

**CURSO DE PRODUÇÃO INTEGRADA DA VINHA
(módulo - equipamentos de protecção)**

**Curso de formação organizado por:
Alto Fuste - Consultadoria e Gestão Agrária, Lda**

Fernando A. Santos
www.utad.pt/~fsantos

EQUIPAMENTOS DE PROTECÇÃO PARA A VINHA

A- A pulverização

B- Principais tipos de pulverizadores

C- Principais regulações dos pulverizadores

D- A manutenção dos pulverizadores

≤

A- A pulverização

A.1- Aspectos gerais

A.2- Características dimensionais de uma população de gotas

A.3- Características da pulverização para aplicação dos produtos fitossanitários

A.3.1- Cobertura e homogeneidade da área a tratar

A.3.2- Dimensão das gotículas

A.3.3- Penetração da calda na vegetação

A.3.4- Alcance do jacto

A- A pulverização

A.1- Aspectos gerais

A pulverização consiste na divisão de um dado volume de calda em pequenas gotas e na sua distribuição sobre as plantas ou solo.

A.2- Características dimensionais de uma população de gotas.

A caracterização de uma população de gotas permite escolher o método de pulverização que melhor controle as pragas e/ou doenças e que limite as possibilidades de deriva e contaminação;

O parâmetro dimensional mais utilizado na caracterização das gotas é o diâmetro volumétrico mediano (DVM), que corresponde ao diâmetro da gota cujo volume é a média aritmética dos volumes de todas as gotas.

Este valor depende mais das gotas grandes, pois estas apresentam um aumento de volume muito superior à variação do diâmetro.

[Classificação dimensional de uma população de gotas; dimensão, fixação sobre as folhas, utilização e risco de deriva](#)

[Classificação dimensional de uma população de gotas; suas características](#)

[Analisador de partículas por raio laser](#)

A.3- Características da pulverização para aplicação dos produtos fitossanitários

A.3.1- Cobertura e homogeneidade da área a tratar.

A importância da cobertura e homogeneidade da área a tratar é função do tipo de tratamento a realizar, ou seja:

- na aplicação de um fungicida de contacto é fundamental que toda a área seja coberta pois os fungos espalham-se, normalmente, por toda a copa das plantas. Existem determinadas doenças como, por exemplo, a podridão cinzenta, em que é necessário a aplicação localizada do produto.

- na aplicação de produtos sistémicos a sua difusão no objecto a tratar permite uma diminuição sensível da área de contacto, sem pôr em causa a eficácia do tratamento.

- na aplicação de herbicidas este problema põe-se com menos acuidade pois, quer os produtos sejam sistémicos ou de contacto, o "alvo" é facilmente atingido.

Quando os pulverizadores têm vários órgãos de pulverização, é necessário que o seu posicionamento permita cobrir toda a área a tratar e que a distribuição seja homogénea.

Relativamente à aplicação de herbicidas com rampas a repartição transversal e longitudinal é função de:

- ângulo da pulverização, assim como do espaçamento e orientação dos bicos;**
- da altura, estabilidade e paralelismo da rampa relativamente à superfície a tratar;**
- da regularidade da velocidade de avanço e trajecto a percorrer.**

A altura da rampa deve permitir uma sobreposição dos jactos sem, no entanto, chocarem, pelo que o seu valor varia conforme a distância a que os bicos se encontram na rampa e do ângulo de abertura do jacto.

O aumento da distância da rampa ao solo pode significar um aumento importante da deriva das gotas mais pequenas.

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 ficarão faixas húmidas no solo.

A.3.2- Dimensão das gotículas

Da pulverização de um líquido obtêm-se um grande número de gotas de dimensão muito variável.

A importância da dimensão das gotículas advém do facto de quanto menores estas forem maior será a superfície tocada pelo produto.

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

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

A densidade mínima de impactos para aplicação de insecticidas é de 35 - 40 cm^2 , para fungicidas de 70 - 90 e herbicidas de 20 - 30.

Utilização de folhas hidrosensíveis para determinação da densidade de impactos.

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

A.3.3- Penetração da calda na vegetação

A penetração da calda no interior da planta é muito importante quando as pragas ou doenças aí se instalam, pelo que se torna 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 videiras pode-se efectuar utilizando folhas de papel hidrosensível.

A.3.4- Alcance do jacto

O alcance do jacto é particularmente importante nas culturas altas para se poder atingir totalmente a copa das árvores.

Na vinha o alcance do jacto não põe, geralmente, qualquer problema.

B- Principais tipos de pulverizadores

B.1- Pulverizadores por pressão

B.1.1- Pulverizadores por pressão de jacto projectado

B.1.2- Pulverizadores de pressão de jacto transportado

B.2- Pulverizadores pneumáticos

B.3- Pulverizadores centrífugos

B.4- Os pequenos pulverizadores

B- Principais tipos de pulverizadores

Os pulverizadores são classificados em função do modo como se faz a pulverização em:

- pulverizadores por pressão;**
- pulverizadores pneumáticos;**
- pulverizadores centrífugos;**

B.1- Pulverizadores por pressão

Os pulverizadores por pressão, também designados por hidráulicos, são caracterizados por a pulverização da calda ser realizada por pressão do líquido conferida por uma bomba.

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

- os pulverizadores de jacto projectado;**
- os pulverizadores de jacto transportado.**

B.1.1- Pulverizadores por pressão de jacto projectado (PJP)

Os PJP são caracterizados por a fragmentação da calda ser realizada pela pressão do líquido nos bicos e o transporte das gotas ser assegurado pela sua energia cinética.

Estes pulverizadores são mais utilizados para as situações em que a distância que separa os bicos do alvo a tratar é $<$ que 0.6 m.

Principais inconvenientes:

- fraca penetração das gotas no interior da vegetação, pelo que devem apenas ser utilizados quando a vegetação for pouco espessa;
- gastarem grandes volume de calda.

Na vinha a utilização deste tipo de pulverizadores é indicada para:

- aplicação de herbicidas (utilizar rampas próprias);
- tratamentos de Inverno (utilizar painéis recuperadores de calda);
- despampa química (utilizar dispositivos especiais que permitam uma pulverização intermitente - apenas na presença das plantas).

B.1.1.1- Constituição e funcionamento de um PJP

B.1.1.1.1- Reservatório ou depósito

Este elemento 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, respectivamente.

Na escolha da capacidade do reservatório, que condiciona o tempo de trabalho, deve-se ter em consideração:

- o volume/ha necessário (maior volume > maior capacidade);
- a superfície da exploração (maior área > maior capacidade) ;
- a dimensão das parcelas, especialmente o comprimento das linhas (capacidade suficiente para não terminar no meio da linha);
- a dispersão das parcelas, por forma a minimizar o tempo de enchimento e transporte (maior dispersão > maior capacidade).

B.1.1.1.2- Bomba

A bomba, que transforma a energia mecânica em energia hidráulica é o elemento mais importantes dos pulverizadores, pois permite conferir à calda a pressão necessária à sua pulverização.

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

Os tipos de bombas dependem da forma como conferem pressão aos líquidos devendo, na sua constituição, ter em consideração a natureza das caldas, que condicionam as suas características, nomeadamente o que respeita à resistência à abrasão e corrosão.

Tipos de bombas mais utilizados

As bombas mais utilizadas nos pulverizadores são :

- de êmbolos;
- de êmbolo - membrana.

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Bomba de êmbolos

É uma bomba volumétrica que pode atingir uma pressão máxima de 70 - 80 bar, sendo o escoamento assegurado por um êmbolo que tem um movimento alternativo num cilindro. Este tem duas válvulas, uma de aspiração e outra de retenção, para deixar entrar e sair a calda.

Bomba de êmbolo - membrana

É uma bomba volumétrica que a deformação de uma membrana, assegurada pelo movimento alternativo de um êmbolo provoca a aspiração e saída da calda. Atingir a pressão máxima 25 - 30 bar.

Bomba centrífuga

Não é uma bomba volumétrica. Faz circular grandes volumes de líquidos (900 L/min), com baixa pressão (3 - 6 bar).

É constituída por um carter redondo com um orifício de aspiração axial e um de saída tangencial e um rotor com palhetas curvas que gira a grande velocidade (1500 rpm).

Este tipo de bomba não tem válvulas de aspiração e saída.

Comparação das curvas de débito – pressão das várias bombas

Determinação do débito de uma bomba (Db)

A determinação do débito da bomba faz-se da seguinte forma:

- enche-se completamente o reservatório do pulverizador;
- desmonta-se a ligação da conduta de retorno à saída da bomba;
- põe-se o tractor a funcionar por forma a obter-se as 540 rpm da TDF;
- faz-se funcionar a bomba durante alguns minutos (t);
- mede-se o volume de água (q), em L, necessário para repor o nível inicial.

O débito da bomba (Db), em l / min, é dado pela fórmula seguinte:

$$Db = q / t$$

O valor obtido deve ser sempre superior ao débito real do pulverizador, 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 activa.

[Representação gráfica do débito de uma bomba](#)

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Para determinação do débito real (Dr) do pulverizador e do retorno (Da) deve-se:

- 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 a alimentação das rampas;
- 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).

A determinação do débito real (Dr) será dado por:

$$Dr = q / t$$

e o de retorno (Da) por:

$$Da = Db - Dr$$

Ajustamento do débito real de pulverização

O ajustamento do débito real de pulverização deve ser feito desde que ele seja inferior ao débito dado pelo fabricante, o que acontece devido às perdas de carga nas condutas.

Estas perdas podem ser detectadas comparando as pressões obtidas ao nível do manómetro do distribuidor, com as medidas nos bicos.

Para se proceder a este 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:

$$P2 = P1 * (Dc / Dr)^2$$

em que:

- P2 é a nova pressão de funcionamento e P1 é a pressão inicial
- Dc - débito calculado; Dr - débito real

B.1.1.1.3- Hidroinjector

O hidroinjector é um elemento que, juntamente com as bombas, permite o enchimento do reservatório.

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

B.1.1.1.4- Regulador de pressão, manómetro e distribuidor

Regulador de pressão

Permite, como o próprio nome indica, fazer variar a pressão, dentro de certos limites, para que seja possível variar o débito e as características da pulverização.

É um dos elementos que condiciona a quantidade de calda que vem para o exterior, fazendo com que a restante, debitada pela bomba, seja conduzida para o reservatório.

Manómetro

O manómetro permite conhecer a pressão de funcionamento do pulverizador. É um elemento chave para a regulação do débito.

Regulador de pressão e manómetro

Distribuidor

É um elemento formado por uma ou mais torneiras, que permite conduzir a calda para diferentes sectores das rampas de pulverização, ou para o reservatório.

B.1.1.1.5- Amortecedor de ar

A calda debitada pela bomba é armazenada previamente num amortecedor de ar ou hidráulico, que permite atenuar as desigualdades de pressão produzidas pelas bombas volumétricas.

B.1.1.1.6- Os bicos

Os bicos de pulverização são as 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 e, conseqüentemente, a sua pulverização.

Geralmente as pastilhas são facilmente substituíveis, para que seja fácil regular o débito.

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

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

conduz a valores de débito superiores a 10% da média dos restantes bicos.

A diminuição da pressão resultante do desgaste dos bicos é muito pequena pelo não serve como valor indicativo do aumento do débito; este varia proporcionalmente à raiz quadrada da pressão dos bicos.

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

- bicos de turbulência;
- de fenda;
- bico de espelho

Bico de turbulência

Os bicos de turbulência, também designados por bicos de jacto cónico, são caracterizados por apresentarem um repartidor, com condutas helicoidais, uma câmara de turbulência e a pastilha.

O primeiro confere à calda um movimento turbilhonar, que permite obter um jacto cónico, e a variação da segunda altera o diâmetro desse mesmo jacto.

Este tipo de bicos são, sem dúvida, os mais utilizados para aplicação de fungicidas nas vinhas.

Bico de fenda

Os bicos de fenda ou de jacto em leque, são caracterizados por o orifício ter uma secção rectangular que faz com que o jacto daí resultante tenha a forma de um leque ou pincel.

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

Os bicos de fenda apresentam ângulos nominais que variam entre os 60 e 110°. Quando os débitos são determinados a uma pressão de referência de 3 bar, as gotas destes últimos, mantendo os débitos, são mais pequenas. O aumento da pressão implica uma maior abertura do jacto.

Um bico 8004 tem um jacto com um ângulo de 80° e um débito de 4 L / min à pressão de referência.

Os bicos de 110° entopem com mais facilidade que os de 80°.

Bico de espelho

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

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

Diferentes sistemas anti-gota

Relação entre o diâmetro das gotas e o tipo de bico

A escolha dos bicos

A escolha dos bicos faz-se tendo em atenção o tipo de aplicação a efectuar. É fundamental ter em consideração as pressões de funcionamento aconselhadas por forma a obter-se o valor de débito desejado.

As pressões de funcionamento dos bicos, em bar, são definidas em função do tipo de tratamento, ou seja, estão directamente relacionado com o número de gotas.

Pressões baixas conduzem a gotas de grandes dimensões, que têm tendência a escorrer para o solo e, pressões mais altas, permitem obter gotas mais pequenas (maior número de impactos) e uma repartição mais homogénea.

Tipos de bicos vs pressões (bar):

Bicos de fenda - 2 a 3;

Bicos de turbulência - 2 a 20;

Bicos de filete - 1 a 2;

Bicos de espelho - 0.5 a 1.5.

Utilização dos diferentes tipos de 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, exemplo da aplicação de fungicidas e insecticidas em viticultura e arboricultura;
- bicos de espelho - distribuição de adubos líquidos em suspensão.

Para além da escolha correcta dos bicos é necessário proceder à sua verificação para:

- nos certificarmos se todos os bicos são do mesmo tipo, ângulo e calibre. Caso isto não aconteça, é preferível mudar todo o conjunto por forma a não ter bicos novos e usados em funcionamento simultâneo;
- detectar possíveis diferenças de débito.

B.1.1.1.7- Rampas de pulverização

As rampas de pulverização são a estrutura onde estão montados os bicos e que serve de suporte às condutas da calda.

A forma destes elementos é muito variada sendo, geralmente, para a cultura da vinha e pomares, em forma semi-circular ou direitas.

Para aplicação dos herbicidas as rampas são direitas e posicionadas paralelamente ao solo. A altura das rampa deve ser a que permite uma distribuição transversal uniforme da calda.

[Rampas de pulverização para vinha](#)

[Rampa para aplicação de herbicidas](#)

[Altura da rampa para aplicação de herbicidas ou em culturas baixas](#)

[Altura teórica dos jactos \(cm\) em função da taxa de sobreposição](#)

[Repartição transversal em função da pressão e altura da rampa](#)

[Repartição transversal em função da velocidade de trabalho](#)

B.1.1.1.8- Os filtros

Os filtros permitem reter as partículas sólidas de dimensão superior à da sua malha.

Estas partículas podem obstruir os bicos e/ou perturbar o circuito da calda ao nível das válvulas, das bombas e do sistema de regulação.

A filtração é particularmente importante na aplicação dos baixos volumes.

Características dos filtros

- estarem acessíveis, para facilitar a sua manutenção;
- estarem adaptados às necessidades da pulverização, ou seja, a dimensão da superfície filtrante deve estar de acordo com o volume, a malha do filtro deve estar de acordo com o tipo de produto (pesticidas em pó obstruem com mais facilidade os filtros, ao débito do líquido a filtrar, ao tipo de calda e à dimensão dos bicos.

Dimensão da abertura das malhas

Disposição dos filtros num pulverizador

Diferentes tipos de filtros

Categoria dos filtros em função do débito dos bicos

B.1.2- Pulverizadores de pressão de jacto transportado (PJT)

Os PJT efectuam a pulverização da mesma forma que os PJP mas o transporte das gotículas é assegurado por uma corrente de ar.

A corrente de ar, com as gotículas de calda no seu seio, ao passar no interior da vegetação, perde velocidade permitindo a deposição daquelas.

A corrente de ar, ao agitar a massa vegetal facilita a penetração das gotas para o interior da copa.

As gotículas no interior da corrente de ar têm menos tendência para se evaporarem.

Nos PJT as gotículas podem ser menores que as obtidas nos PJP, pois o seu transporte depende, fundamentalmente, da corrente de ar.

Os PJT, como o alcance das gotículas é superior ao dos PJP, podem ser utilizados para fazer tratamentos à distância.

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

Exemplos de PJT - [PJT1](#);

Diferentes tipos de ventiladores

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

Os ventiladores axiais (helicoidais) - caracterizam-se por aspirarem e impulsionam o ar axialmente, ou seja, paralelamente ao eixo de rotação. Estes ventiladores têm um deflector na parte anterior que faz com que a trajectória de saída do ar seja perpendicular ao eixo.

Os ventiladores radiais (centrífugos) - caracterizam-se por as palhetas criarem uma corrente de ar radial, perpendicular ao eixo de rotação.

Os ventiladores tangenciais - caracterizam-se por a corrente de ar ser projectada tangencialmente ao ventilador.

Na maioria dos pulverizadores os ventiladores podem ser desligados funcionando então aquele como jacto projectado.

B.2- Pulverizadores pneumáticos (PP)

O princípio de funcionamento dos PP consiste no choque de um filete de calda com uma corrente de ar de grande velocidade, resultando daí a pulverização daquele. Este tipo de pulverização implica que o débito de cada bico seja $<$ que 5 L/min.

Conforme o tipo de condutas de saída do ar - calda estes equipamentos podem ser utilizados para tratamentos de proximidade ou à distância. A vinha é a cultura em que este tipo de equipamento mais se têm 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, como a tensão superficial, viscosidade e densidade condicionam também a pulverização.

Exemplos de PP - [PP1](#);

O objectivo principal deste tipo de pulverização é obter-se uma pulverização muito intensa, o que permite uma maior superfície de cobertura.

É fundamental ter em consideração que numa pulverização demasiado fina as gotículas têm maior dificuldade em depositar-se nos objectos, 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 assim como da 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, exemplo da podridão, quando se faz incidir dois jactos, um de cada lado, é fundamental que estes não choquem directamente a fim de não se anular a força de penetração dos jactos.

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 PP com apenas um bucal de saída e os mais elevados nos PP com várias saídas. Nesta situação débitos baixos conduzem a uma grande heterogeneidade na distribuição pelos vários bucais.

O débito e velocidade do ar são função das características do ventilador, ou seja, da sua forma, diâmetro, número e forma das palhetas, etc., e seu regime e das condutas, ou seja, do seu número, forma e dimensão.

Para potências de accionamento inferiores a 20 cv, débitos de 0.3 - 2 m³ / s e velocidades médias de 50 - 100 m / s; na zona de estrangulamento do bucal a velocidade varia de 100 - 150 m / s.

Os pulverizadores de jacto transportado e pneumáticos são os mais utilizados nas explorações vitícolas e frutícolas, pois apresentam uma tecnologia bem conhecida e conduzem a resultados, quando bem utilizados, satisfatórios.

Os pulverizadores pneumáticos, devido às características da corrente de ar, grande velocidade mas baixo caudal, são mais indicados para a vinha, pois nas fruteiras é importante ter-se um elevado caudal a baixa velocidade para se conseguir um transporte de gotas adequado.

Principais diferenças entre os pulverizadores hidráulicos e pneumáticos

B.3- Pulverizadores centrífugos (PC)

Os PC têm um ou vários órgãos (bicos) rotativos, que podem ser discos, cones ou cilindros.

Na sua forma mais simples os bicos são 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 equipamentos com vários bicos rotativos, exemplo das rampas, o accionamento dos bicos é, geralmente, hidráulico ou eléctrico sendo o débito obtido com uma pequena bomba; o ângulo do jacto é de $\pm 140^\circ$.

À semelhança dos pulverizadores hidráulicos a pulverização neste tipo de equipamento também é mecânica, podendo também serem de jacto projectado ou transportado.

No primeiro caso o transporte é assegurado pela força centrífuga, segundo trajectórias tangenciais aos bicos rotativos e, nos de jacto transportado, há um ventilador que cria uma corrente de ar que assegura o transporte das gotas.

Exemplos de PC - [PC1](#); [PC2](#); [PC3](#);

Este tipo de pulverizadores têm como principal vantagem relativamente aos anteriores, uma maior homogeneidade da dimensão das gotas, o que é um factor decisivo para se poder aplicar baixos volumes.

A dimensão das gotas é 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 e por forma a melhorar-se o poder de penetração e reduzir as perdas para a atmosfera, os bicos rotativos, com o eixo na vertical, são colocados o mais próximo possível da vegetação a tratar.

[Comparação entre os tipos de pulverização e os volumes/ha aplicados](#)

[Principais características dos pulverizadores](#)

[Escolha da categoria de um pulverizador](#)

B.4- Os pequenos pulverizadores

A designação genérica de pequenos pulverizadores inclui os pulverizadores de dorso, os manuais e os transportados em carrinhos puxados manualmente que, em termos de funcionamento, são identificados por:

- pequenos pulverizadores de pressão de jacto projectado;
- pequenos pulverizadores pneumáticos.
- pequenos pulverizadores centrífugos.
- pequenos pulverizadores térmicos.

Os pequenos pulverizadores de pressão de jacto projectado podem ser:

- de pressão contínua;
- de pressão prévia.

B.4.1- Pulverizadores de pressão contínua

Este tipo de pulverizadores tem um êmbolo ou membrana e, intercalado entre estes e a conduta de saída da calda, um amortecedor de ar.

A bomba é accionada 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 jacto permaneça regular; a pressão obtida nos pulverizadores de pressão contínua varia de 1 a 3 bar, função da cadência de bombagem e do débito. [PPC1](#);

B.4.2- 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.

B.4.3- Pulverizadores pneumáticos

Os pequenos pulverizadores pneumáticos (atomizadores de dorso), que são dos equipamentos mais 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 destes pulverizadores funcionam a regimes muito elevados (5000 - 6000 rpm) por forma a obter-se uma elevada velocidade do ar necessária para a pulverização em pequenas gotículas.

Para além do accionamento do ventilador centrífugo o motor acciona também, em alguns casos, uma bomba centrífuga cujo débito é canalizado para o reservatório para homogeneização da calda.

[PP1](#);

B.4.4- Pulverizadores centrífugos

Estes pulverizadores apresentam como fonte de energia um pequeno motor térmico ou um motor eléctrico alimentado por pilhas.

Os pulverizadores centrífugos manuais, com motor eléctrico, 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, efectuando-se assim os tratamentos nas melhores condições e diminuindo-se também a percentagem de perdas ocasionadas pela não realização das operações no momento mais oportuno.

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. O reservatório, nas versões manuais, tem uma capacidade de ± 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. [PC1](#);

B.4.5- Pulverizadores térmicos

Os pulverizadores térmicos, caracterizados por fragmentar a calda em gotas de dimensões muito reduzidas, podem utilizar:

- uma corrente de ar aquecida de baixa velocidade (pulverizadores termopneumáticos);
- gases de escape de um pequeno motor de combustão interna (pulverizadores térmicos).

Os pulverizadores termopneumáticos dispõem de uma conduta de ar ligada a um poço de ar, tendo o sistema de calda várias pastilhas intermutáveis para regulação do débito.

O princípio de funcionamento é assim semelhante aos dos pulverizadores pneumáticos mas em que é a temperatura da corrente de ar a principal responsável pela pulverização.

Atendendo à grande intensidade de pulverização, vulgarmente designada por nebulização, é possível obter débitos $< 5 \text{ L / ha}$, mas com riscos de deriva muito grandes pelo que volumes semelhantes aos indicados só se aplicam em culturas sob abrigo. [PT1](#);

C- Principais regulações dos pulverizadores

C.1- Cuidados prévios

C.2- Doses vs concentrações

C.3- Regulações nos pulverizadores hidráulicos

C.4- Regulações nos pulverizadores pneumáticos

C.5- Regulações nos pulverizadores centrífugos

C.6- Regulações nos pequenos pulverizadores

C.1- Cuidados prévios

Antes de proceder às operações de regulação de um o pulverizador é necessário verificar-se o seguinte:

- o estado geral do mesmo, nomeadamente as condutas da calda e ar e as juntas dos bicos;
- se o circuito da calda se encontra perfeitamente limpo;
- se a lubrificação das transmissões, articulações, bomba, etc., se encontram asseguradas;
- a tensão das correias e suas protecções;
- a pressão do amortecedor de ar, que deve ser 0.6 - 0.8 da pressão de trabalho.

C.2- Doses vs concentrações

Culturas baixas ou aplicações no solo; dose dada em kg (L)/ha⁻¹;

Culturas arbustivas e arbóreas; concentração dada em kg (L)/hl⁻¹

Nas culturas baixas ou aplicações no solo a quantidade de pesticida a utilizar num reservatório deve ser tal que a dose (kg (L)/ha⁻¹) corresponda ao indicado nas embalagens.

Nas culturas arbustivas e arbóreas a quantidade de pesticida a utilizar num reservatório depende da capacidade deste, pois as quantidades dos produtos a utilizar são dadas em (kg (L)/hl⁻¹), mas tendo como referência os 1000 L/ha (alto volume); este volume aplica-se quando as plantas estão no seu maior desenvolvimento vegetativo.

Quando a aplicação se faz com equipamentos de médio ou baixo volume a concentração deve ser aumentada de tal modo que a dose do produto por hectare seja a mesma que nos 1000 L/ha.

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Exemplo de uma aplicação em plantas adultas, utilizando um pulverizador com 8 bicos:

- indicação do fabricante - 250 g/hl, o que corresponde a 2.5 kg/ha;
- que podem ser aplicados, p.e., com 500 ou 200 L/ha, ;
- 2.5 kg em 500L/ha => 0.5 kg/100L; 2.5 kg em 200L/ha => 1.25 kg/100L.

Considerando um reservatório de 300 L utiliza-se:

- para aplicar 500 L/ha, 3*0.5 kg por reservatório;
- para aplicar 200 L/ha, 3*1.25 kg por reservatório (*).

(* para 1/ha (200 L/ha), enchia o reservatório com 200 L e utilizava 2*1.25 kg de produto.

As concentrações da calda no reservatório são diferente.

Qualquer tratamento necessita da aplicação da dose de produto preconizada para o hectare, independente do volume/ha, que é função do tipo de pulverizador.

A redução das doses recomendadas deve ser efectuada com muito cuidado sendo fundamental dispor de equipamentos tecnologicamente muito desenvolvidos.

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Considerando a mesma situação, mas em aplicações em plantas jovens, em que se utilizam 6, 4 ou 2 deve-se proceder às seguintes correcções:

Plantas adultas						
	Deb/ha	Pest./ha	Pest./hl	Capac. Reservat.	Pestic. Reservat.	Pest./ha
Nº de bicos	(L/ha)	(kg/ha)	(Kg/hl)	(L)	(Kg)	(kg/ha)
8	1000	2.50	0.25	300	0.75	2.50
8	500	2.50	0.50	300	1.50	2.50
8	300	2.50	0.83	300	2.50	2.50
8	200	2.50	1.25	300	3.75	2.50
Plantas jovens						
	Deb/ha	Pest./ha	Pest./hl	Capac. Reservat.	Pestic. Reservat.	Pest./ha
Nº de bicos	(L/ha)	(kg/ha)	(Kg/hl)	(L)	(Kg)	(kg/ha)
6	750	1.88	0.25	300	0.75	1.88
6	375	1.88	0.50	300	1.50	1.88
6	225	1.88	0.83	300	2.50	1.88
6	150	1.88	1.25	300	3.75	1.88
4	500	1.25	0.25	300	0.75	1.25
4	250	1.25	0.50	300	1.50	1.25
4	150	1.25	0.83	300	2.50	1.25
4	100	1.25	1.25	300	3.75	1.25
2	250	0.63	0.25	300	0.75	0.63
2	125	0.63	0.50	300	1.50	0.63
2	75	0.63	0.83	300	2.50	0.63
2	50	0.63	1.25	300	3.75	0.63

C.3- Regulações nos pulverizadores hidráulicos.

Regulação do débito do circuito da calda

A regulação do débito dos pulverizadores hidráulicos pode ser efectuada por forma a manter:

- a pressão constante, ou seja, manter as características das gotas, mas alterando o volume aplicado por hectare;.
- o volume constante, ou seja, manter o volume aplicado por hectare, mas alterando as características das gotas.

Pressão constante - é o sistema mais indicado para situações em que velocidade se mantém \pm constante.

Volume constante - é o sistema mais indicado para situações de velocidade variável.

Relativamente ao volume de calda a espalhar por hectare (Q), em L / ha, este depende de vários factores, nomeadamente da cultura, do tipo de pulverizador, do tipo de tratamento e o produto a utilizar (modo de acção).

Regulação nos pulverizadores de débito constante (volume variável)

Para regular o débito de um pulverizador, que funciona a pressão constante, é necessário determinar o volume / ha, que depende:

- da velocidade de trabalho (v);
- da largura de trabalho (L);
- do débito dos bicos (Dc).

O débito dos bicos, dado em L / min, com os dois factores anteriores fixos e tendo em conta a largura de trabalho do equipamento (L), em m, é dado pela fórmula:

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

O débito dos bicos depende, basicamente, do seu calibre e pressão, devendo ter-se presente que esta não deve variar para além das indicações dadas pelo fabricante.

[Variação da velocidade, débito e dimensão das gotas em função da pressão.](#)

Determinação da velocidade de trabalho

A velocidade de trabalho, dada em km / h, deve ser a mais elevada possível, tendo em conta a cultura, o estado do terreno e do material e o regime normalizado da TDF.

O seu valor deve ser determinada em condições tanto quanto possível semelhantes aquelas em que o tractor vai trabalhar.

Assim, para determinar a velocidade real de trabalho (v), é preciso:

- 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 campo 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.

A fórmula que permite determinar a velocidade, em km / h, é a seguinte:

$$v = 3.6 * L / t$$

Determinação da largura de trabalho

Vinhas contínuas.

A largura de trabalho nas vinhas contínuas, em que se passa em todas as entrelinhas, corresponde à distância de dois bardos consecutivos.

Vinhas em patamares

A largura de trabalho nas vinhas em patamares corresponde à sua largura.

A área da vinha é o somatório das áreas dos patamares, ou seja, a área da projecção horizontal da vinha excluindo a área de projecção horizontal dos taludes.

Determinação do débito dos bicos

Determinação do débito dos bicos (débito real), para se obter o volume/ ha desejado:

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

D_c- débito dos bicos, em L/min

Q- volume a aplicar, em L/ha

v- velocidade, em km/h

L- largura de trabalho, em m.

Exemplo:

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

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

$$v = 5.0 \text{ km/h};$$

$$D \text{ (L/min)} = 500 * 5.0 * 2 / 600$$

$$= 8.3 \text{ L/min}$$

[Como determinar o débito dos bicos](#)

Regulação nos pulverizadores de débito variável (volume constante)

Das várias alternativas de regulação de débito nos pulverizadores do débito variável, o sistema electrónico de débito proporcional ao avanço (DPA) é dos mais utilizados.

O sistema de regulação electrónico, montado num pulverizador de jacto transportado, existente na UTAD, utiliza uma electroválvula que, em função da velocidade de deslocamento do tractor, da pressão de pulverização e das variáveis previamente introduzidas, altera a posição da electroválvula, fazendo variar o débito por forma a mantê-lo constante por unidade de superfície.

A velocidade e a pressão são determinadas através da utilização de captores.

[O sistema de regulação electrónico existente na UTAD](#)

Regulação do débito do circuito do ar

As regulações do circuito de ar deve ter em consideração:

- a direcção das correntes de ar no plano vertical e horizontal;
- o débito vs velocidade das correntes de ar.

Regulação da direcção das correntes no plano vertical:

A regulação da direcção das correntes no plano vertical tem como objectivo obter uma distribuição regular da calda em toda a parede da vegetação.

Regulação da direcção das correntes no plano horizontal:

A regulação da direcção das correntes no plano horizontal (para trás) tem como objectivo permitir a penetração do jacto para o interior da copa.

Fazer incidir o jacto de ar perpendicularmente à parede da vegetação obriga as folhas a comprimirem-se umas contra as outras, impedindo a penetração da calda. A incidência oblíqua do jacto na parede da vegetação tende a levantar as folhas facilitando a sua penetração.

Regulação do débito vs velocidade das correntes de ar

A variação do débito de ar dos ventiladores (turbinas) pode ser efectuada variando:

- o seu regime;
- o número de pás;
- a posição das pás.

Relativamente à velocidade das correntes de ar, ela não deve ser tal que danifique as plantas mas deve permitir a penetração do ar no interior da copa, para que este possa substituir o volume de ar aí existente.

Para um dado valor de energia pode-se:

- obter um caudal de ar pequeno, com grande velocidade (pequena secção de saída do ar)
- um caudal de ar grande mas com baixa velocidade (grande secção de saída do ar).

Quando se aumenta duas vezes a velocidade do ar o seu débito é dividido por 4.

Um caudal de ar pequeno, com grande velocidade é utilizado nos pulverizadores pneumáticos e m caudal de ar grande, com pequena velocidade nos pulverizadores de jacto transportado.

Determinação da velocidade do ar

Considerando que grandes volumes de ar a baixa velocidade permitem melhorar a penetração das gotículas no interior das copas é fundamental determinar a velocidade mínima necessária para a corrente de ar atravessar a copa, ficando assim, com o maior volume de ar possível.

Estas as regulações devem ser efectuadas em presença da cultura para definir a velocidade mínima necessária, o que é facilmente constatado pela observação da face da cultura oposta à do pulverizador.

C.4- Regulações nos pulverizadores pneumáticos

A regulação do débito da calda é geralmente, efectuado por:

- utilização de pastilhas calibradas;
- torneiras que permitem variações contínuas.

Os valores de débito variam de 1 a 5 L/min, sendo os valores mais baixos obtidos nos pulverizadores com apenas um bucal de saída e os mais elevados com várias saídas; nesta situação débitos baixos conduzem a uma grande heterogeneidade na distribuição pelos vários bucais.

Relativamente ao débito e velocidade do ar estes são função:

- das características do ventilador (forma, diâmetro, número e forma das pás, etc.);
- do seu regime;
- das condutas (número, forma e dimensão).

C.5- Regulações nos pulverizadores centrífugos

A regulação do débito da calda é geralmente, efectuado por:

- utilização de pastilhas (gigleurs) calibradas;
- variação da pressão da calda (regulador clássico).

A chegada da calda aos bicos rotativos é efectuada sob uma ligeira pressão (± 1 bar), sendo o ângulo do jacto de $\pm 140^\circ$, o que permite substituir três bicos de fenda.

A dimensão das gotas, que varia em função da velocidade de rotação dos bicos, está compreendida entre os 50-500 μm .

O accionamento dos bicos é efectuado por motores eléctricos, alimentados pela bateria do tractor, e a regulação da velocidade de rotação é efectuada por um reóstato; o regime varia de 800 a 1700 rpm.

Os discos verticais apresentam uma protecção, segundo um sector de $\pm 220^\circ$, que permite a recuperação de $\pm 60\%$ da calda que é canalizada, através de uma bomba eléctrica para o reservatório.

C.6- Regulações nos pequenos pulverizadores

A regulação dos débitos nos pequenos pulverizadores é geralmente feita através da abertura de uma torneira.

Pulverizador de jacto projectado e pressão contínua

	Diluição	Talhão	Déb.	Tempo	Deb.	Deb.	Deb.	Deb.	Deb.	Tp.Pu.
	(%)	(m2)	(ml)	(s)	(ml/s)	(l/mn)	(l/h)	(l)/talhão	(l/ha)	(h/ha)
Ensaio em branco	50%		700.00	30.00	23.33	1.40	84.00			
Ensaio de campo	50%	9.00		15.50			84.00	0.36	401.85	4.78
Ensaio de campo	50%	9.00		30.00			84.00	0.70	777.78	9.26

Pulverizador centrífugo de pilhas

		Diluição	Talhão	Déb.	Tempo	Deb.	Deb.	Deb.	Deb.	Deb.	Tp.Pu.
	Bico	(%)	(m2)	(ml)	(s)	(ml/s)	(l/mn)	(l/h)	(l)/talhão	(l/ha)	(h/ha)
Ensaio em branco	s/	0		17.00	60.00	0.28	0.02	1.02			
Ensaio em branco	c/	50%		51.75	60.00	0.86	0.05	3.11			
Ensaio de campo	s/	0	9.00		24.00			1.02	0.01	7.56	7.41
Ensaio de campo	c/	50%	9.00		30.00			3.11	0.03	28.75	9.26

D- A manutenção dos pulverizadores

D.1- Objectivos da manutenção dos pulverizadores

D.2- Cuidados a observar na manutenção dos pulverizadores

D.2.1- Cuidados diários

D.2.2- Cuidados quando da mudança de produto

D.2.3- Cuidados a observar no fim de cada campanha

D.2.4- A manutenção dos filtros e bicos

D.1- Objectivos da manutenção dos pulverizadores:

- melhorar a sua eficiência;
- reduzir os encargos com reparações.

D.2- Cuidados a observar na manutenção dos pulverizadores:

- cuidados diária;
- cuidados quando da mudança de produto.
- cuidados a observar no fim de cada campanha
- a manutenção dos bicos e filtros

D.2.1- Cuidados diários

- não deixar a calda no reservatório, pois alguns produtos acabam por se deteriorar ou, sem agitação, depositam-se obstruindo filtros e bicos;
- lavar o circuito com água limpa, para o que se aconselha encher o reservatório até 15 - 20 % da sua capacidade e fazer funcionar o pulverizador;
- fazer uma inspecção geral para detectar possíveis fugas ou quaisquer outros estragos;
- lubrificar todas as peças móveis.

D.2.2- Cuidados quando da mudança de produto:

- encher o reservatório até 15 - 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.

D.2.3- Cuidados a observar no fim de cada campanha:

- lavar cuidadosamente todo o pulverizador, incluindo os filtros, como foi mencionado anteriormente;
- escoar completamente o circuito do líquido, sem, no entanto, funcionar com a bomba sem água;
- distender todas as correias de transmissão;
- descomprimir as molas do 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 o produto indicado pelo construtor;
- verificar o estado de funcionamento do manómetro;
- limpar o exterior do pulverizador;
- proteger todas as partes que se encontrem sem tinta, utilizando produtos de protecção próprios.

D.2.4- A manutenção dos filtros e bicos

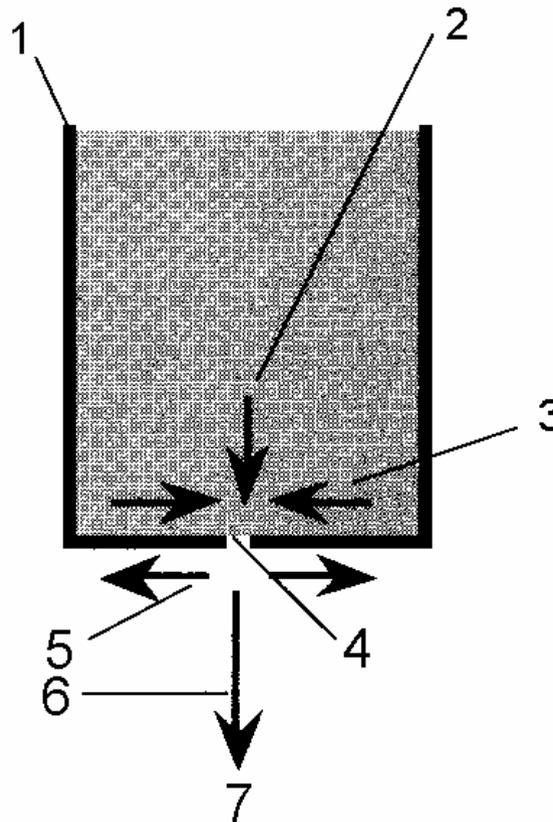
Para fazer a manutenção dos filtros sem os danificar, é necessário introduzi-los num solvente e só depois limpá-los com uma escova, não muito dura, e de seguida utilizar uma corrente de ar.

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.

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

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

A pulverização de um líquido



1- Bico 2- Pressão 3- Atrito 4- Orifício 5- Expansão 6- Velocidade 7- Jacto

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Classificação dimensional de uma população de gotas.

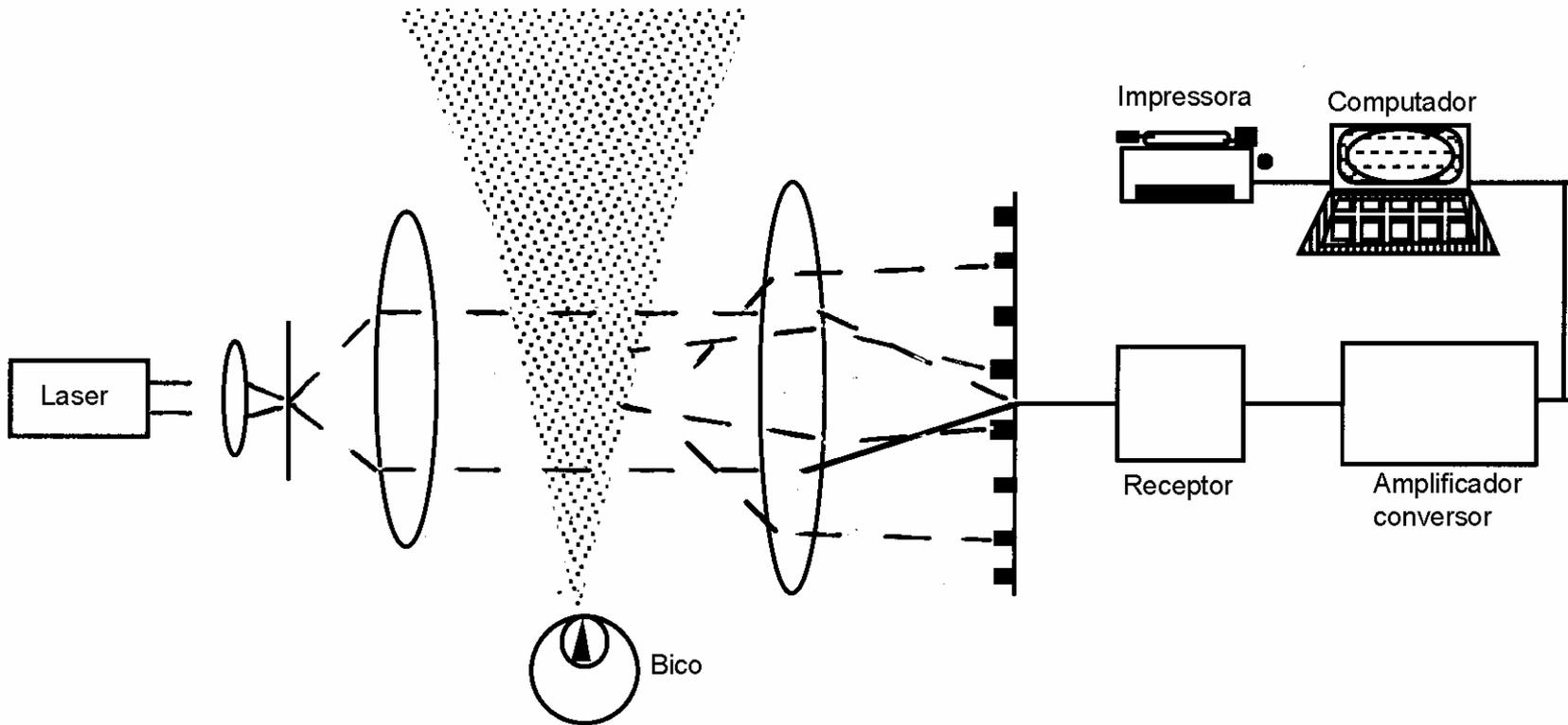
Características da população	Dimensão das gotas (DVM)	Fixação sobre as folhas	Utilização	Risco de deriva
Muito finas	↑ < 90 μ	Boa	A evitar, só em casos excepcionais	↑ Muito elevada
Finas	90 - 200 μ Algumas gotas grandes	Boa	Boa cobertura	Elevada
Médias	200 - 300 μ Gotas muito heterogéneas	Boa	Aceitável para a maioria dos produtos	Média
Grandes	300 - 450 μ Algumas gotas grandes	Média Risco de escorrimento	Para aplicar herbicidas no solo	Baixa
Muito Grandes	> 450 μ Ausência de gotas finas ↓	Risco de escorrimento acentuado	Para aplicar adubos líquidos no solo nu	Muito baixa ↓

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Classificação dimensional de uma população de gotas

Classificação	DMV(μ)	Características
Gotas muito finas	< 90	Tem bom poder de cobertura mas são muito sensíveis ao vento. Um bico de fenda de 110° debita 0.45 L/min a 4.5 bar.
Gotas finas	90 - 200	As gotas obtidas por uma pressão elevada ou com bicos muito finos. Um bico de fenda de 110° debita 0.85 L/min a 3.5 bar.
Gotas médias	200 - 300	É o tipo de gotas mais utilizado em aplicações de 200 – 300L/há, pressões de 2.5 - 3 bar, velocidades de 6 – 8 km/h. Um bico de fenda de 110° debita 1.44 L/min a 2.5 bar.
Gotas grandes	300 - 450	Gotas pouco sensíveis à deriva. São obtidas a baixa pressão ou com bicos de grandes calibres. São utilizadas para herbicidas. Um bico de fenda de 110° debita 2.5 L/min a 2 bar.
Gotas muito grandes	> 450	Gotas insensíveis à deriva. Utilizam-se na aplicação de adubos líquidos.

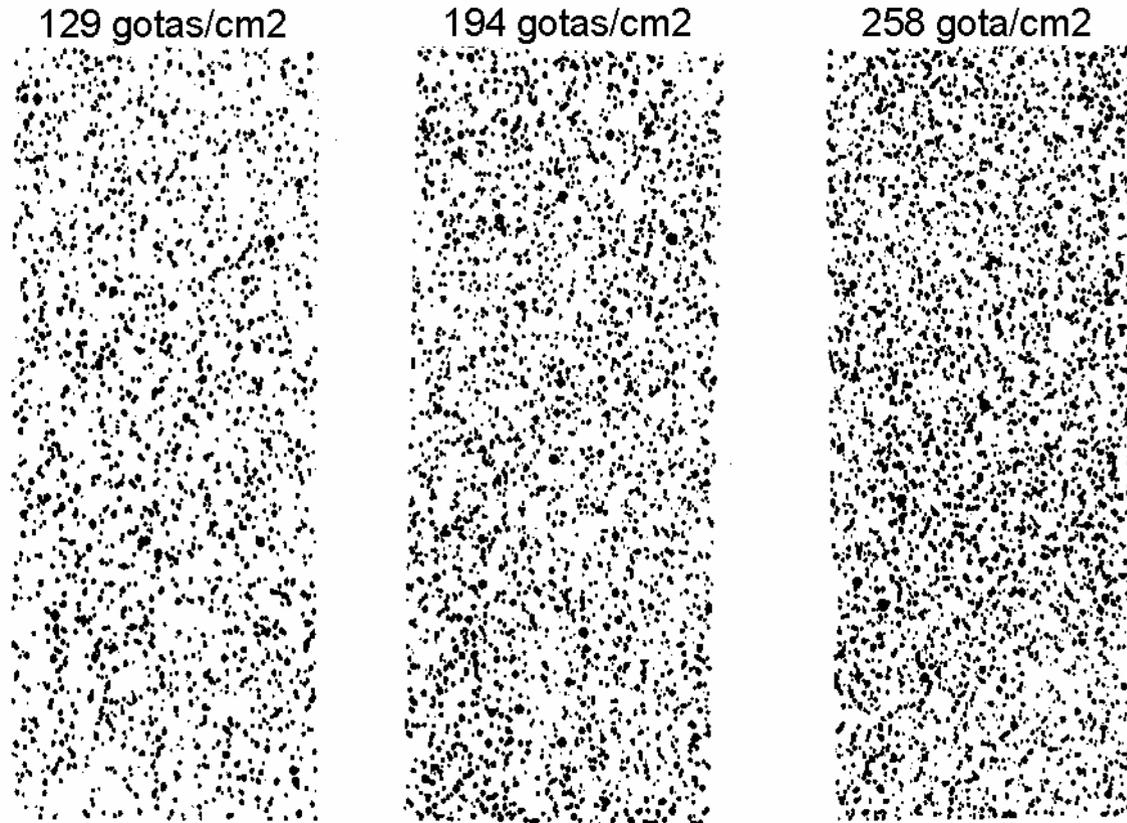
Analizador de partículas por raio laser



Densidade mínima de impactos (gotas)

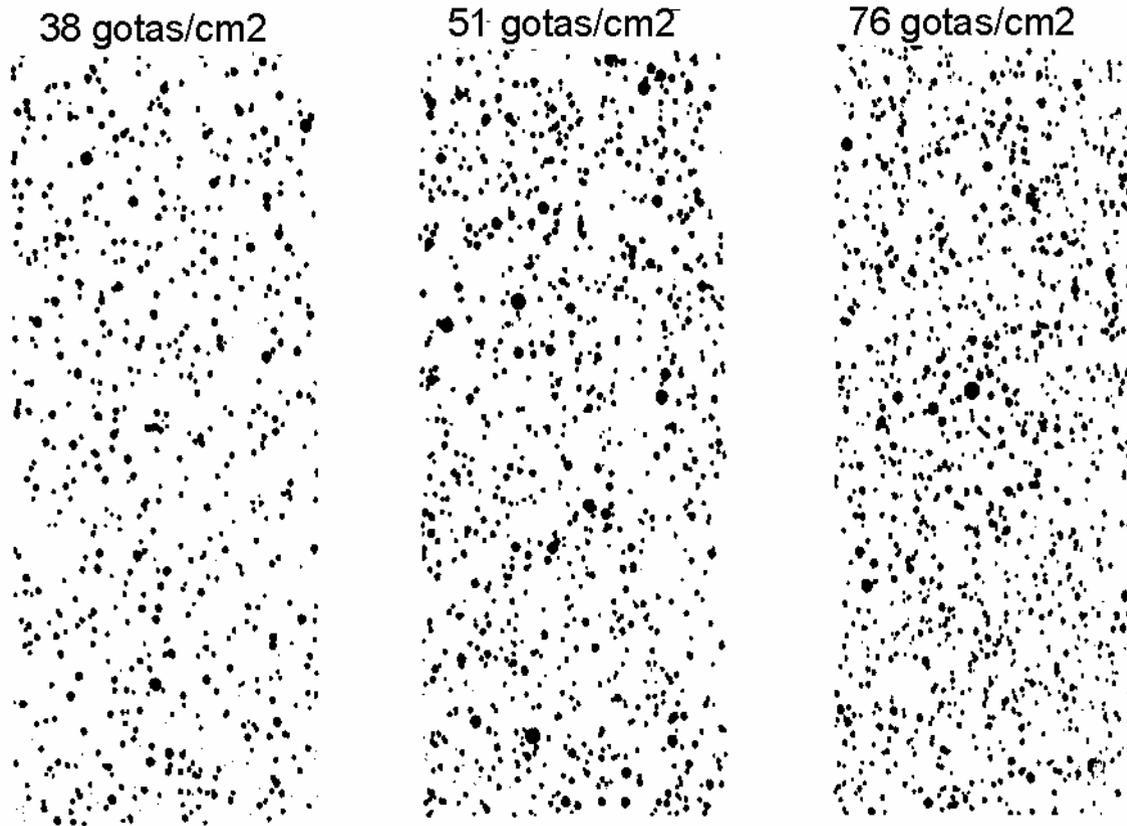
Nº mínimo de impactos / cm²	Tipo de produto
20 - 30	Insecticidas
20 - 40	Herbicidas em pré-emergência
30 - 40	Herbicidas de contacto e pós-emergência
30 - 50	Herbicidas de acção radicular
50 - 70	Fungicidas

Densidade de impactos obtida em folhas hidrosensíveis (cont)



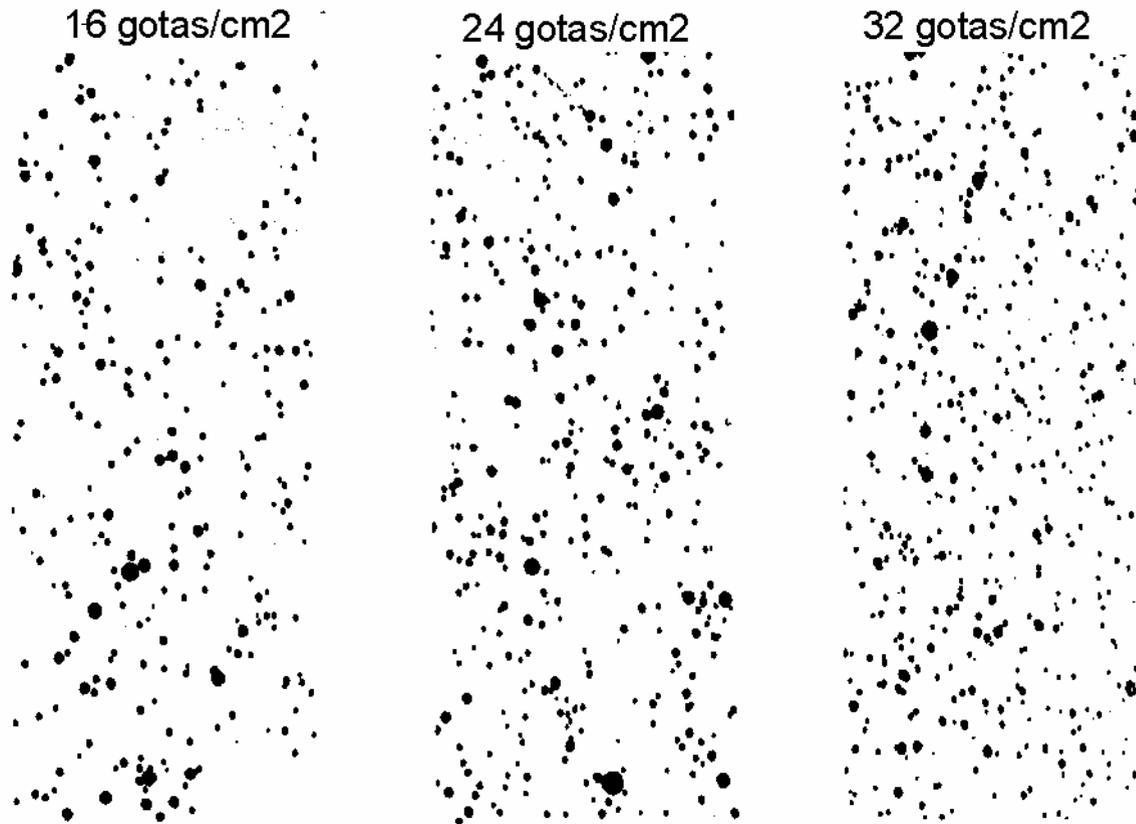
Pulverização com gotas de DVM de 200 μm

Densidade de impactos obtida em folhas hidrosensíveis (cont)



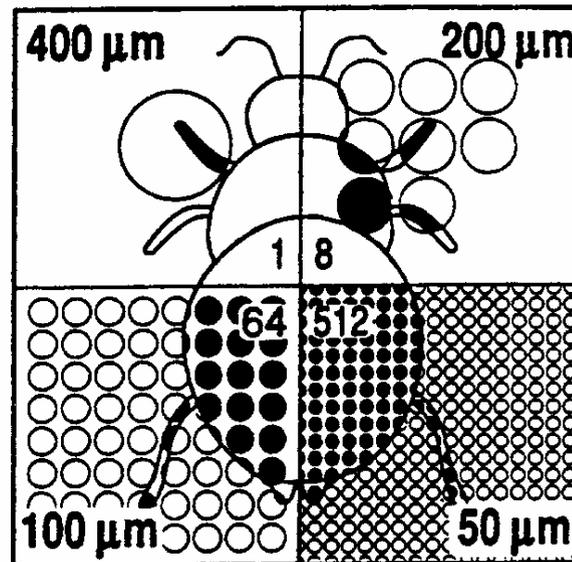
Pulverização com gotas de DVM de 300 μm

Densidade de impactos obtida em folhas hidrosensíveis

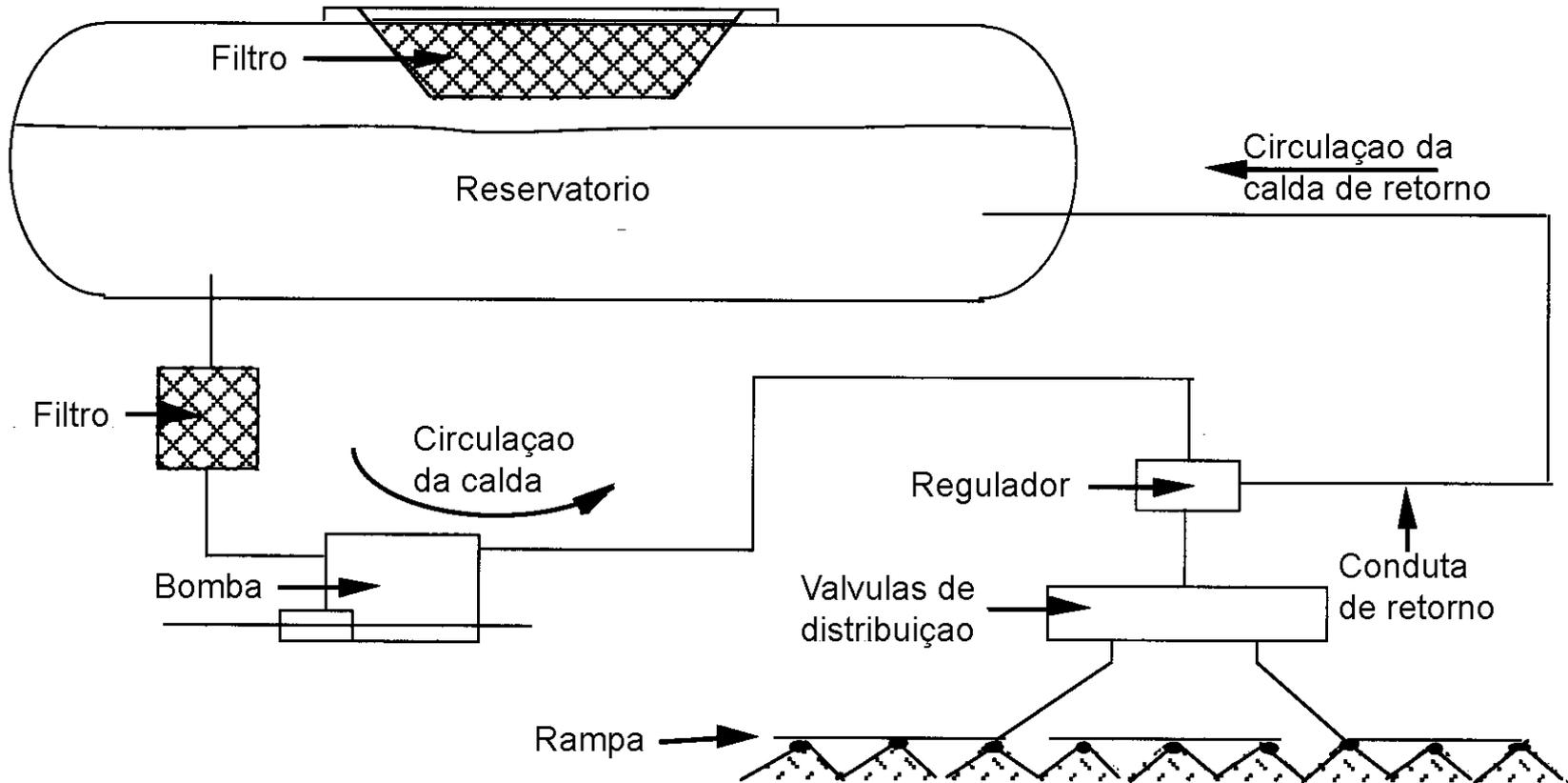


Pulverização com gotas de DVM de 400 μm

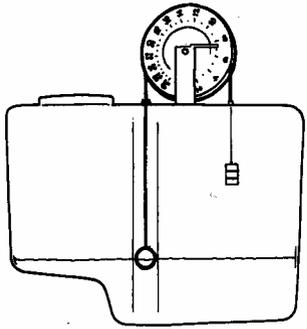
Comparação entre a superfície coberta, para o mesmo volume, com diferentes dimensões de gotículas



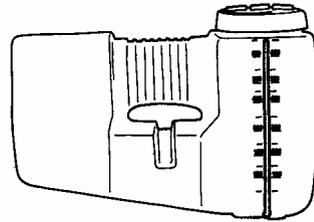
Constituição de um PJP



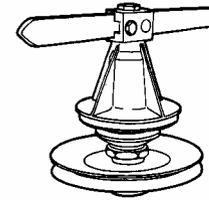
Reservatório (equipamentos funcionais)



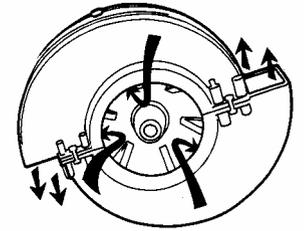
1



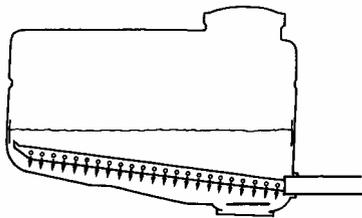
2



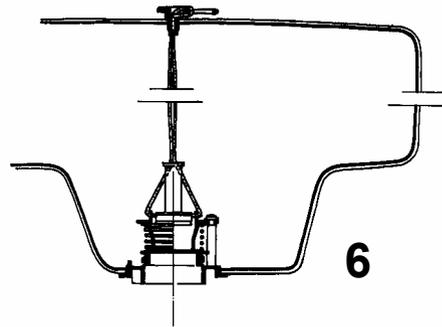
3



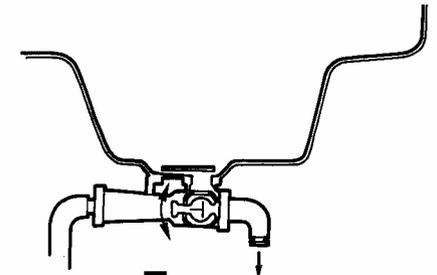
4



5



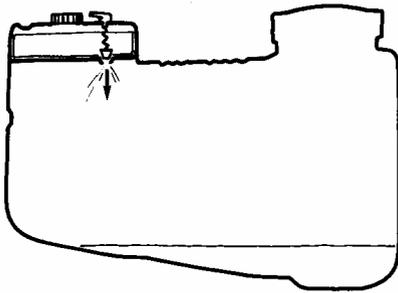
6



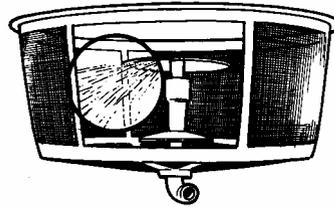
7

1- Flutuador 2- Tubo exterior 3- Agitador mecânico 4- Agitador hidromecânico 5- Agitação hidráulica 6- Sistema de válvula para retirar a calda 7- Sistema de torneira para retirar a calda

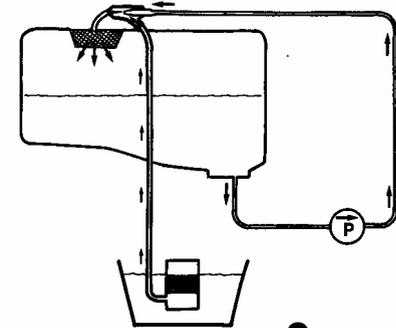
Reservatório (equipamentos complementares)



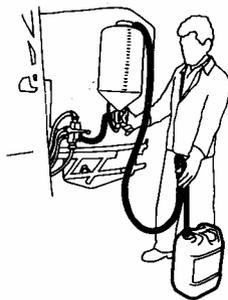
1



2



3



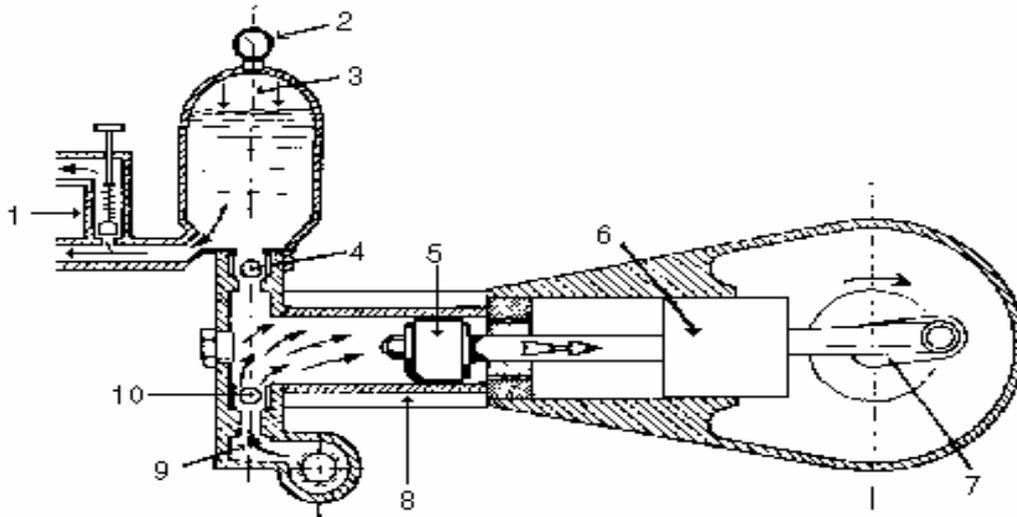
4



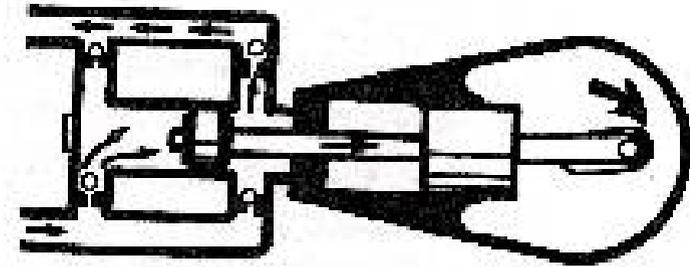
1- Cuba de lavagem 2- Misturador no filtro de aspiração 3- Hidroinjector
4- Sistemas de incorporação dos produtos

Bomba de êmbolos

Simplex efeito

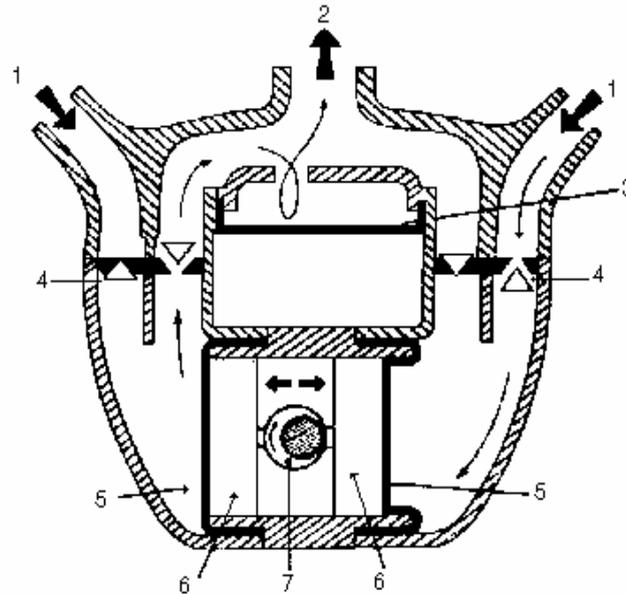


Duplo efeito



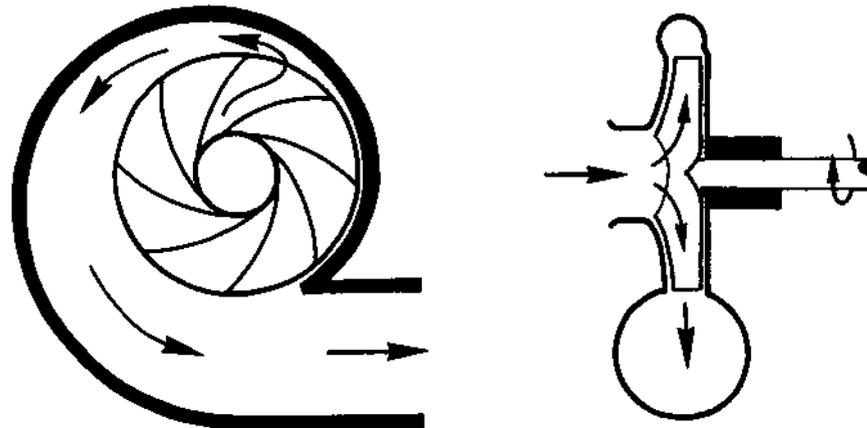
- 1- Regulador de pressão
- 2- manómetro
- 3- amortecedor de ar
- 4- válvula de retenção
- 5- êmbolo
- 6- guia do êmbolo
- 7- cambota
- 8- cilindro
- 9- tubagem de aspiração
- 10- válvula de retenção

Bomba de êmbolo -membrana

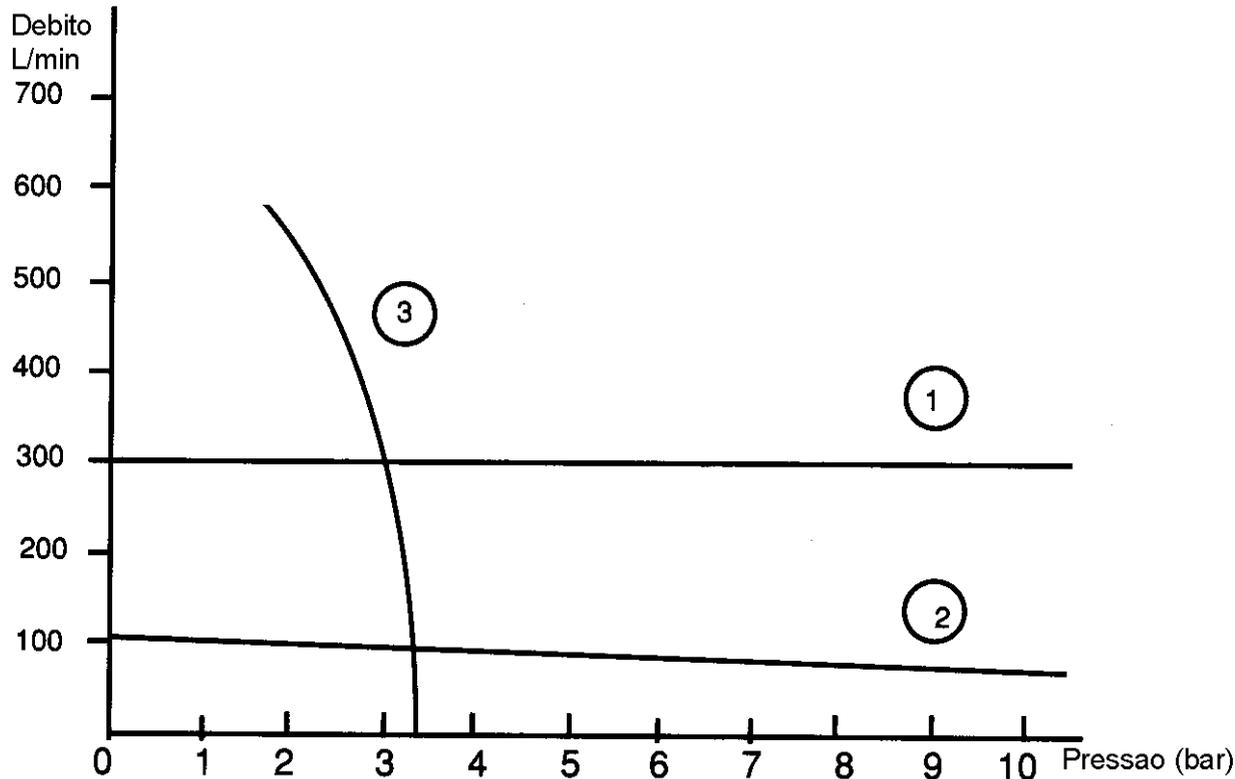


1- Aspiração 2- elevação 3- amortecedor 4- válvula 5- membrana 6- êmbolo
7- excêntrico

Bomba centrífuga



Comparação das curvas de débito – pressão das várias bombas

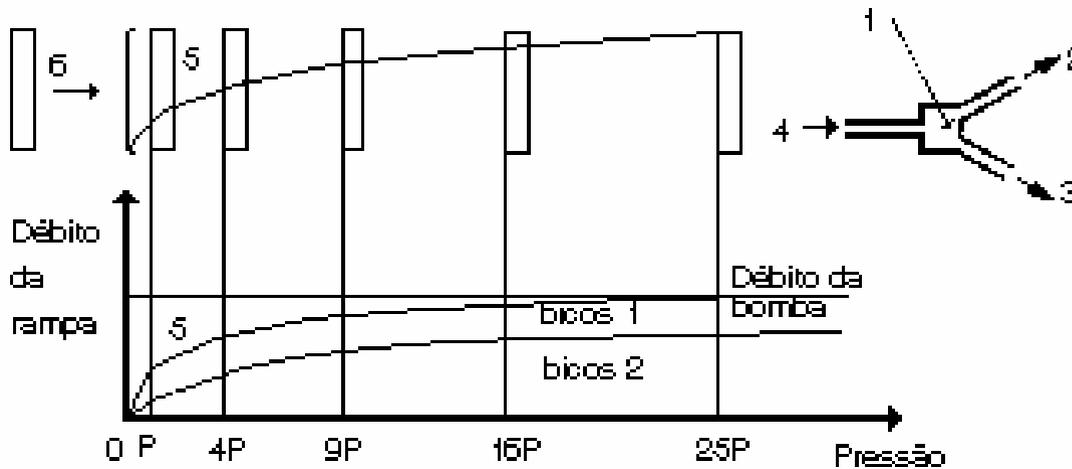


1- Bomba de 2 êmbolos; débito max.- 300 L/min; Velocidade- 400 rpm

2- Bomba de 3 êmbolos; débito a 0 bar- 106 L/min e a 10 bar- 93 L/min;
Velocidade- 540 rpm

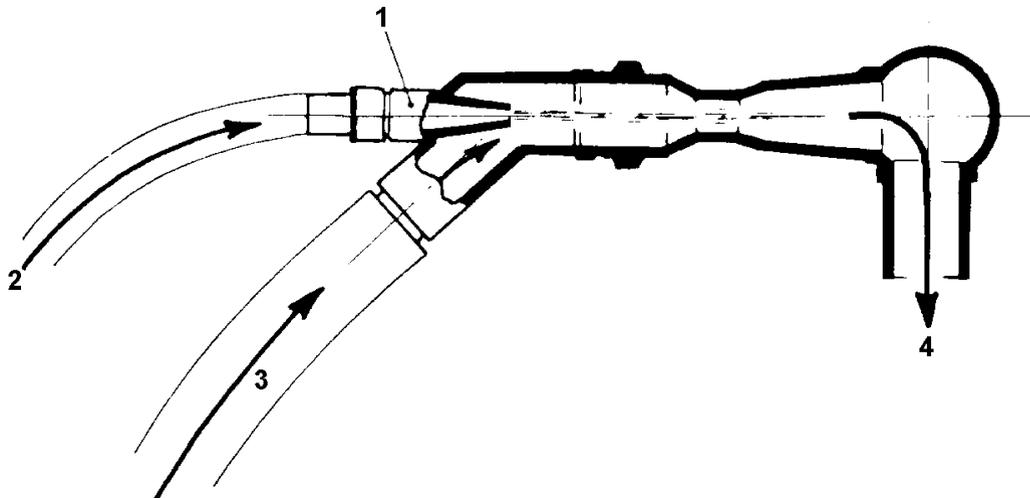
3- Bomba centrífuga; débito a 1 bar- 570 L/min e a 3 bar- 100 L/min.

Representação gráfica do débito de uma bomba



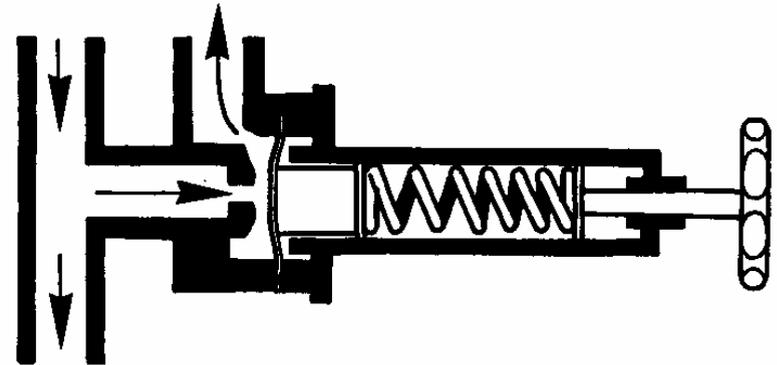
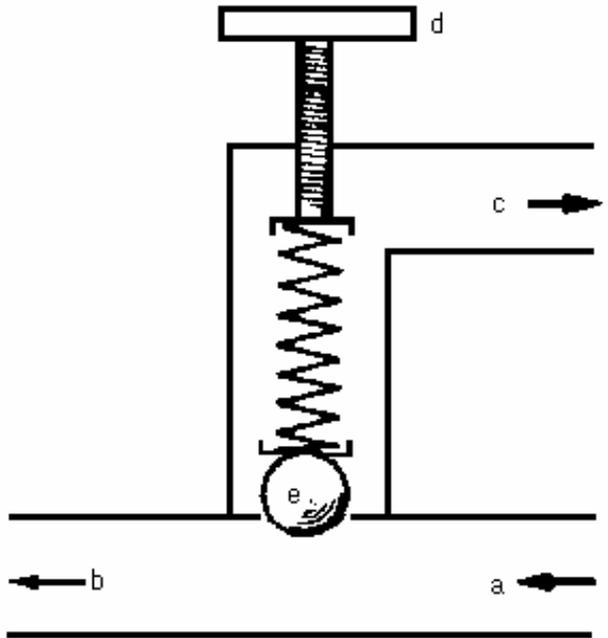
1- Regulador 2- retorno 3- rampa 4- saídas 5- retorno 6- débito da bomba

Representação de um hidrojéctor



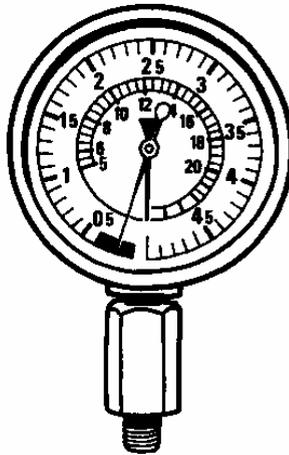
- 1- Difusor 2- Líquido proveniente da bomba 3- Aspiração do líquido
4- Ligação ao reservatório

Regulador de pressão por mola

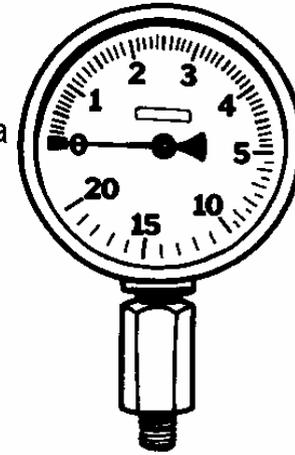


- a- calda proveniente da bomba
- b- calda para a rampa
- c- retorno
- d- regulação da pressão
- e- válvula

Manómetros

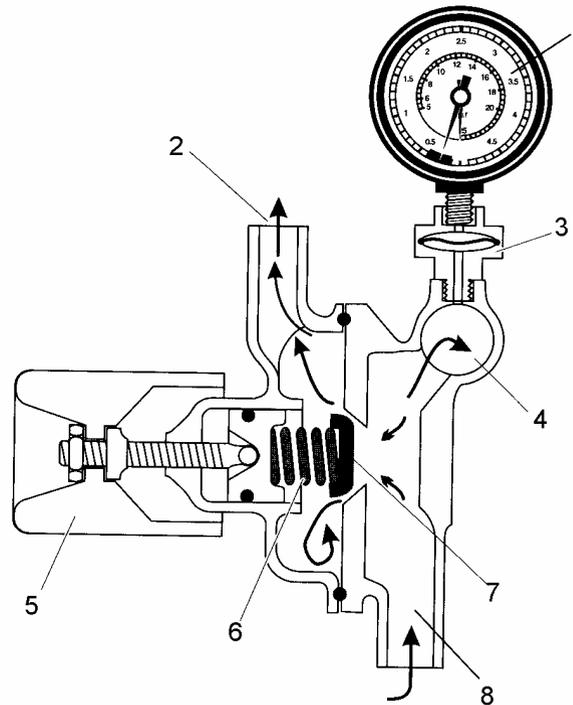


Manómetro de duas agulhas



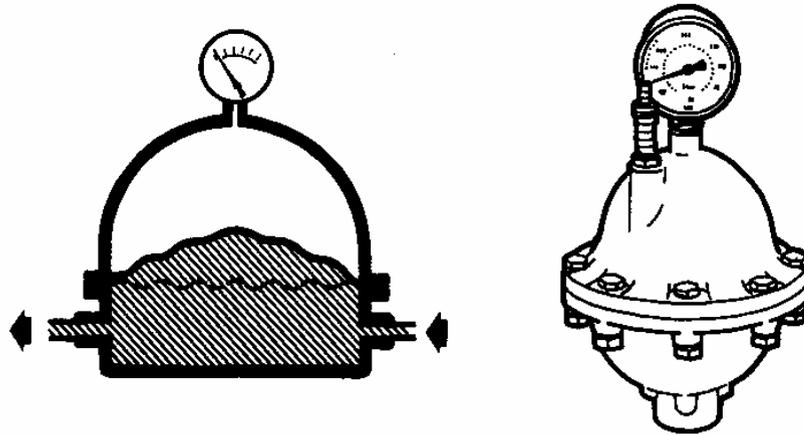
Manómetro de escala aumentada

Regulador de pressão com manómetro.

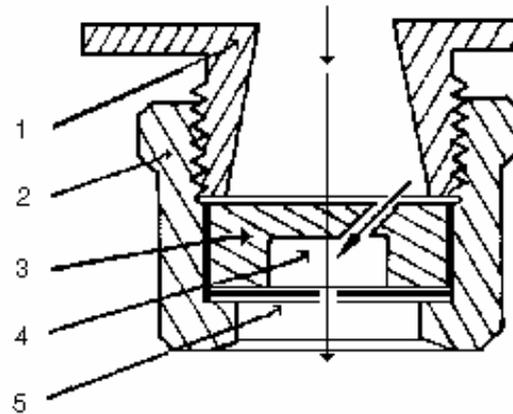


- 1- Manómetro, 2- retorno 3- separador 4- saída para as rampas
5- regulador de pressão 6- mola do regulador de pressão 7- válvula
8- alimentação

Amortecedor de ar



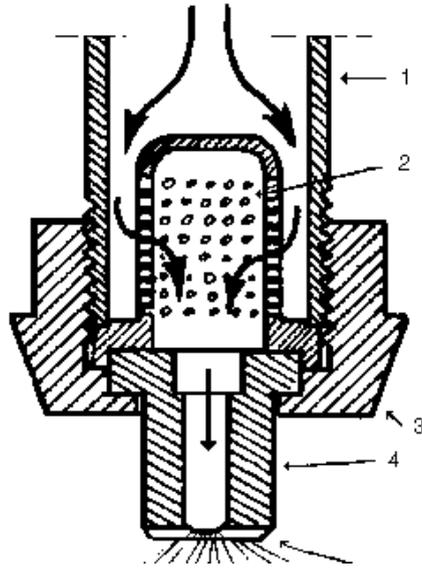
Bico com câmara de turbulência



Corte esquemático de um bico de câmara de turbulência.

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

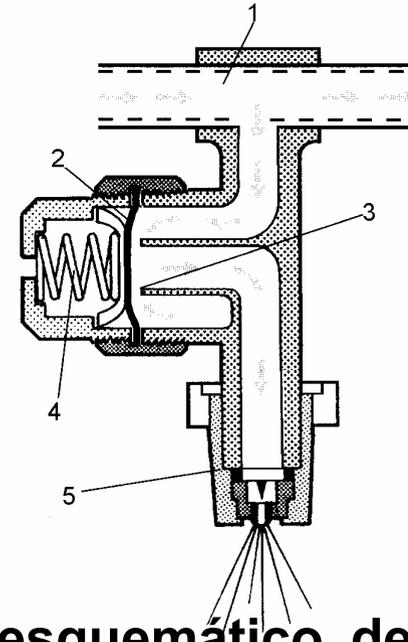
Bico de fenda



Corte esquemático de um bico de fenda

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

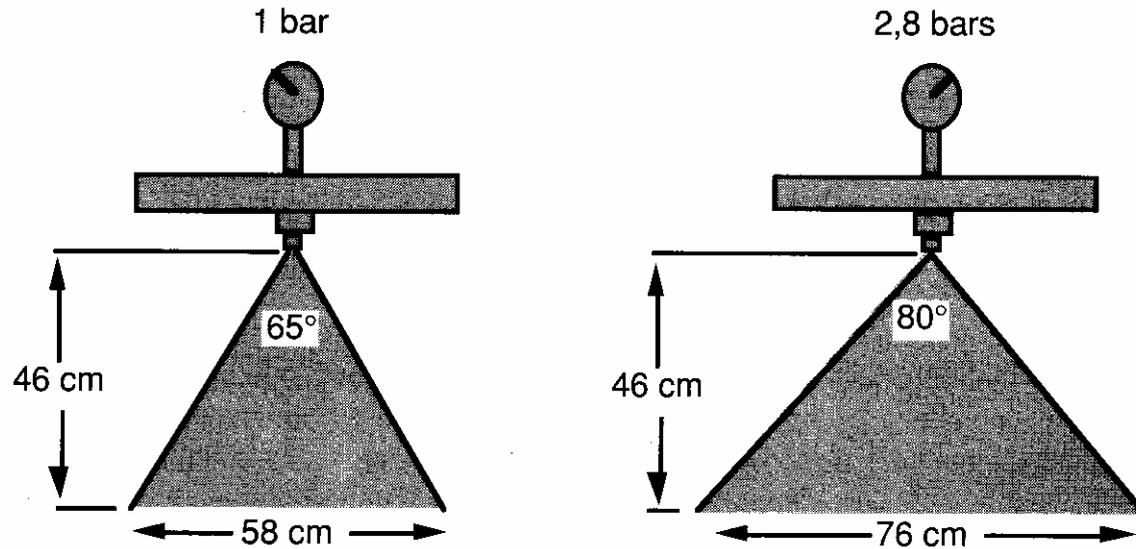
Bico de fenda com dispositivo anti-gota



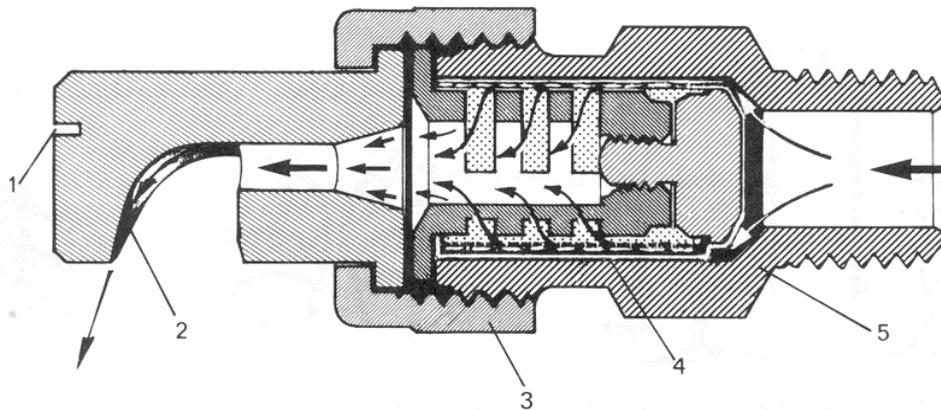
Corte esquemático de um bico de fenda

- 1- rampa
- 2- membrana
- 3- sede
- 4- mola
- 5- porta-bicos

Efeito da pressão na repartição dos jactos

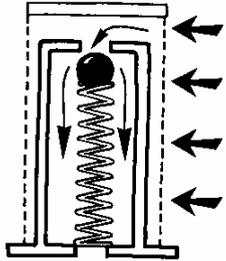


Bico de espelho

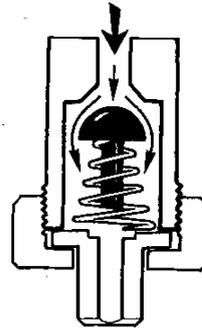


Corte esquemático de um bico de espelho

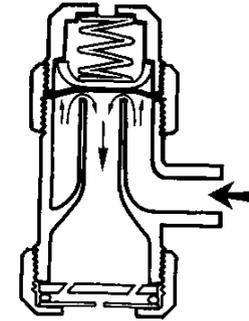
1- Ranhura para orientação 2- espelho 3- porca de fixação 4- filtro 5- corpo



Esfera

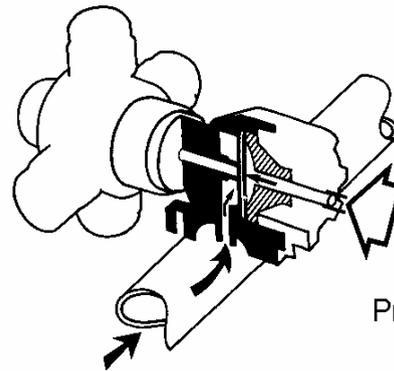


Valvula

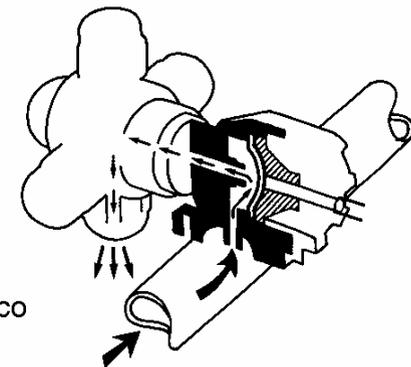


Membrana

Sistemas anti-gota



Pneumatico



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

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Escolha dos bicos

	Bicos de fenda 110°	Bicos de fenda 80°	Bicos de turbulência	Bicos de espelho	Bicos de filete	Bicos rotativos
Tipo de pulverização:						
Solo nu						
Herbicida de pós emergência						
Fungicidas Insecticidas						
Adubos líquidos em solo nu						
Adubos líquidos em vegetação						
Adubos líquidos em suspensão						
Herbicidas localizados						

[Cont.](#)

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Escolha dos bicos (cont)

	Bicos de fenda 110°	Bicos de fenda 80°	Bicos de turbulência	Bicos de espelho	Bicos de filete	Bicos rotativos
Aptidão:						
Penetração na vegetação						
Sensibilidade:						
Ao vento						
Às variações da altura da rampa						
Ao entupimento						

Tipo de pulverização	
	Aconselhado
	Possível
	Desaconselhado

Aptidão	
	Forte
	Média
	Fraca

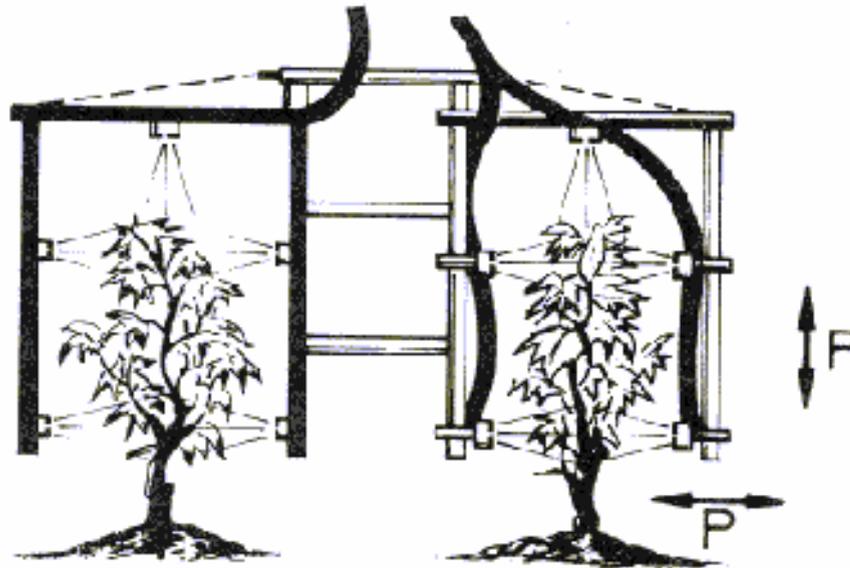
Sensibilidade	
	Fraca
	Média
	Forte

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Indicações para utilização dos diferentes tipos de bicos

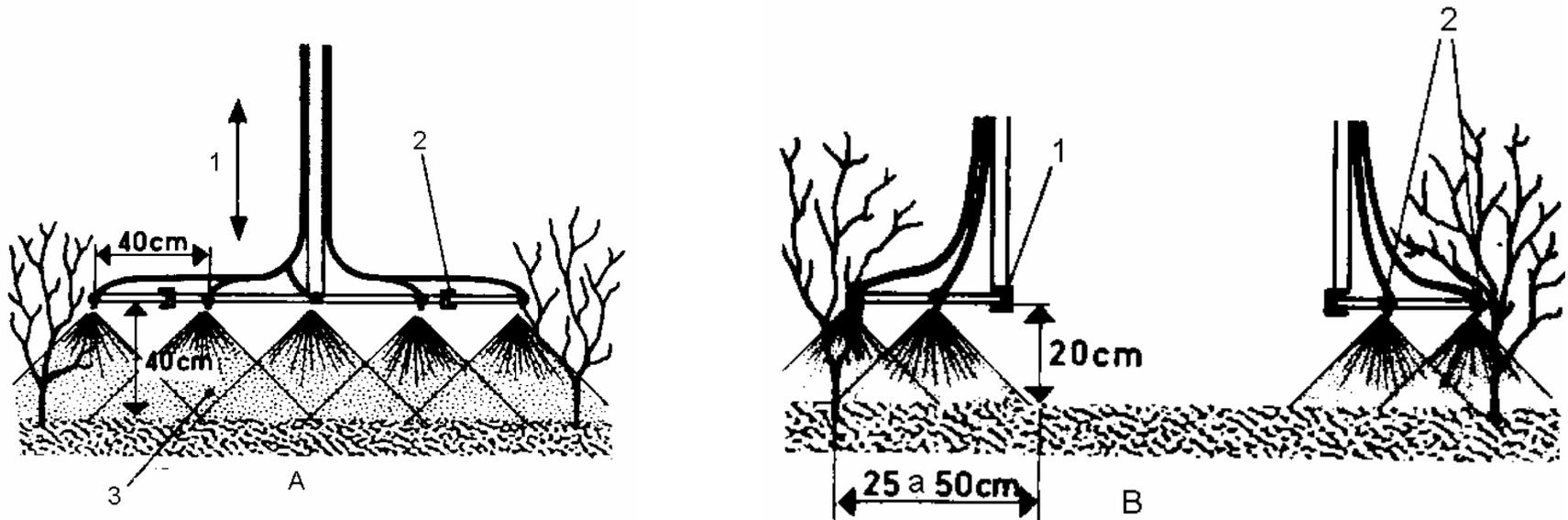
	Bicos de fenda 110° Distância 0.5 m	Bicos de fenda 80° Distância 0.5 m	Bicos de turbulência Distância 0.5 m	Bicos de espelho Distância 1 - 3 m	Bicos para aplicação de adubos	Bicos rotativos verticais Distância 0.5 m
Tipo de pulverização						
Solo nu	Sim	Sim	Não	Possível	Possível	Sim
Herbicida de pós - emergência	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
Fungicidas Insecticidas	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Possível
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

Rampa de um pulverizador de pressão de jacto projectado



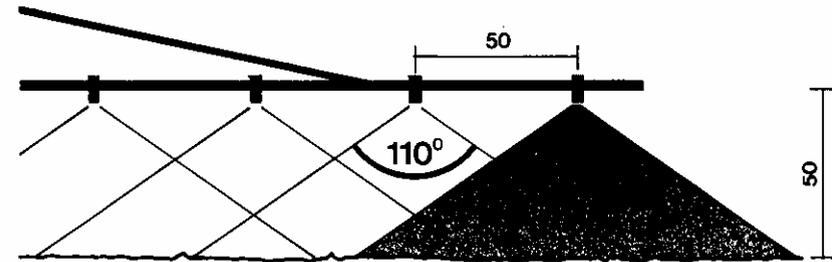
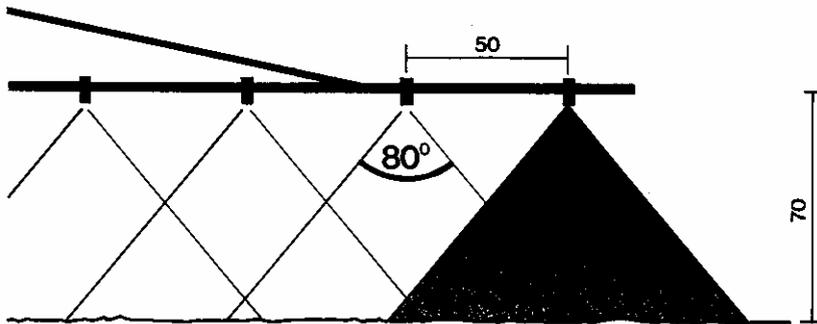
Esquema de uma rampa vitícola de um pulverizador de pressão de jacto

Rampa para aplicação de herbicida



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

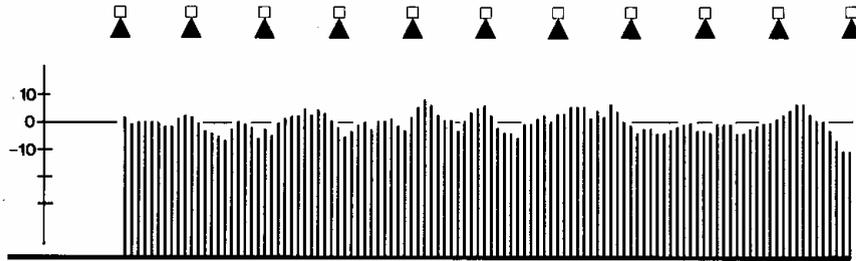
Relação entre altura da rampa e o ângulo do jacto



Altura teórica dos jactos (cm) em função da taxa de sobreposição

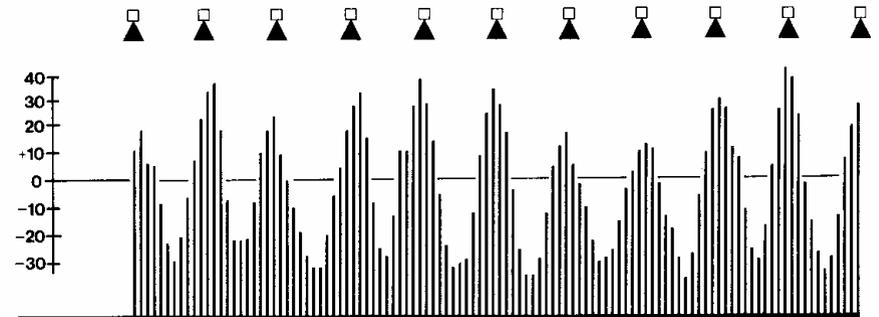
Bicos de fenda Espaçamento - 50 cm	Altura teórica da rampa (cm) em função da taxa de sobreposição			
	Jactos separados	Dois jactos sobrepostos	Três jactos sobrepostos	Quatro jactos sobrepostos
Cobertura do objecto	100 %	200 %	300 %	400 %
Ângulo - 65°	40	80	120	160
Ângulo - 80 °	30	60	90	120
Ângulo - 110 °	17.5	35	53	70

Repartição transversal

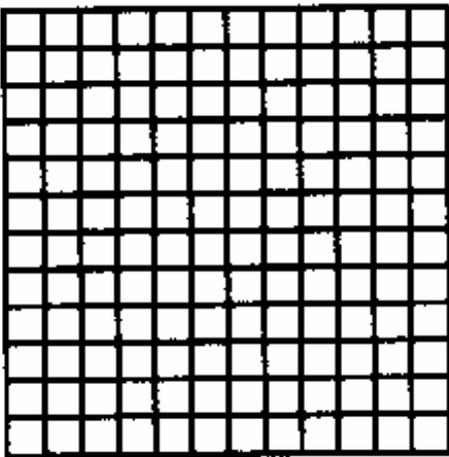


Bicos de fenda de 110°
Pressão- 2 bar; altura- 0.8 m;
débito- 0.96 L/min; distância dos
bicos-0.50m; CV- 3.7 %

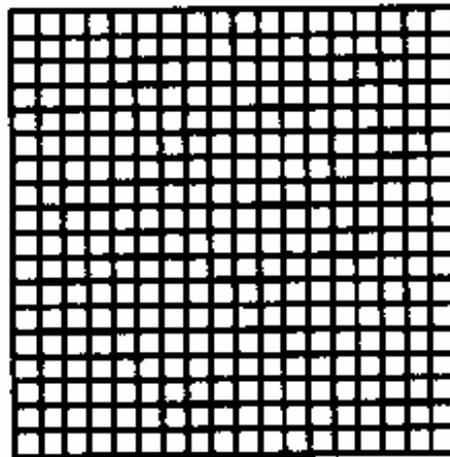
Bicos de fenda de 110°
Pressão- 2 bar; altura- 0.7 m;
débito- 0.23 L/min; distância dos
bicos-0.50m; CV- 21.2 %



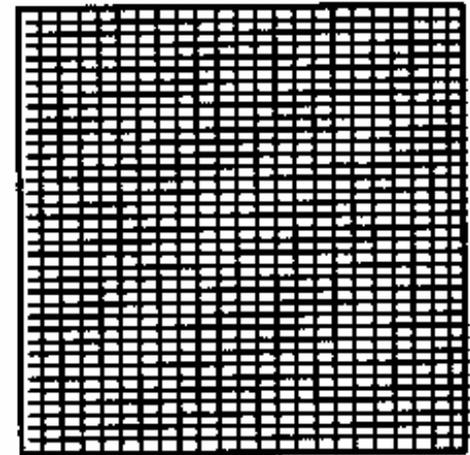
Dimensão da abertura das malhas



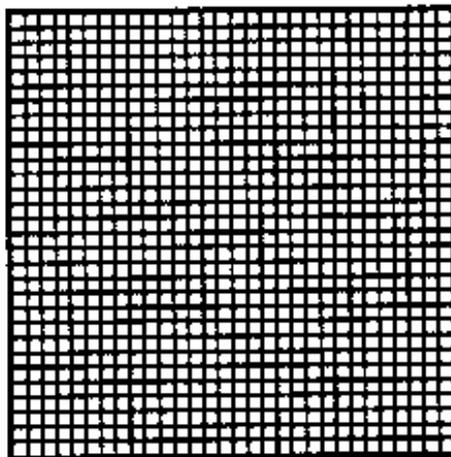
800 μ



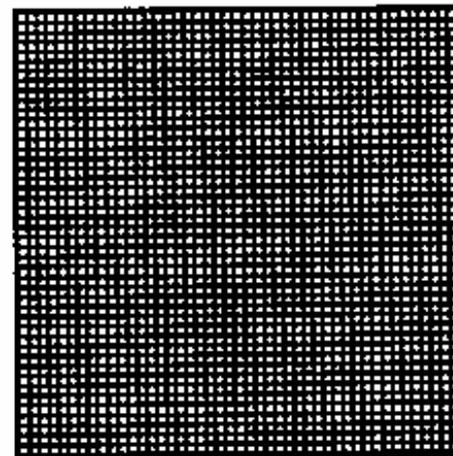
600 μ



300 μ

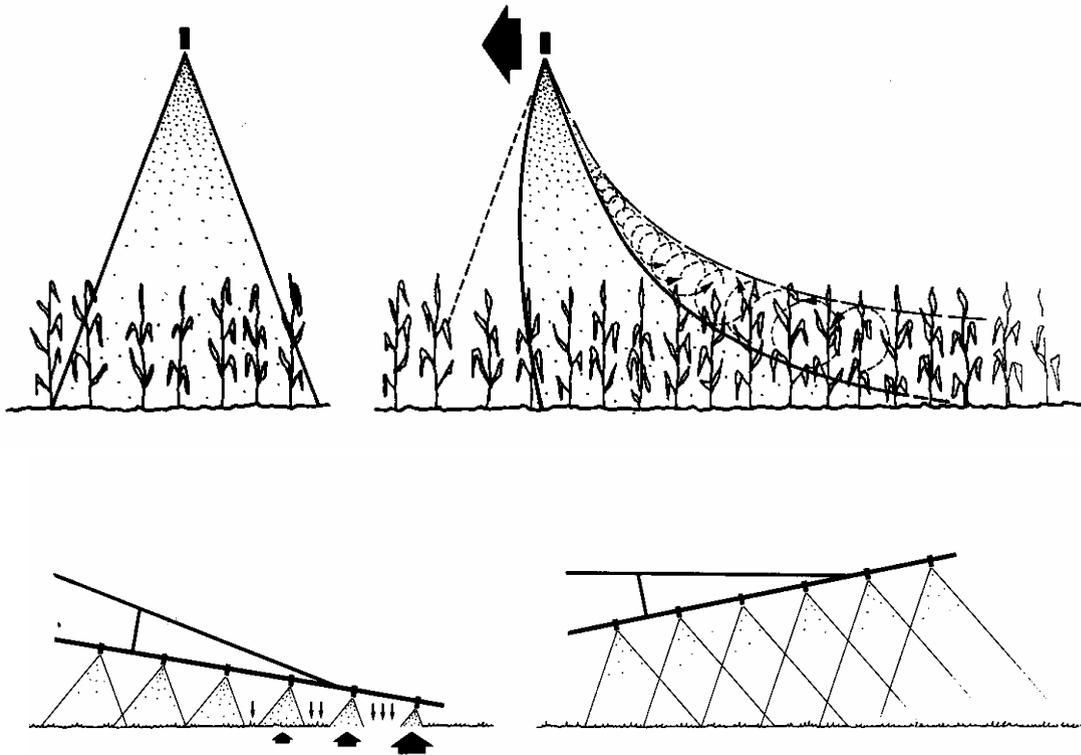


180 μ

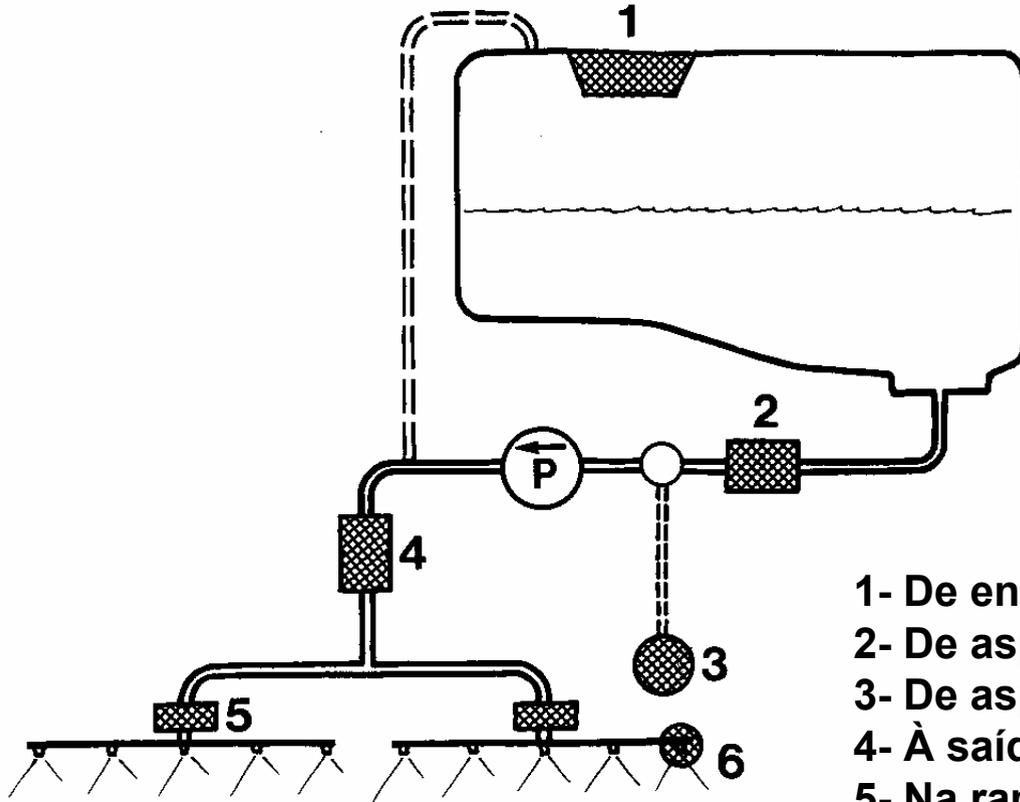


150 μ

Repartição longitudinal em função da velocidade

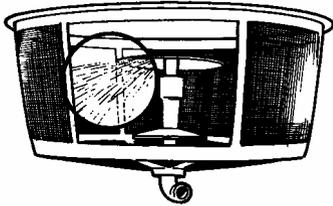


Disposição dos filtros num pulverizador



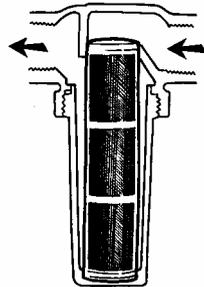
- 1- De enchimento
- 2- De aspiração durante a pulverização
- 3- De aspiração durante o enchimento
- 4- À saída da bomba
- 5- Na rampa
- 6- Nos bicos

Diferentes tipos de filtros

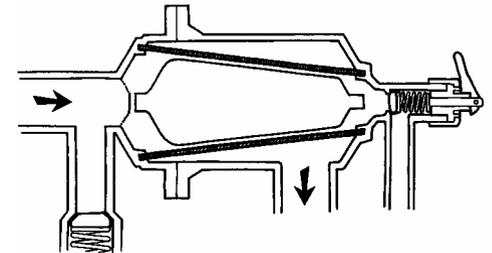


Filtro de enchimento
800 - 1000 μ

Filtro montado antes do sistema de regulação
300 - 500 μ



Filtro colocado à saída da bomba

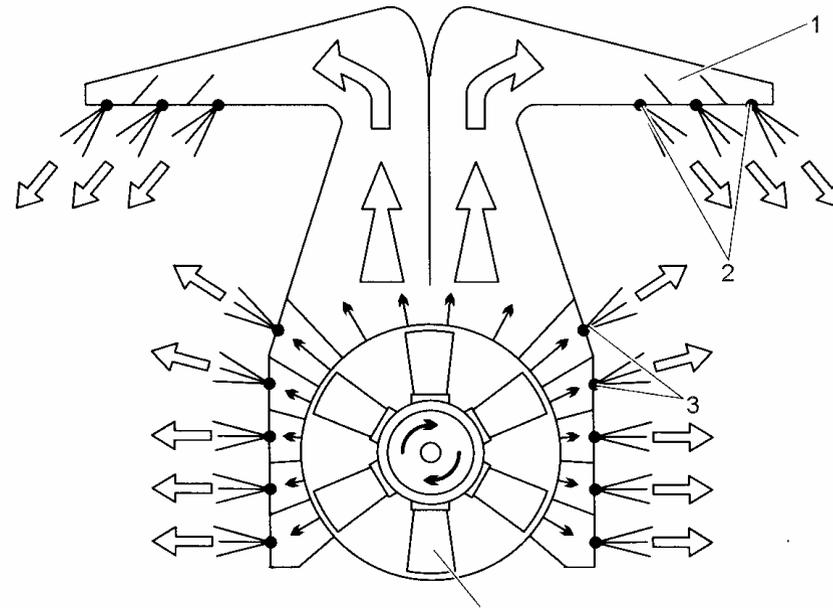


Filtro da rampa
150 - 300 μ

Categoria dos filtros em função do débito dos bicos

Débito dos bicos (L/min)	Volume/ha a 8 km/h (L/ha)	Dimensão dos filtros (μ)		
		Aspiração	Saída	Rampa
< 0.8	< 120	300	150 - 180	150
0.8 - 3.0	120 - 450	600	180 - 600	150 - 300
> 3.0	> 450	800	600 - 800	300 - 600

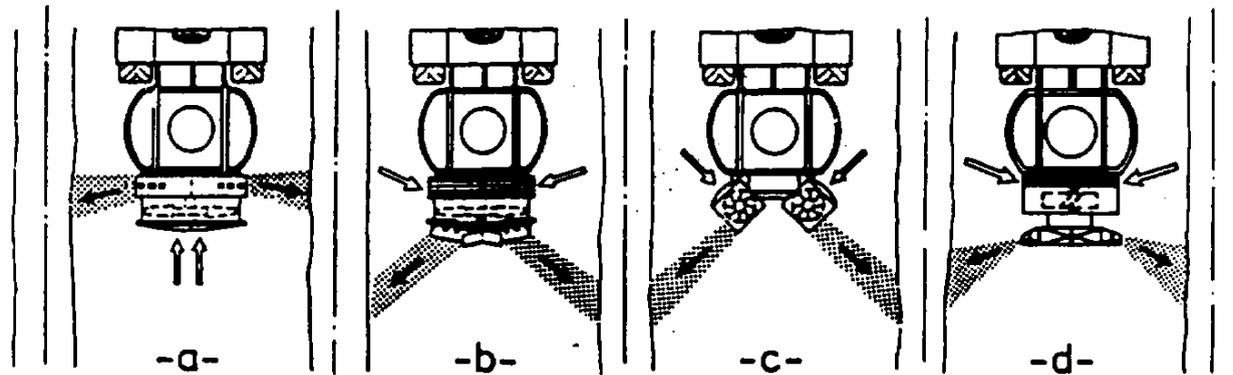
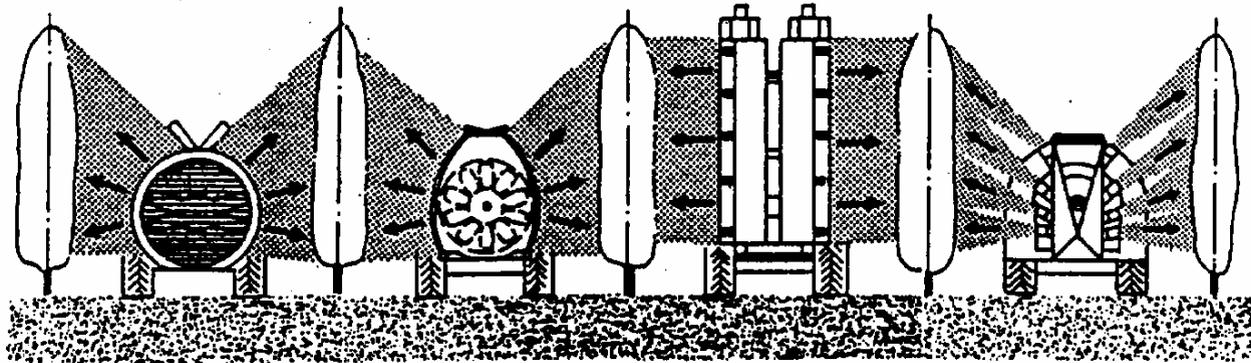
Rampa de pulverizador de pressão de jacto transportado



Esquema de um pulverizador de pressão de jacto transportado

1- Colector 2- ventilador

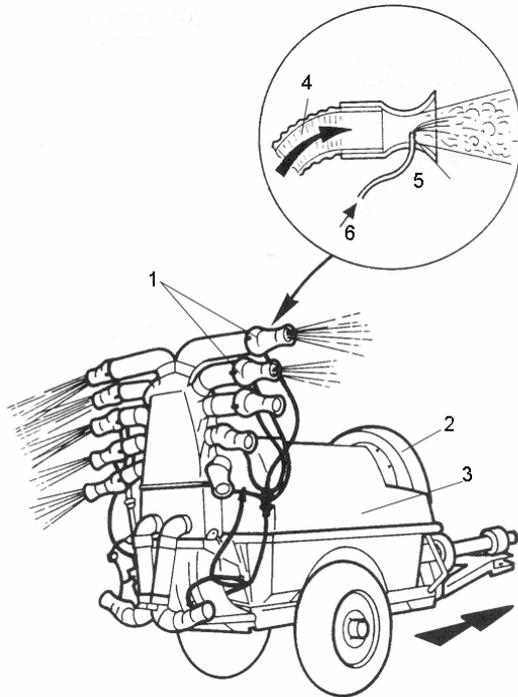
Diferentes tipos de ventiladores



Representação de diferentes tipos de ventiladores

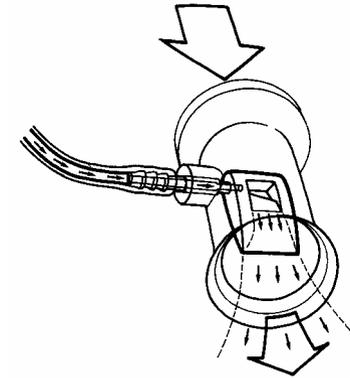
- a- Ventilador axial, com entrada de ar posterior
- b- Ventilador axial, com entrada de ar anterior
- c- Ventilador tangencial
- d- Ventilador radial

Pulverizador pneumático

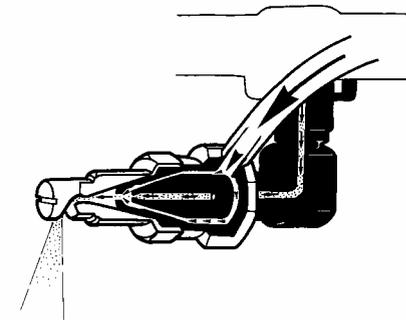


- 1- Conduto 2- turbina 3- reservatório 4- ar
5- difusor 6- calda

Pulverização por velocidade do ar



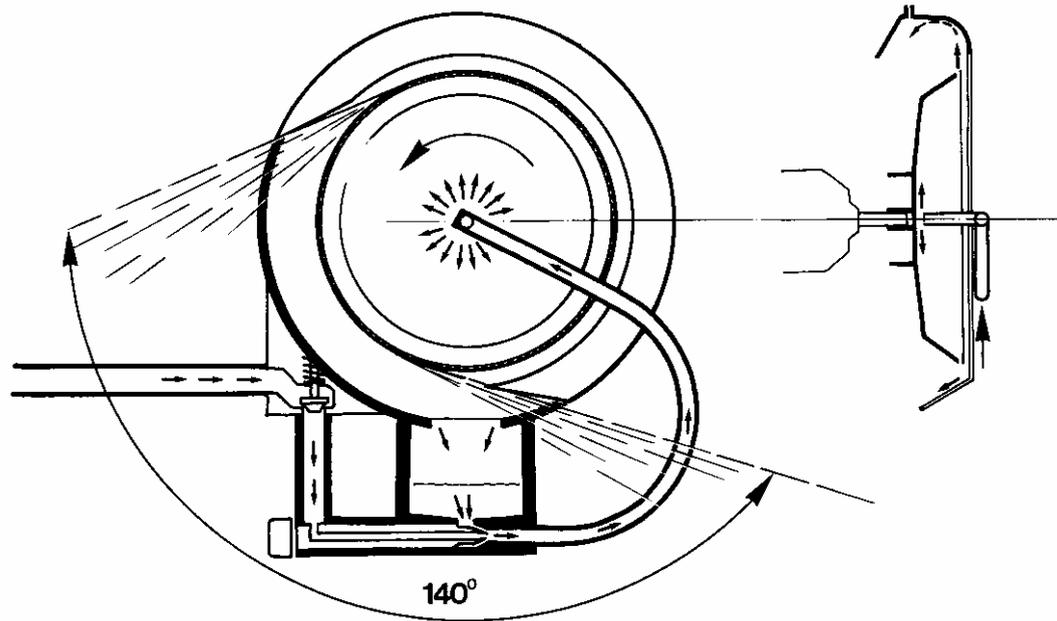
Pulverização por pressão do ar



Principais diferenças entre os pulverizadores hidráulicos e pneumáticos

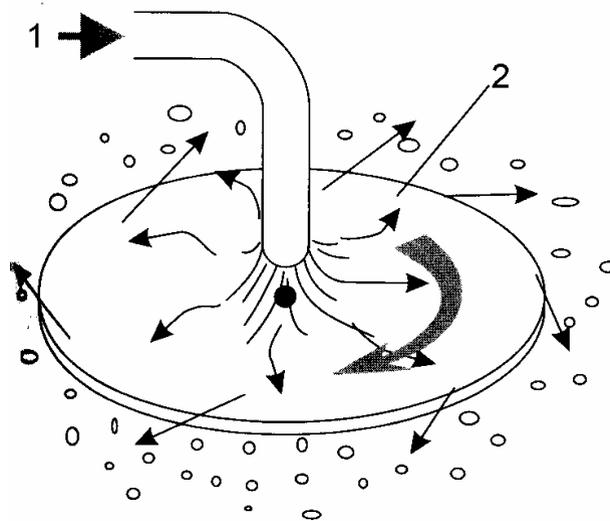
Tipo de pulverizadores	Pulverizadores de jacto projectado	Pulverizadores de jacto transportado	Pulverizadores pneumáticos
Dimensão das gotas (μm)	150 - 500	150 - 400	50 - 100
Volumes /ha (l / ha)	300 - 1000	100 - 300	50 - 100
Tipo de bomba	êmbolo	êmbolo	centrífuga
Turbina	êmbolo - membrana	êmbolo - membrana	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

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



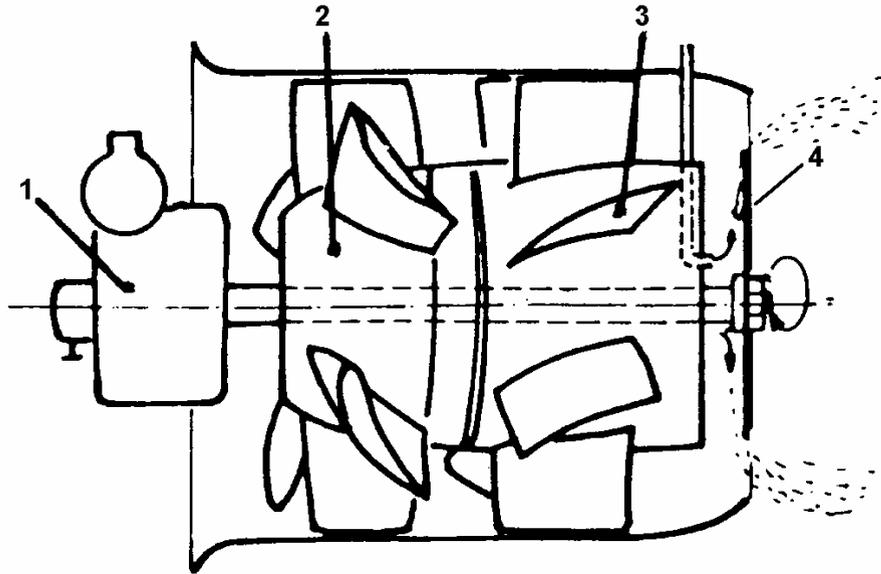
Representação de um bico de disco para a pulverização centrífuga
A- Colector B- Disco C- Alimentação D- Electroválvula E- Injector

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



Esquema de um bico centrífugo.
1- Entrada da calda 2- disco

Pulverização centrífuga e jacto transportado



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

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Tipos de pulverização vs volumes/ha aplicados

Volumes / ha		Princípio de pulverização			
Tipo	L / ha	Pressão do líquido		Centrífugo	Pneumático
		Clássico	Assistido		
Ultra baixo volume (ULV)	< 5			Para grandes culturas	
Muito baixo volume (VLV)	5 – 50			Para 20 - 50 L/ha	Para 30 - 50 L/ha
Baixo volume (LV)	51 – 100	(1) e (2)	(1)	(3)	
Volume reduzido	101 – 200	Volume aconselhado	Volume aconselhado		
Volume médio (MV)	201 – 500				
Alto volume (HV)	> 500				

(1) – Risco de entupimento; (2)- Risco de deriva; (3)- Equipamento para aplicar Muito Baixo Volume

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Principais características dos pulverizadores

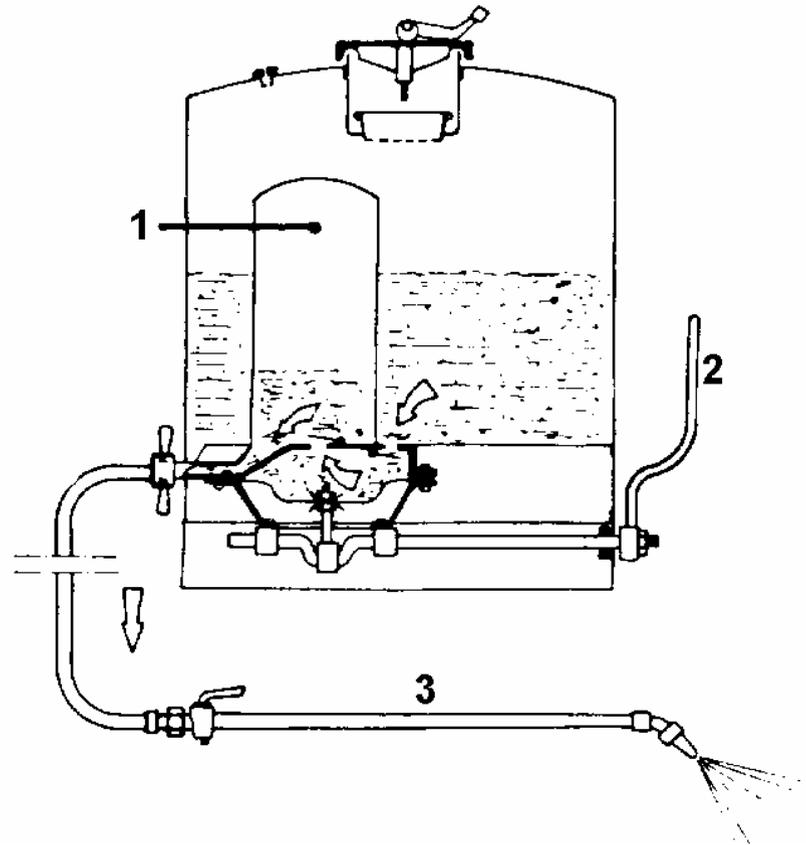
Modo de pulverização	Transporte das gotas	Designação do aparelho	Gerador de energia para pulverização	Posição do objecto	Utilização principal
Hidráulica - pressão do líquido	- energia cinética das gotas - corrente de ar	- pulverizador de pressão de jacto projectado - pulverizador de pressão de jacto 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

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Escolha da categoria de um pulverizador

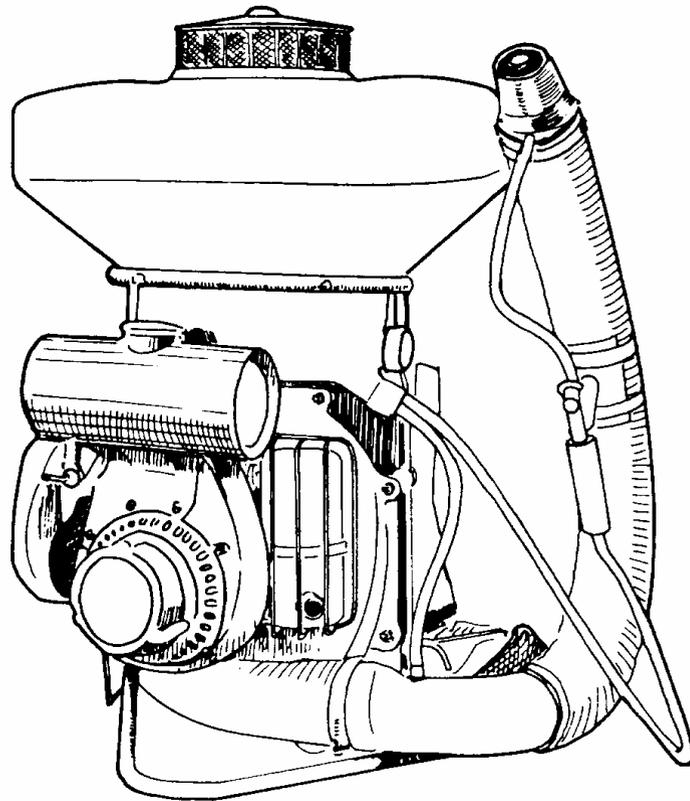
Tipo de tratamento	Época de intervenção	Tipo de selectividade	Sustentação do solo	Altura da vegetação (m)	Categoria do pulverizador
Herbicidas	< Sem.	-	Baixa		Todo o terreno
			Alta		Clássico
	< > Sem	-	Alta		Localizado
	Pré - Emerg.	-	Baixa		Todo o terreno
			Alta		Clássico
	Pós - Germinação	Não selectivo	Baixa		Impossível
			Alta		Humidificação
		Selectivo	Baixa	< 0.5	Todo o terreno
			Baixa	> 0.5	Impossível
			Alta	< 1.5	Clássico
Alta			> 1.5	Emjambeur	
Fungicidas Insecticidas Substâncias de crescimento	< > Sem		Alta	-	Localizado
	Vegetação		Baixa	< 0.5	Todo o terreno
			Baixa	> 0.5	Aéreo
			Alta	< 1.5	Clássico
			Alta	> 1.5	Enjambeur, Aéreo

Pulverizador de pressão contínua com bomba de membrana

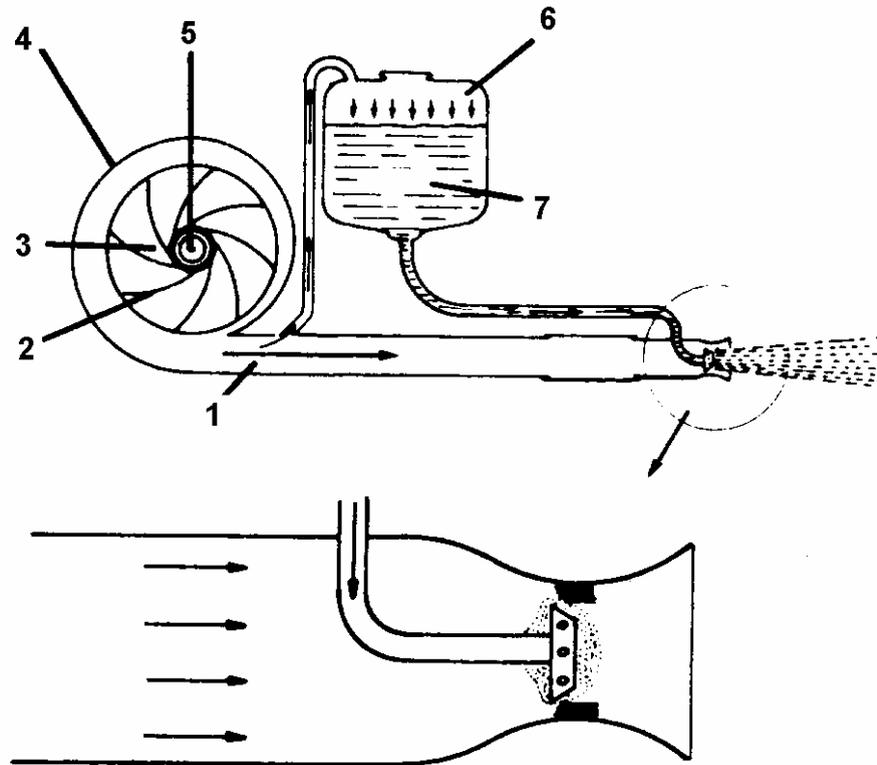


1- Amortecedor de ar 2- Alavanca 3- Lança

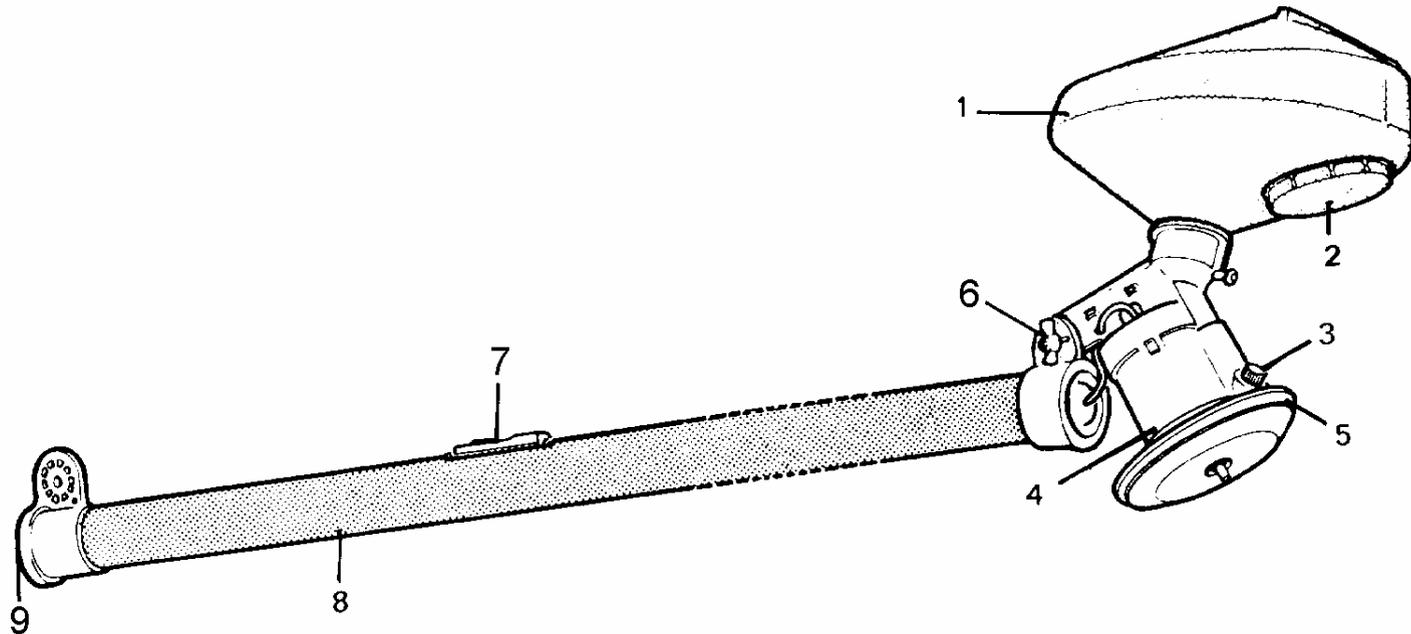
Pulverizador pneumático de dorso (atomizador)



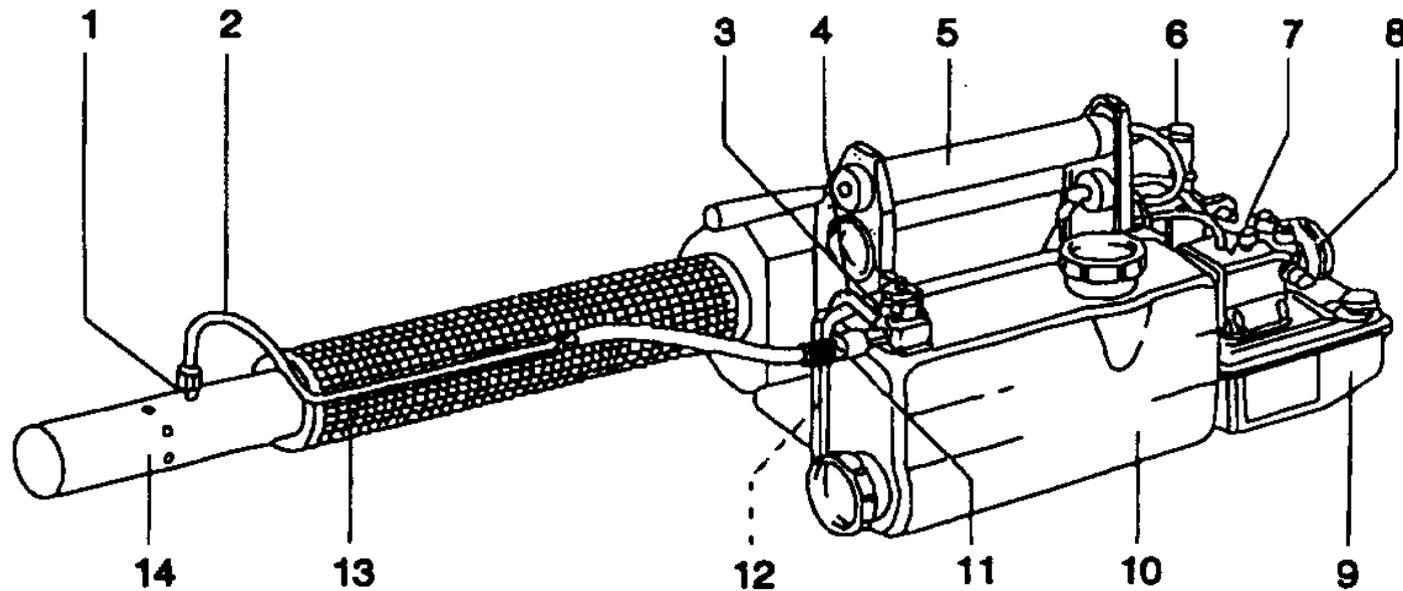
- 1- Saída do ar do ventilador
- 2- Palheta
- 3- Ventilador
- 4- Carter
- 5- Orifício de aspiração do ar
- 6- Pressão do ar
- 7- Calda



Pulverizador centrífugo manual



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



Representação de um pequeno pulverizador termopneumático

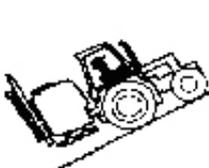
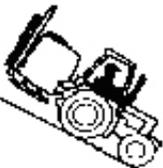
1- Zona de pulverização 2- Condução da calda 3- Torneira da condução de calda 4- Condução de pressão 5- Bomba de ar para arranque 6- Inflamador 7- Carburador 8- Válvula de não retorno 9- Reservatório de gasolina 10- Reservatório do produto 11- Bico 12- Caixa das pilhas 13- Tubo de refrigeração 14- Tubo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

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Tipo de pulverização e volumes / ha obtidos

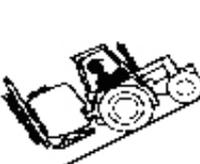
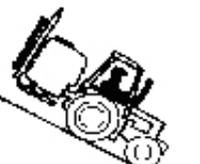
Volume / ha		Tipo de pulverização			
Tipo	L/ha	Pressão da calda		Centrífuga	Pneumática
		Clássica	Assistida por ar		
Ultra baixo volume (ULV)	< 5			Não há para culturas extensivas	
Muito baixo volume (VLV)	5 - 50			20 - 50 L/ha	30 - 50 L/ha
Baixo volume (LV)	51 - 100	- risco de entupimento - risco de 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		

Pressão constante (PC)

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

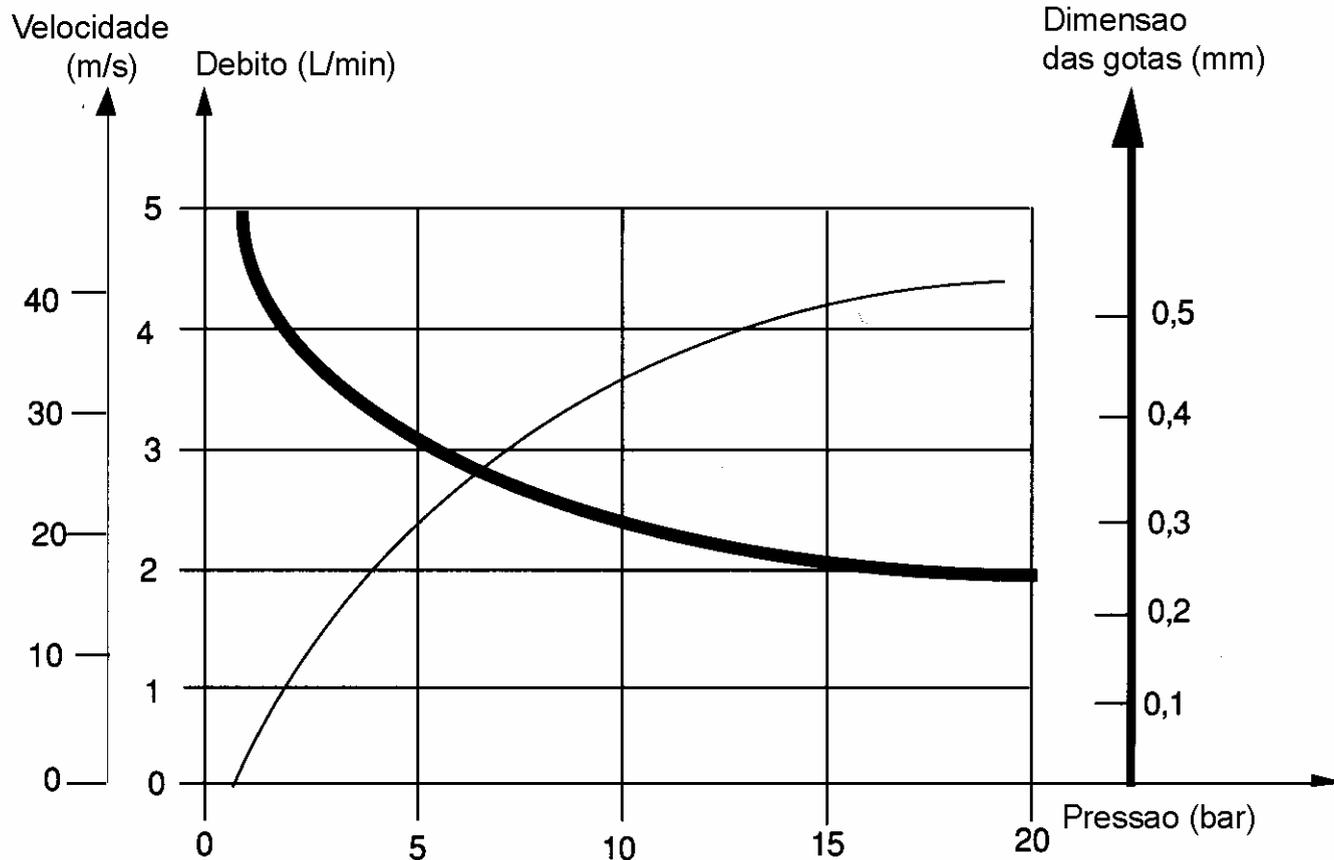
Pulverizadores de débito constante (volume variável)

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 =

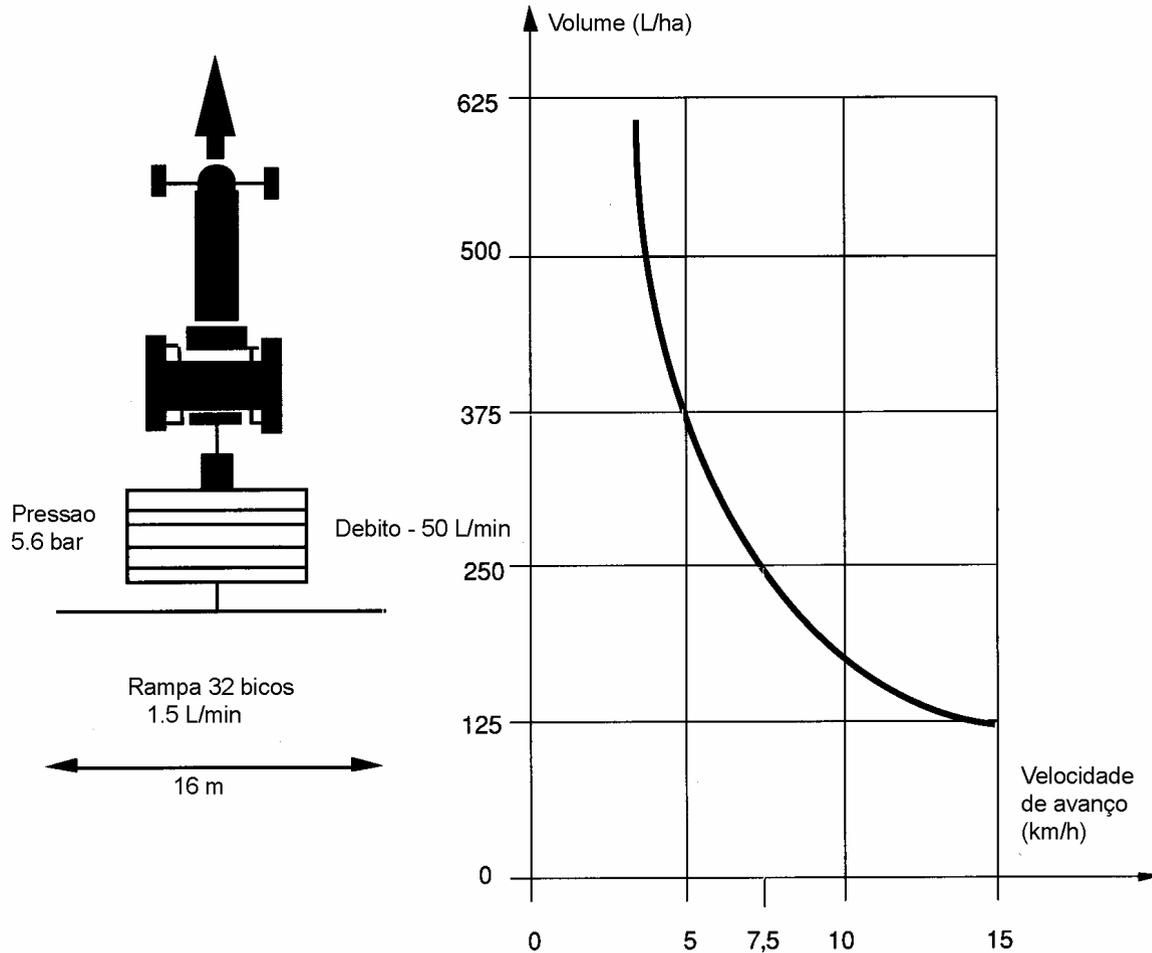
Pulverizadores de débito variável (volume constante)

Variação da velocidade, débito e dimensão das gotas em função da pressão

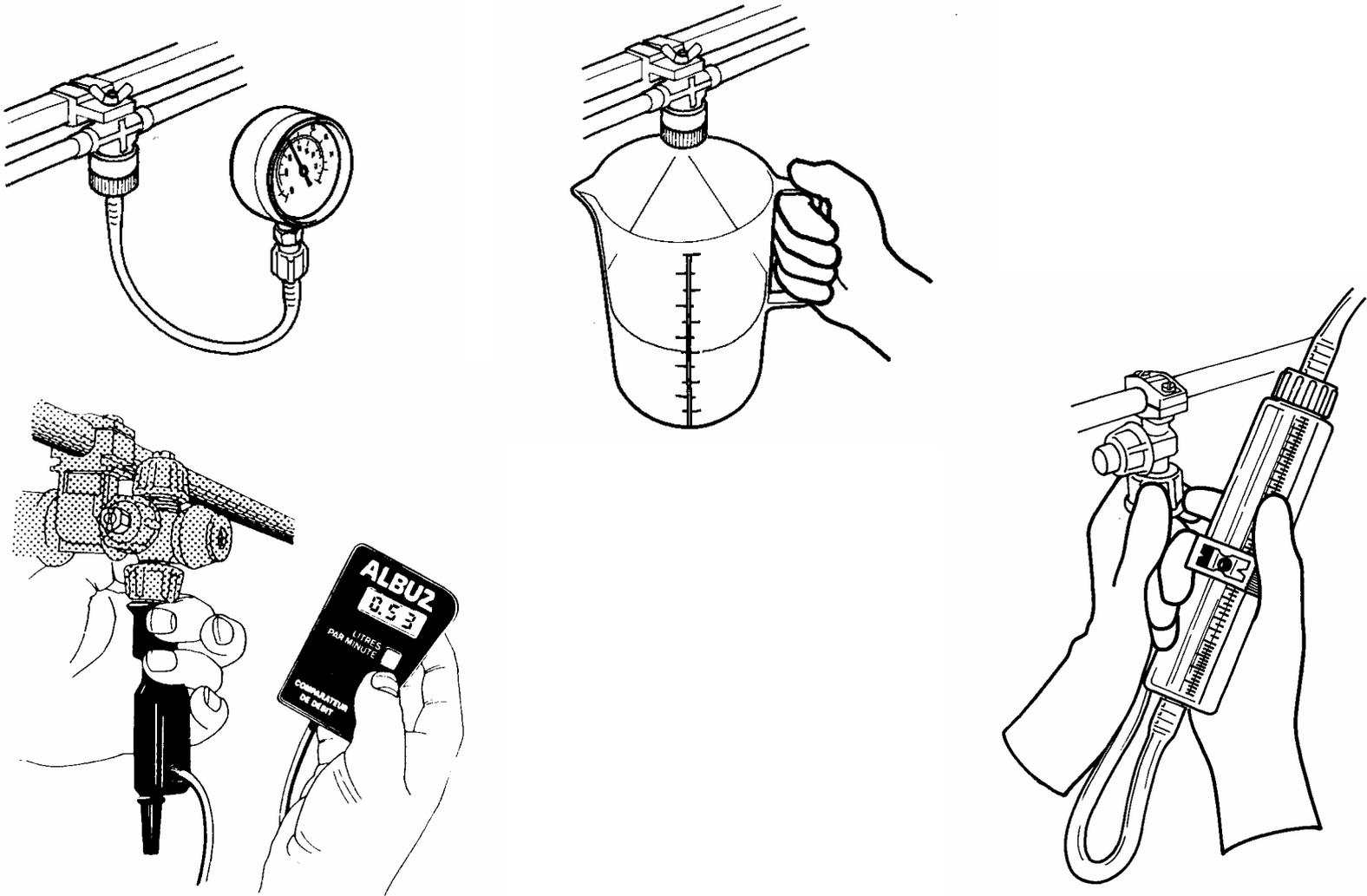


Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

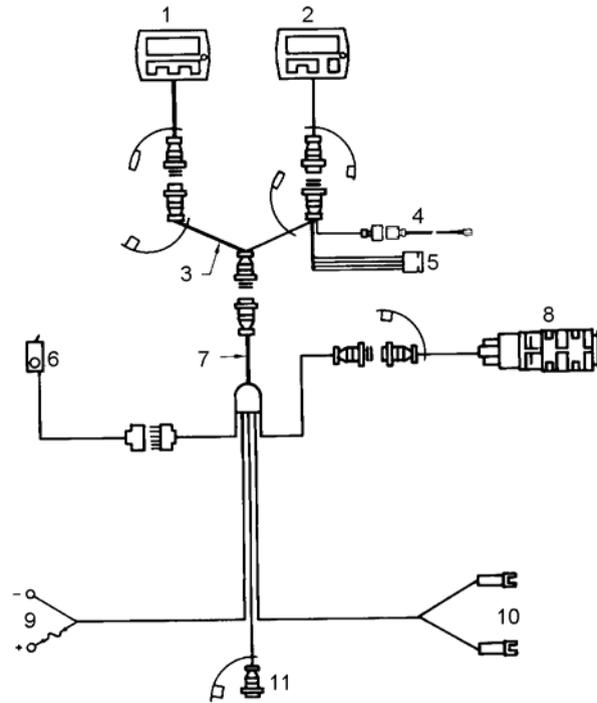
Variação entre a velocidade de avanço e o volume/ha aplicado



Débito dos bicos

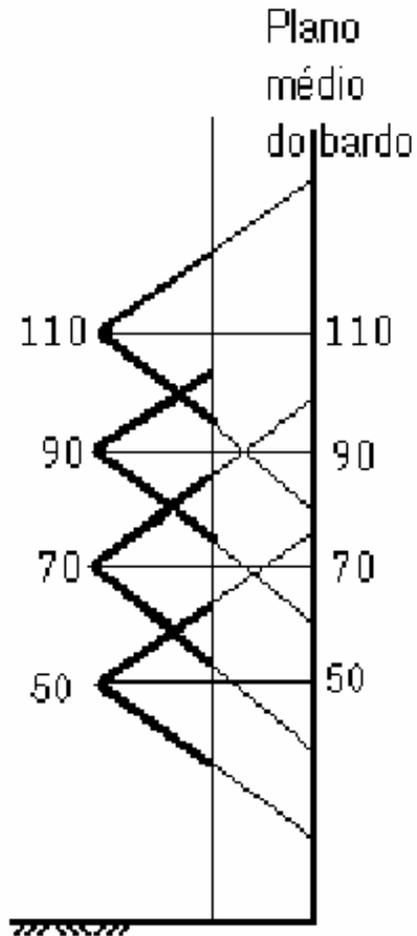


Sistema de controlo electrónico com sistema computador - regulador

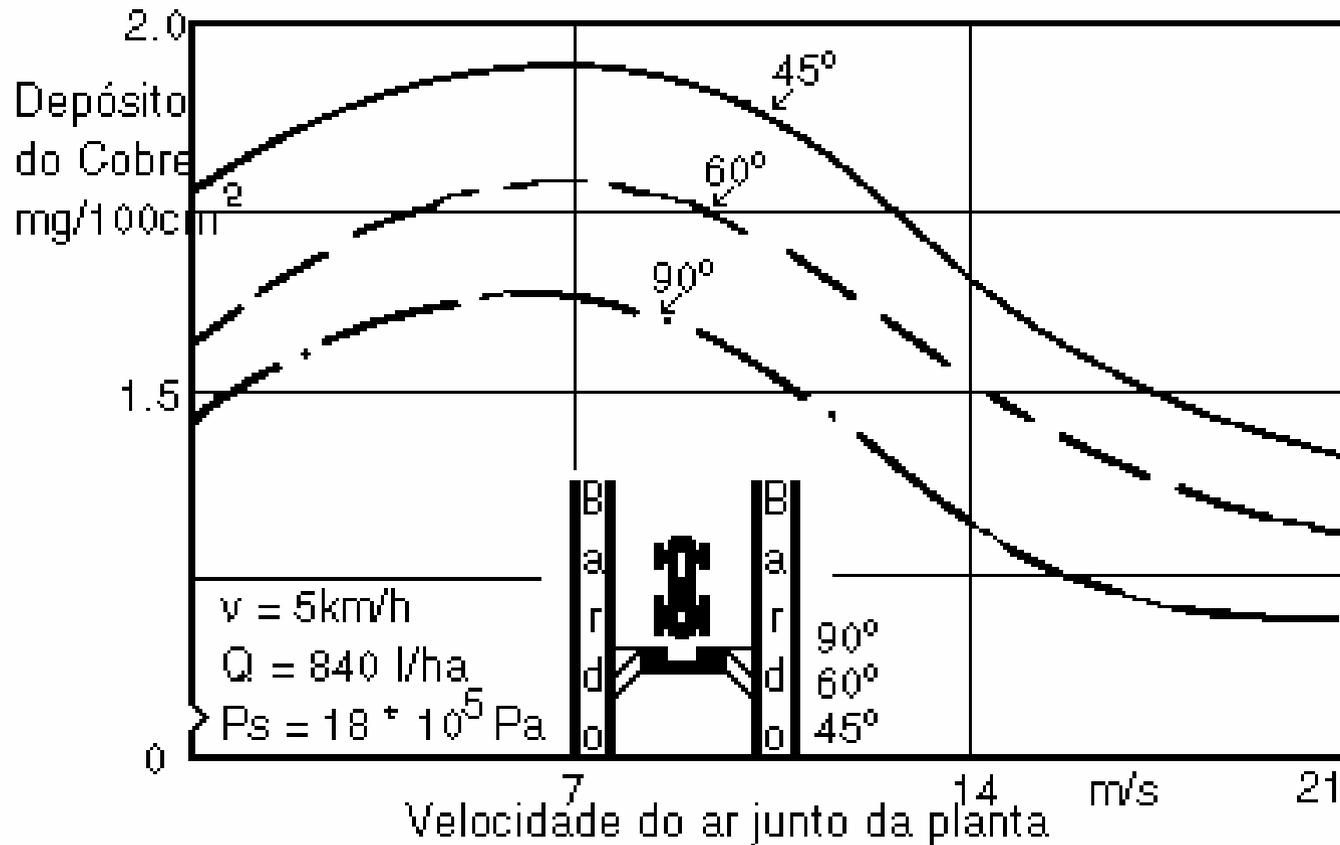


- 1- Consola do computador - regulador
- 2- Consola de monitorização
- 3- Cabos
- 4- Cabos de ligação à ignição
- 5- Ligações para os sectores das rampas
- 6- Módulo de comando
- 7- Feixe principal
- 8- Radar
- 9- Ligação à bateria
- 10- Ligações opcionais
- 11- Conjunto de cabos auxiliares

Regulação da direcção das correntes de ar



Posição dos bicos e da direcção e distribuição dos jactos de ar nas faces dos bardos



Influência da velocidade do fluxo de ar direccionados e do ângulo de incidência na deposição de cobre na cultura da vinha

Bibliografia

- Santos, F. (1992). Estudo e adaptação de um pulverizador de jacto transportado à cultura da vinha instalada em patamares na Região Demarcada do Douro. UTAD. 256 pp
- Santos, F. (1994). Técnicas de pulverização e transporte de gotas. Vida Rural. Fevereiro: 23 - 28
- Santos, F. (1996). Equipamentos para tratamento das culturas. Série Didáctica - Ciências Aplicadas nº 61. UTAD. Vila Real. 61 pp
- Santos, F. (1996). Os sistemas de regulação de débito nos pulverizadores. Norte Agrícola 26-27: 8-9. Vila do Conde
- Santos, F. (1996). Utilização de pulverizadores centrífugos de jacto transportado na cultura da vinha. Vila Real. UTAD. 10 pp.
- Santos, F. (1996). Mecanização da cultura da vinha. Série Didáctica - Ciências Aplicadas nº 76. UTAD. Vila Real. 40 pp
- Santos, F.(1997). Aplicação de fungicidas com meios aéreos. (versão provisória). Vila Real.UTAD.20 pp.
- Santos, F. (1997). Contribuição para a mecanização das vinhas tradicionais da Região Demarcada do Douro. Vida Rural - Especial Máquinas Agrícolas. Fevereiro de 1997: 26-30

Bibliografia (cont)

Santos F. (1997). [Utilização de pulverizadores centrífugos de jacto transportado na cultura da vinha.](#) AJAP - Associação dos Jovens Agricultores de Portugal. Norte Agrícola. Vila do Conde

Santos, F.; Alonso, M. (1998). [Os sistemas electrónicos de regulação de débito nos pulverizadores.](#) Vida Rural 1633: 16-20

Santos, F. (2000). [Máquinas para tratamento e defesa das culturas.](#) Projecto de Intervenção em Mecanização Agrícola. Vila Real. UTAD. 86 pp

Santos, F.(2002). [Precision pesticides application.](#) International Conference on Agricultural Engineering. Paper nº 02-PA-030. Budapest. EurAgEng.

Azevedo, A.; Santos, F. (2002). [Mecanização das vinhas tradicionais na Região Demarcada do Douro.](#) CIRDD. Boletim Informativo nº 09: 17-18

Santos, F.; Azevedo, A.; (2002). [Unidades de tracção para a cultura da vinha.](#) Vititécnica nº 01: 27-29

