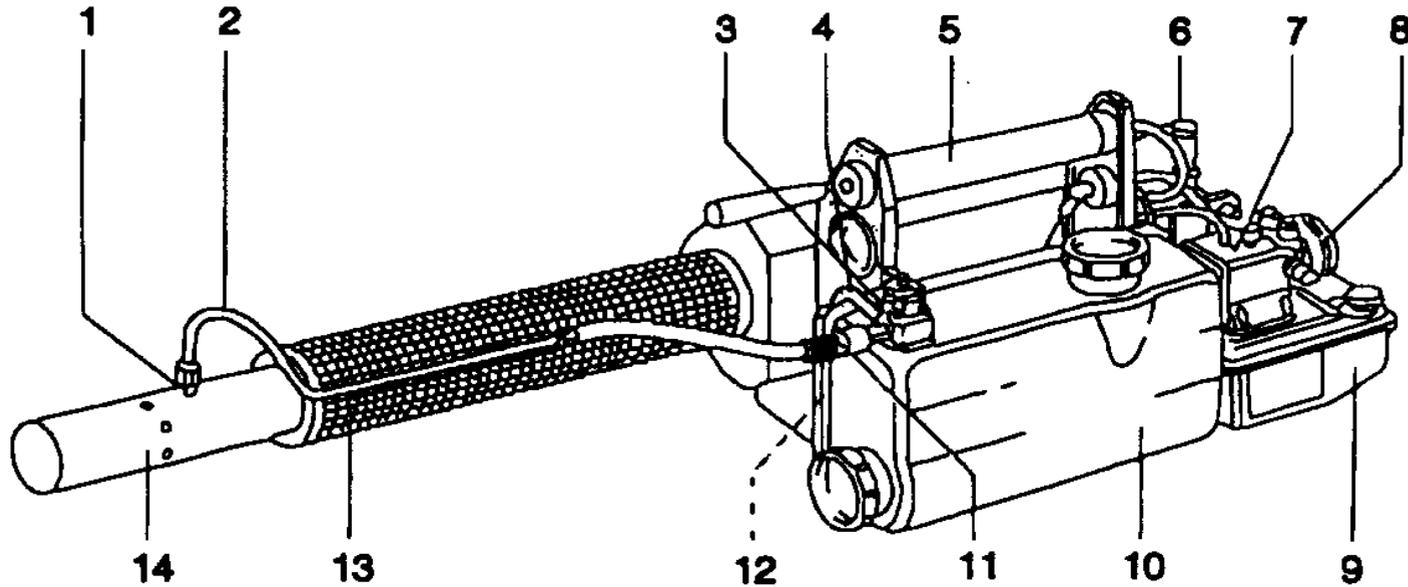
- 1- Reservatório de 1.5 L 2- Bocal para enchimento 3- Doseador
4- Motor elétrico 5- Disco de pulverização 6- Parafuso para regulação da
orientação do disco 7- Interruptor elétrico 8- Lança
9- Tampa da cana

Pulverizador centrífugo manual



- 1- Depósito da calda, 2- Interruptor, 3- ?, 4- Local onde se encontra as baterias, 5- Tubo da calda, 6- Tubo de extensão, 7- Bico, 8- Motor, 9- ?, 10- Atomizador
11- Prato

Pulverizador térmico manual



Representação de um pequeno pulverizador termopneumático

- 1- Zona de pulverização
- 2- Conduto da calda
- 3- Torneira da conduta de calda
- 4- Conduto de pressão
- 5- Bomba de ar para arranque
- 6- Inflamador
- 7- Carburador
- 8- Válvula de não retorno
- 9- Reservatório de gasolina
- 10- Reservatório do produto
- 11- Bico
- 12- Caixa das pilhas
- 13- Tubo de refrigeração
- 14- Tubo de pulverização.

Departamento de Agronomia

Principais características dos pulverizadores

| Modo de pulverização | Transporte das gotas | Designação do aparelho | Gerador de energia para pulverização | Posição relativa ao objecto | Utilização principal |
|--|--|--|---|--|---|
| Hidráulica | | | | | |
| - pressão do líquido | - energia cinética das gotas - corrente de ar | - pulverizador de pressão de jacto projectado - pulverizador de pressão de jacto transportado | - bomba - bomba | - próxima - distante | - culturas baixas - pomares, vinhas |
| Mecânica | | | | | |
| - centrífuga | - energia cinética das gotas - corrente de ar | - pulverizador centrífugo de jacto projectado - pulverizador centrífugo de jacto transportado | - rotação dos discos - rotação dos discos | - próxima - distante - próxima - distante | - materiais terrestres - aeronaves - vinha - pomares |
| Pneumática | | | | | |
| - corrente de ar - expansão de ar sob pressão | - corrente de ar - energia cinética das gotas | - pulverizador pneumático (clássico) - pulverizador pneumático de jacto projectado | - ventilador centrífugo - compressor de ar | - próxima - distante - próxima | - vinha - pomares - culturas baixas, sob abrigo |
| Térmica | | | | | |
| | - corrente de ar com baixa velocidade | - pulverizador térmico | - motor de explosão | - difusão na atmosfera | culturas sob abrigo e desinfecções |

Tipo de pulverização e volumes / ha obtidos

| Volume / ha | | Tipo de pulverização | | | |
|--------------------------|-----------|---|------------------------|---------------------------------|--------------------|
| Tipo | l / ha | Pressão da calda | | Centrífuga | Pneumática |
| | | Clássica | Assistida por ar | | |
| Ultra baixo volume (ULV) | < 5 | | | Não há para culturas extensivas | |
| Muito baixo volume (VLV) | 5 - 50 | | | 20 - 50 l / ha | 30 - 50 l / ha |
| Baixo volume (LV) | 51 - 100 | - risco de entupimento - risco de deriva | - risco de entupimento | pulverizadores específicos | volume aconselhado |
| Volume reduzido | 101 - 200 | volume aconselhado | volume aconselhado | | |
| Volume médio (MV) | 201 - 500 | volume aconselhado | volume aconselhado | | |
| Alto volume (HV) | > 500 | volume aconselhado | volume aconselhado | | |

Departamento de Agronomia

- Indicações para utilização dos diferentes tipos de bicos

| | Bicos de fenda 110° Distância 0.5 m | Bicos de fenda 80° Distância 0.5 m | Bicos de turbulência Distância 0.5 m | Bicos de espelho Distância 1 - 3 m | Bicos para aplicação de adubos | Bicos rota- tivos verticais Distância 0.5 m |
|--|--|---|---|--|--------------------------------------|---|
| Tipo de pulverização | | | | | | |
| Solo nu | Sim | Sim | Não | Possível | Possível | Sim |
| Herbicida de pós - emergência | Sim | Sim | Não | Não | Não | Sim |
| Fungicidas | Sim | Sim | Sim | Não | Não | Possível |
| Insecticidas | | | | | | |
| Adubos líquidos em solo nu | Sim | Sim | Não | Possível | Não | Não |
| Adubos líquidos sobre vegetação | Não | Não | Não | Não | Sim | Não |
| Adubos líquidos em suspensão | Não | Não | Não | Sim | Não | Não |
| Herbicidas localizados | Sim | Sim | Não | Possível | Não | Não |
| Aptidão | | | | | | |
| Penetração na vegetação | Forte | Forte | Forte | Fraca | Fraca | Média |
| Sensibilidade | | | | | | |
| Ao vento | Média | Média | Forte | Média | Fraca | Forte |
| À altura da rampa | Fraca | Média | Forte | Fraca | Média | Média |
| Ao entupimento | Forte | Forte | Média | Fraca | Fraca | Fraca |

Outras técnicas de tratamento das culturas

Para além das técnicas referidas existem outras que, embora menos utilizadas, têm, em determinadas situações uma importância significativa, e das quais se destacam:

- **humificação**, para a aplicação de herbicidas;
- **elétrico**, no combate das infestantes;
- **microondas**, para desinfeção da cama de sementeira com.

Humificação- a aplicação de herbicidas consiste em **fazer roçar um elemento humidificador**, geralmente um rolo que se mantém húmido, nas infestantes, depositando-se assim, por atrito, o herbicida nestas.

Elétrico- o combate das infestantes consiste em **aplicar uma corrente elétrica de alta tensão que seca as plantas**.

Microondas- a desinfeção da cama de sementeira com este método é um processo pouco divulgado. Consiste na **utilização de ondas eletromagnéticas de alta frequência (energia) que destroem o poder germinativo das sementes**.

A manutenção dos pulverizadores

A manutenção dos pulverizadores, assim como de todos os equipamentos, visa uma maior eficiência dos mesmos e uma redução dos seus encargos com reparações.

Relativamente aos pulverizadores, para além de evitar fazer funcionar as bombas em seco, é necessário considerar os seguintes tipos de operações de manutenção:

- cuidados diária;
- cuidados quando da mudança de produto.
- cuidados a observar no fim de cada campanha.

Cuidados diários gerais:

- **não deixar a calda no reservatório**, pois alguns produtos acabam por se deteriorar, ou sem agitação depositam-se acabando por obstruir filtros e bicos;
- **lavar o circuito com água limpa**, para o que se aconselha encher o reservatório até 20 % da sua capacidade e fazer funcionar o pulverizador;
- fazer uma **inspeção geral** para detetar possíveis fugas ou quaisquer outros estragos;
- **lubrificar todas as peças móveis.**

Cuidados diários gerais (cont):

Em relação aos bicos, para fazer a sua manutenção sem os danificar, é necessário introduzi-los num solvente e só depois limpá-los com uma escova não muito dura e de seguida utilizar uma corrente de ar.

Não se devem utilizar arames para não danificar os orifícios nem soprar pois existem produtos corrosivos, irritantes ou tóxicos para a pele.

A substituição das pastilhas deve ser feita desde que o débito seja **10 % superior ao obtido em novo**, ou, pelo menos, uma vez em cada dois anos.

Para comparar os débitos aconselha-se a compra de mais uma pastilha para além das necessárias ao funcionamento do pulverizador.

Cuidados quando da mudança de produto:

- encher o reservatório até 20 % da sua capacidade e misturar uma solução detergente;
- fazer funcionar o pulverizador durante alguns minutos antes de despejar a solução;
- proceder como anteriormente mas apenas com água e limpar os filtros.

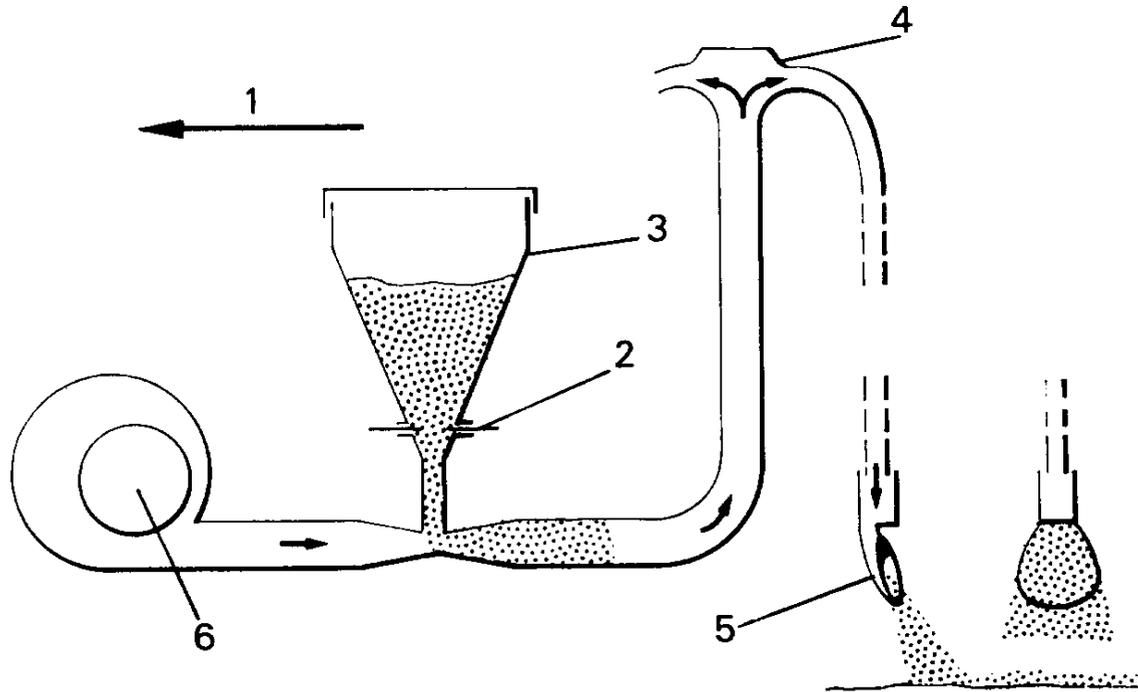
Departamento de Agronomia

Cuidados a observar no fim de cada campanha:

- **lavar cuidadosamente todo o pulverizador**, incluindo os filtros;
- escoar completamente o circuito do líquido;
- **distender todas as correias de transmissão**;
- **descomprimir o regulador de pressão**;
- **tirar o ar do amortecedor de ar**;
- lubrificar as partes metálicas moveis;
- tirar o óleo do cárter da bomba e encher com um produto próprio;
- verificar o estado de funcionamento do manómetro;
- limpar o exterior do pulverizador;
- proteger, com produtos próprios, as partes que se encontrem sem tinta.

Caso haja necessidade de reparar ou substituir as redes dos filtros é necessário ter em consideração a sua malha, a qual depende da sua localização e débito dos bicos.

Esquema de um polvilhador pneumático



- 1- Direção de avanço 2- Dosagem do pó 3- Tremonha
4- Repartidor para a rampa 5- Deflector 6- Ventilador centrífugo