EQUIPAMENTOS PARA TRATAMENTO DE CULTURAS

1996

ÍNDICE

INTRODUÇÃO 1
1- Os produtos fitossanitários 1
2- Condições do meio que mais condicionam a realização dos tratamentos 2
3- Meios terrestres utilizados no tratamento das culturas 2
4- Principais caraterísticas de uma pulverização 4
4.1- Cobertura e homogeneidade da área a tratar 4
4.2- Dimensão das gotículas 5
4.3- Penetração da calda 6
4.4- Alcance do jato 6
5- Principais tipos de pulverizadores 7
5.1- Pulverizadores por pressão 7
5.1.1- Pulverizadores por pressão de jato projetado 7
5.1.1.1- Constituição genérica de um pulverizador por pressão de jato projetado 8
5.1.1.1.1- Reservatório ou depósito 9
5.1.1.1.2- Bomba 9
5.1.1.1.2.1- Bomba de êmbolos 10
5.1.1.1.2.2- Bomba de êmbolo - membrana 11
5.1.1.1.3- Regulador de pressão, manómetro e distribuidor 11
5.1.1.1.4- Os bicos 12
5.1.1.1.4.1- Bico de turbulência 12
5.1.1.1.4.2- Bico de fenda 13
5.1.1.1.4.3- Bico de espelho 13
5.1.1.1.5- Rampas de pulverização 14
5.1.1.1.6- Os sistemas de regulação dos pulverizadores hidráulicos 15
5.1.1.1.6.1- Escolha e verificação dos bicos 18
5.1.1.1.6.2- Determinação da velocidade de trabalho 19
5.1.1.1.6.3- Determinação do débito da bomba (Db) 20
5.1.1.1.6.4- Medição do débito real (Dr) do pulverizador e do retorno (Da) 20
5.1.1.1.6.5- Ajustamento do débito real de pulverização 22
5.1.2- Pulverizadores por pressão de jato transportado 23
5.2- Pulverizadores pneumáticos 27
5.2.1- Constituição genérica de um pulverizador pneumático 28
5.2.1.1- Ventiladores 28
5.2.1.2- Condutas de ar 29
5.2.2- Regulação dos débitos nos pulverizadores pneumáticos 30
5.2.3- Principais caraterísticas dos pulverizadores pneumáticos 30
5.3- Pulverizadores centrífugos 32
5.4- Pulverizadores térmicos 34

6- Os pequenos pulverizadores 34
6.1- Pequenos pulverizadores de pressão de jato projetado 34
6.2- Pequenos pulverizadores pneumáticos 35
6.3- Pequenos pulverizadores centrífugos 36
7- Principais caraterísticas dos diferentes tipos de pulverizadores 40
8- Outras técnicas de tratamento das culturas 42
9- A manutenção dos pulverizadores 43
9.1- Cuidados diários gerais 43
9.2- Cuidados quando da mudança de produto 44
9.3- Cuidados a observar no fim de cada campanha 44
10- Normas de segurança relativas aos pulverizadores 44
10.1- Armazenamento do produto 45
10.2- Preparação da calda 45
10.3- Execução dos tratamentos 45
10.4- Situações pós-tratamento 45

BIBLIOGRAFIA 46

INTRODUÇÃO

As plantas encontram-se sujeitas a uma grande quantidade de parasitas e doenças, assim como à concorrência de infestantes, pelo que o seu êxito, qualitativo e económico, se encontra dependente da sua protecção. Em determinadas culturas, nomeadamente em arboricultura, o número de tratamentos é frequentemente superior à dezena pelo que estes têm uma importância decisiva nos custos de produção; sendo a maior parte da fruta consumida em fresco o seu aspecto exterior é determinante para a sua comercialização.

Para proteger eficazmente as produções vegetais é fundamental conhecer os produtos químicos disponíveis no mercado, as condições do meio mais favoráveis à sua aplicação e os equipamentos que permitem a sua aplicação nas doses correctas.

1- Os produtos fitossanitários

O êxito de um tratamento depende da escolha judiciosa dos produtos a utilizar e da forma correcta de manuseamento e aplicação, por forma a atingir, fixar e repartir-se uniformemente no objecto.

As principais informações que o operador necessita saber encontram-se discriminadas na embalagem e relacionam-se com os aspectos técnicos, indicações gerais e toxicológicas. Nas informações técnicas incluem-se as indicações relativas à forma de utilização, as doses de aplicação (autorizadas e preconizadas), as condições de aplicação, o modo de utilização e as precauções necessárias a tomar quando se misturam com outros produtos.

Nas informações gerais indica-se o nome comercial do produto, a sua categoria (herbicida, fungicida, etc.), o tipo de formulação, ou seja, se são aquosas (concentrados para emulsão, suspensões concentradas, concentrados solúveis), ou não aquosas (pós molháveis, pós solúveis), o nome e concentrações da matéria activa e o número de autorização de venda.

As informações toxicológicas referem-se à autorização de venda, que é dada ao produto depois de efectuados vários ensaios toxicológicos e biológicos. Como resultado destes ensaios os produtos são classificados em várias categorias, conforme o perigo a que o utilizador fica sujeito, as quais são indicadas com símbolos normalizadas. Este tipo de informação pode incluir também conselhos relativos à forma de armazenamento e utilização dos produtos, assim como os riscos de poluição.

Na escolha dos produtos e quantidades preconizadas a aplicar em cada situação, indicações fornecidas pelo fabricante, as quantidades de substância activa são geralmente definidas entre dois limites, para que seja possível ajustamentos relativamente à densidade da vegetação, débito da bomba, etc., devendo-se, em caso de dúvida, utilizar-se as doses indicadas pelo limite superior.

As quantidades de pesticidas (doses) podem ser dadas em kg ou L / hl ou kg ou L/ha, referindo-se a primeira indicação geralmente às culturas arbustivas e arbóreas e a segunda às aplicações nas culturas baixas ou solo; quando da preparação da calda é fundamental determinar a concentração correcta no reservatório, para se poder aplicar a dose por hectare pretendida.

Os herbicidas, conforme a sua forma de acção, são considerados como.

- de posição, quando se distribuem no solo, por forma a constituírem uma fina película, obtida com gotas cuja dimensão é de 300 - 500 μm, que actua como uma barreira à germinação das infestantes;
- de contacto, quando actuam queimando a planta na zona de contacto, pelo que a cobertura deve ser bastante grande, o que se consegue com gotas de 200 - 300 μm;
- sistémicos, quando a sua acção se propaga nas infestantes até à sua total destruição, sendo as gotas de tamanho médio - alto, mas com uma concentração de produto adequada.

Relativamente ao volume de água utilizado para aplicar os produtos, Barthélémy (1994), refere que, na aplicação de herbicidas e fungicidas em cereais, utilizando volumes de água de 300, 150 e 75 L/ha, a eficácia biológica da maioria dos produtos foi praticamente igual. Este autor encontrou excepções em algumas especialidades comerciais e em certos modos de acção de matérias activas, nomeadamente nas que actuam por contacto, em que o aumento de volume por hectare melhora geralmente a eficácia, e nas situações em que volumes baixos não permitem uma boa penetração na vegetação (arboricultura); foram encontradas também situações, nomeadamente em herbicidas, em que a diminuição de volume por hectare permitiram um melhor controlo das infestantes.

2- Condições do meio que mais condicionam a realização dos tratamentos

O conhecimento das condições do meio tem como principal objectivo diminuir as perdas para a atmosfera (deriva por volatilização e pelo vento) e solo (escorrimento), por forma a minimizar a poluição ambiental.

Entre os factores do meio que mais interferem com a realização dos tratamentos destacam-se os factores meteorológicos (vento, turbulência, temperatura e humidade), a topografia (exposição, armação do terreno, etc.) e as próprias plantas (formas de condução, aspectos morfológicos, etc.); a não realização dos tratamentos nas horas de maior calor e nos períodos com excesso de vento é determinante para a deposição do produto nas plantas.

3- Meios terrestres utilizados no tratamento das culturas

Os meios terrestres utilizados para tratamento das culturas são fundamentalmente os pulverizadores que devem ser escolhidos em função da cultura a tratar, do produto e dose a aplicar, e encontrarem-se em perfeito estado de funcionamento, por forma a obter-se uma pulverização de boa qualidade, ou seja, uma população de gotículas com caraterísticas dimensionais adaptadas aos factores anteriores (cultura e produtos) e uma distribuição homogénea, aspectos que são fundamentais para o controlo biológico das pragas e doenças.

Para além destes objectivos os pulverizadores devem permitir também, sem afectar a eficiência do tratamento, a redução dos volumes a aplicar por hectare, assim como a diminuição das perdas para o solo e atmosfera.

Relativamente às vantagens proporcionadas pela redução dos volumes a aplicar por hectare destacam-se:

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

Assim, e atendendo a que as reduções dos volumes e as perdas por deriva apresentam soluções opostas, como o demonstra a diminuição da dimensão das gotas e as altas velocidades de translação dos equipamentos, que favorecendo a diminuição dos volumes conduzem a maiores perdas para a atmosfera, é necessário procurar um equilíbrio entre estes dois objectivos, pelo que se aconselha:

- escolher os equipamentos que, para cada situação, utilizem a melhor técnica de aplicação dos pesticidas por forma a reduzir o espectro da população das gotas;
- melhorar os sistemas de transporte, especialmente das gotas mais pequenas, quer através de correntes de ar, quer utilizando cargas eléctricas.

Considerando que a eficiência biológica resultante da redução do volume, mantendo constante a quantidade de substância activa por hectare, apresenta resultados muito diferentes, em alguns casos mesmo contraditórios, não se conhecem, para a maioria das situações, a sua relação com as doenças, pesticidas e plantas; estas diferenças verificam-se principalmente 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.

Assim, e atendendo aos aspectos apresentados aconselha-se a proceder à redução de uma forma gradual, acompanhando-a sempre de estudos rigorosos para cada uma das situações.

Para além dos aspectos relacionados com os equipamentos o tratamento das culturas implica:

- o conhecimento dos estados das culturas mais favoráveis ao tratamento;
- o conhecimento dos parasitas e infestantes;
- escolha das condições climáticas mais adequadas.

Para se proceder à escolha racional dos pulverizadores é fundamental conhecer as caraterísticas gerais dos vários tipos de equipamentos disponíveis, e, para se obter o máximo rendimento, é necessário saber como se regulam e mantêm, pelo que estas notas visam contribuir para um melhor esclarecimento destes aspectos.

4- Principais caraterísticas de uma pulverização.

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

Entre as principais caraterísticas da pulverização destacam-se:

- a cobertura e homogeneidade da área a tratar;
- a dimensão das gotículas;
- a penetração na vegetação;
- o alcance do jato.

4.1- Cobertura e homogeneidade da área a tratar.

A cobertura e homogeneidade da área a tratar é mais ou menos importante conforme o tipo de tratamento que se esteja a realizar. Assim, quando da aplicação de um fungicida de contacto é fundamental que toda a área seja coberta pois estas doenças espalham-se, normalmente, por toda a copa das plantas; existem, no entanto, 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 permite uma diminuição sensível da área de contacto, sem por em causa a eficácia do tratamento.

Relativamente à aplicação de um herbicida 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 várias órgãos de pulverização, é necessário que o seu posicionamento permita cobrir toda a área a tratar e que a distribuição seja homogénea.

Relativamente às culturas baixas a repartição longitudinal e transversal 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, nestas culturas, deve permitir uma sobreposição de dois jatos consecutivos em 50%, sem, no entanto, chocarem, pelo que varia conforme a distância a que os bicos se encontram na rampa e do ângulo de abertura do jato; 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; se a distribuição for homogénea não ficarão faixas húmidas no solo. O aumento da distância da rampa ao solo pode significar aumentos importantes da deriva das gotas, especialmente se estas forem de pequena dimensão.

4.2- Dimensão das gotículas

Quando da pulverização obtêm-se um grande número de gotas de dimensão variável, cuja determinação pode ser feita através de análise de imagem ou recorrendo a raios laser. A importância da dimensão das gotículas advém do facto de quanto menores estas forem maior será a superfície tocada pelo produto, ou seja, por exemplo, dividindo o diâmetro de uma gota por dez a superfície de contacto será dez vezes superior. 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 sendo a dose desta geralmente suficiente ($V_{400} = 4 / 3 * \pi * (d / 2)^3 = 512\ V_{50}$).

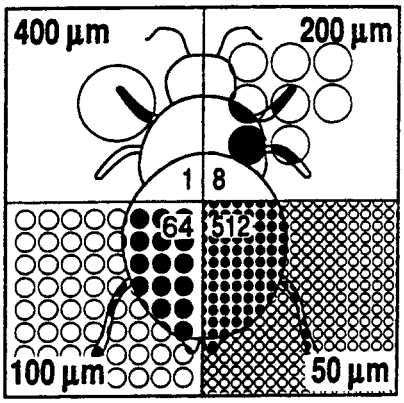


Figura 1- Comparação entre a superfície coberta, para o mesmo volume, com diferentes dimensões de gotículas.
Fonte: Barthélémy (1994)

Supondo que a superfície de contacto da gota é igual à sua secção, um litro de líquido dividido em gotas muito pequenas permite cobrir uma área de várias dezenas de metros quadrados; Planas (1992) considera que a densidade mínima de impactos para aplicação de insecticidas é de 35 - 40 impactos / cm^2, para fungicidas de 70 - 90 e herbicidas de 20 - 30.

Uma densidade elevada de gotículas implica uma redução da sua dimensão pois, caso contrário, dá-se a sua coalescência, com a consequente perda para o solo, sem, no entanto, se atingirem valores muito pequenos que tornam as gotas muito sensíveis à evaporação e deriva. A deriva é medida através do potencial de deriva que é função da fracção do produto que não atinge o objecto pretendido; representando matematicamente, tem-se:

$$\text{Potencial de deriva} = \frac{\text{Quantidade de produto teórico - Quantidade de produto depositado}}{\text{Quantidade de produto teórico}}$$

As gotículas de maior volume têm mais energia cinética, o que faz com que ao atingirem o objecto "estalem", conduzindo à sua fragmentação, sendo as gotas daí resultantes espalhadas pelas

zonas vegetativas imediatas ou mesmo para o solo; Vromandt (1992) considera que as gotas não devem ter diâmetros superiores a 300 μm, para diminuir a tendência de se fragmentarem, quando do choque com os objectos.

Exemplo da repartição, em volume, da pulverização, conforme o diâmetro das gotas, em função da pressão, para bicos de fenda.

Quadro 1- Caraterísticas da pulverização em função da pressão

Tipo de bico	Parte do volume constituído por gotas finas (< 0.15 mm)		Parte do volume constituído por gotas médias (0.15 - 0.45 mm)		Parte do volume por gotas grandes (> 0.45 mm)	
	1 bar	4 bar	1 bar	4 bar	1 bar	4 bar
Pequenos	3%	8.3%	57%	79.3%	40%	12.4%
Grandes	1.7%	4.5%	32.3%	41.5%	66%	54%

Fonte: Mussilami, S. (1982).

Como se pode constatar o aumento de pressão conduz ao aumento de gotas pequenas e médias e à diminuição de gotas grandes; as gotas finas, devido à sua sensibilidade ao vento têm uma trajectória bastante aleatória, a não ser que sejam transportadas em correntes de ar, e as grandes têm tendência a escorrerem para o solo.

4.3- Penetração da calda

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 plantas pode-se efectuar utilizando folhas de papel hidrosensível estrategicamente distribuídas naquela. O estudo do trajecto das gotas, assim como o seu ângulo de impacto, pode ser feito utilizando fotografias de película de alta velocidade que depois são passadas em câmara lenta.

4.4- Alcance do jato

O alcance do jato é particularmente importante para as culturas altas para se poder atingir totalmente a copa das árvores. Este objectivo ou é conseguido com gotas de elevada energia cinética ou, então, 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-se encontrar junto da vegetação a atingir; estas aplicações são designadas por "tratamentos de proximidade".

5- 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;
- pulverizadores térmicos.

5.1- Pulverizadores por pressão

Os pulverizadores por pressão, também designados por hidráulicos, são caracterizados por a pulverização da calda, obtida por intermédio de um bico, ser realizada por pressão do líquido conferida por uma bomba; é a expansão do líquido, sob pressão, para a atmosfera, que produz esta transformação, 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 de jato projetado e jato transportado.

5.1.1- Pulverizadores por pressão de jato projetado

Os pulverizadores por pressão de jato projetado são caracterizados por a calda ser sujeita a pressões que podem chegar aos 40-50 bar, sendo a pulverização hidráulica obtida quando da queda brusca daquela resultante da saída da calda, através dos bicos, para o exterior e o transporte pela energia cinética das gotas. As gotas de menor dimensão têm menos energia pelo que são rapidamente travadas pelo ar sendo pequeno o seu alcance; este tipo de pulverização é utilizado em tratamentos de proximidade; para tratamentos à distância tem de se utilizar uma pulverização mais grosseira.

A utilização deste tipo de pulverizadores é indicada principalmente para aplicação de herbicidas, tratamentos de Inverno e despampa química. Para o primeiro caso são utilizadas rampas próprias, no segundo painéis recuperadores de calda e no terceiro dispositivos especiais que permitem uma pulverização intermitente, apenas na presença das plantas.

Estes pulverizadores têm como principais inconvenientes a fraca penetração das gotas no interior da vegetação, assim como o grande volume de calda que gastam.

5.1.1.1- Constituição genérica de um pulverizador por pressão de jato projetado

Um pulverizador é constituído, principalmente, pelos seguintes elementos:

- reservatório;
- bomba;
- regulador de pressão e distribuidor;
- bicos de pulverização.
- rampa de pulverização

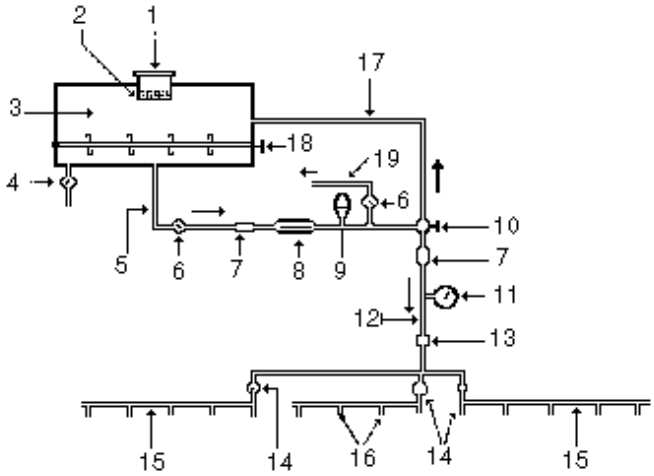


Figura 2- Esquema de funcionamento de um pulverizador de pressão de jato projetado
1- Orifício de enchimento do depósito 2- filtro de rede 3- depósito 4- torneira de esvaziamento 5- tubagem de aspiração 6- torneiras reguláveis para o enchimento do depósito 7- filtros 8- bomba 9- amortecedor de ar 10- 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.
Fonte: CEMAGREF (1982)

5.1.1.1.1- Reservatório ou depósito

Este elemento destina-se a conter a calda, podendo ser fabricado em diferentes materiais, embora, hoje em dia, seja o plástico que predomina. A sua capacidade varia de 10-15 até aos 4000 litros, para os pulverizadores de dorso e rebocados respectivamente.

Para além da sua capacidade os depósitos devem ter como principais caraterísticas a ausência de esquinas, para facilitar a sua limpeza e evitar acumulações de calda, a facilidade de enchimento e limpeza, superfície interior lisa, para impedir a aderência dos produtos, o comando para abertura do orifício para remoção da calda não utilizada de fácil acesso, etc..

A utilização de reservatórios diferentes para o pesticida e água evita a necessidade da sua mistura prévia; a mistura naqueles casos é efectuada por injecção directa numa câmara de mistura colocada à saída do doseador do pesticida, o que permite, caso seja necessário, utilizar mais que um produto e recuperá-los, caso não seja todo gasto.

Relativamente à escolha da capacidade do reservatório, que condiciona, em parte, o tempo de trabalho a pulverizar, deve-se ter em consideração os seguintes aspectos:

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

Considerando que uma parte importante das explorações têm as parcelas bastante dispersa é importante dispor de pontos de água próximos destas, ou dispor de uma cisterna, pois, caso contrário, o pulverizador funciona mais como equipamento de transporte de água.

Como indicação base pode-se dizer que a capacidade mínima do reservatório deve ter em consideração o comprimento da parcela, por forma a realizar-se, pelo menos, um trajecto de ida e volta e como capacidade máxima a permitida pelo tractor utilizado.

5.1.1.1.2- Bomba

A bomba, que transforma a energia mecânica em energia hidráulica, é, sem dúvida, 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 alguma da calda retorne ao depósito. As bombas podem também ser utilizadas para encher, por meio de um hidro - injector, o reservatório; alguns pulverizadores de maior dimensão têm bombas específicas para agitação da calda e enchimento do reservatório.

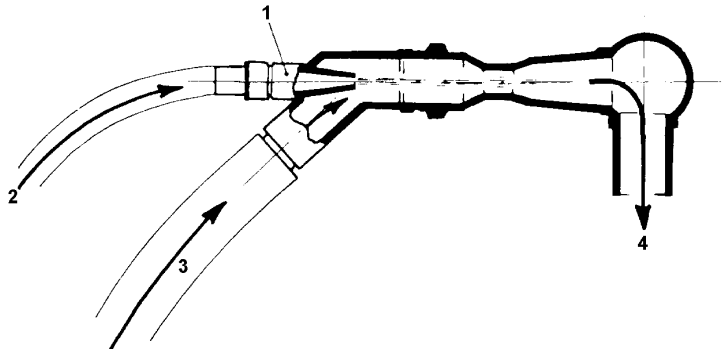


Figura 3- Esquema de um hidroinjetor
1- Difusor 2- Líquido proveniente da bomba 3- Aspiração do líquido 4- Ligação ao reservatório
Fonte: Mussilami (1982)

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

Relativamente ao volume movimentado em cada ciclo de funcionamento as bombas classificam-se em volumétricas e centrífugas; nas volumétricas, de movimento rectilíneo alternativo ou de movimento rotativo, o volume de calda em cada ciclo de funcionamento é sempre o mesmo mas a pressão é descontínua, e nas centrífugas (não volumétricas) a calda penetra livremente num impulsor, sendo projectada de seguida, sob pressão, para a periferia por acção da força centrífuga, que varia em função do regime. As bombas centrífugas podem atingir débitos bastante elevados (> 500 L / min) mas a pressão é reduzida (< 4 bar).

Relativamente aos tipos de bombas as volumétricas, para os pulverizadores accionados pelos tractores, são as mais utilizadas nos pulverizadores hidráulicos, especialmente as seguintes:

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

5.1.1.1.2.1- Bomba de êmbolos

É uma bomba volumétrica que pode atingir uma pressão máxima de 70 - 80 bar, sendo o escoamento assegurados 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.

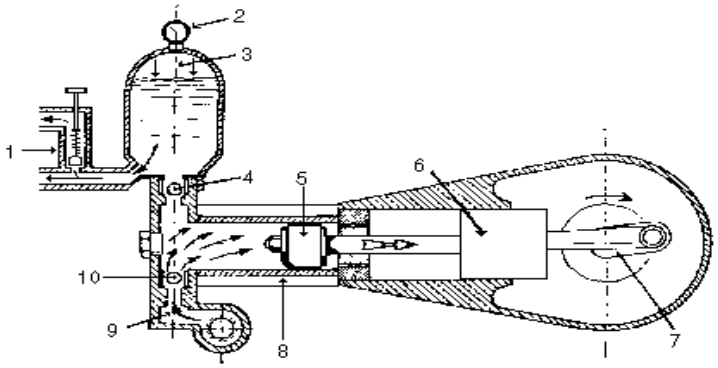


Figura 4- Corte esquemático de uma bomba de êmbolo
1- Regulador de pressão 2- manómetro 3- amortecedor de ar 4- válvula de retenção 5- êmbolo 6- guia do êmbolo 7- cambota 8- cilindro 9- tubagem de aspiração 10- válvula de retenção.
Fonte: CEMAGREF (1982)

5.1.1.1.2.2- Bomba de êmbolo - membrana

Bomba em que a deformação de uma membrana, assegurada pelo movimento alternativo de um êmbolo que provoca a aspiração e saída da calda, permite atingir a pressão máxima 25-30 bar.

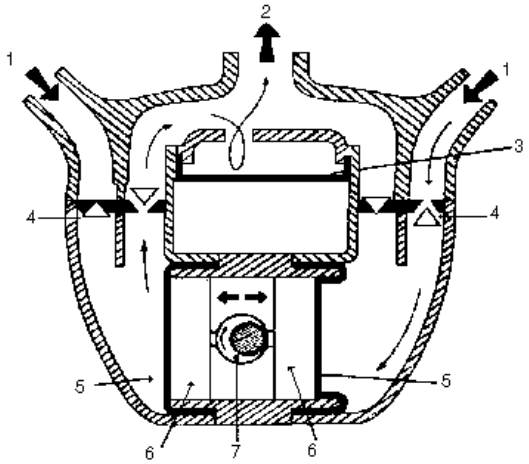


Figura 5- Corte esquemático de uma bomba de êmbolo - membrana
1- Aspiração 2- elevação 3- amortecedor 4- válvula 5- membrana 6- êmbolo 7- excêntrico
Fonte: CEMAGREF (1982)

Relativamente à escolha do tipo e débito da bomba deve ter em consideração a sua simplicidade, robustez, facilidade de reparação e resistência à corrosão, e ter um débito que permita

obter o volume por hectare desejado, mais 10 % para fazer face à diminuição das suas prestações, mais 10 % para retorno ao reservatório no caso da agitação da calda ser hidráulica.

5.1.1.1.3- Regulador de pressão, manómetro e distribuidor

O 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 caraterísticas da pulverização. É este um dos elemento que condiciona a quantidade de calda que vem para o exterior, fazendo com que a restante, debitada pela bomba, seja conduzida para o reservatório; junto do regulador encontra-se um manómetro que indica a pressão de funcionamento. 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. A regulação do débito é efectuada acumulando-se a calda comprimida pela pressão do ar (amortecedores de ar) sendo libertada quando as válvulas de retenção da bomba se fecham situação em que baixa a pressão nas condutas.

O 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..

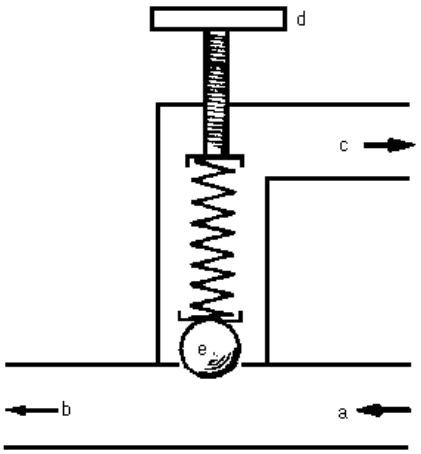


Figura 6- Principio de funcionamento de um regulador de pressão
a- calda proveniente da bomba b- calda para a rampa c- retorno d- regulação da pressão e- válvula
Fonte: CEMAGREF (1982)

5.1.1.1.4- 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, consequentemente, a sua pulverização. Geralmente as pastilhas são facilmente intermutáveis, para que, pela sua substituição, seja fácil regular o débito.

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

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

conduz 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; 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;
- de espelho.

5.1.1.1.4.1- Bico de turbulência

Os bicos 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. O primeiro confere à calda um movimento turbilhonar, que permite obter um jato cónico, e a variação da segunda altera o diâmetro desse mesmo jato. Este tipo de bicos são, sem dúvida, os mais utilizados para aplicação de fungicidas nas vinhas e pomares.

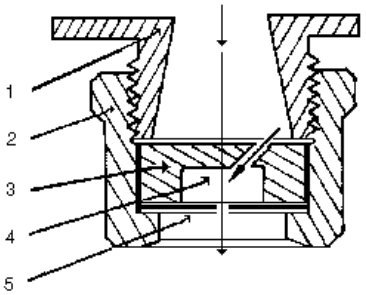


Figura 7- Corte esquemático de um bico de câmara de turbulência.
1- Corpo 2- porca de fixação 3- repartidor 4- câmara de turbulência 5- pastilha
Fonte: CEMAGREF (1982)

5.1.1.1.4.2- Bico de fenda

Os bicos de fenda ou de jato em leque, são caracterizados por o orifício ter uma secção rectangular que faz com que o jato 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.

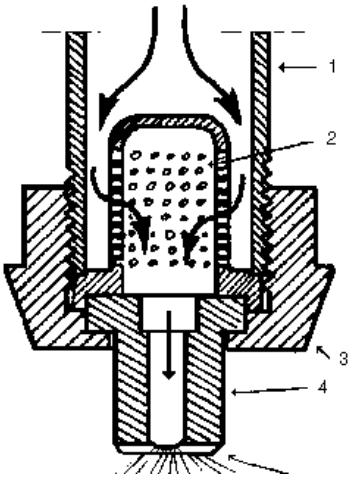


Figura 8- Corte esquemático de um bico de fenda
1- Corpo 2- filtro 3- porca de fixação 4- pastilha de fenda 5- fenda
Fonte: CEMAGREF (1982)

Os bicos de fenda apresentam ângulos nominais que variam entre os 60 e 110º, sendo as gotas destes últimos, mantendo os débitos, mais pequenas, e os débitos determinados a uma pressão de referência de 3 bar (Lecocq, 1989); um bico 8004 tem um jato com um ângulo de 80º e um débito de 4 L / min àquela pressão.

5.1.1.1.4.3- 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.

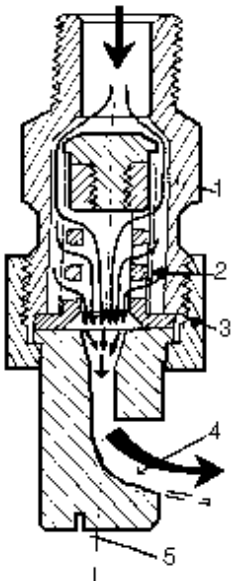


Figura 9- Corte esquemático de um bico de espelho
1- corpo 2- filtro 3- porca de fixação 4- espelho 5- ranhura para orientação
Fonte: CEMAGREF (1982)

Para além do tipo de bico existem outros factores que condicionam a dimensão das gotas, nomeadamente:

- o ângulo do jato pois, quanto maior for este menor é o diâmetro das gotas;
- a dimensão do orifício, quanto maior for estes maiores serão as gotas;
- a pressão no bico, quanto maior esta for menores serão as gotas (ver quadro 1).

Comparando o diâmetro das gotas em função do tipo de bico tem-se:

Quadro 2 - 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 110º	300
fenda de 80º	400
espelho	650

Fonte: Barthélémy (1994)
(*) DVM é o diâmetro da gota cujo volume é a média aritmética dos volumes de todas as gotas de uma população

5.1.1.1.5- 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, 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 semi-circular.

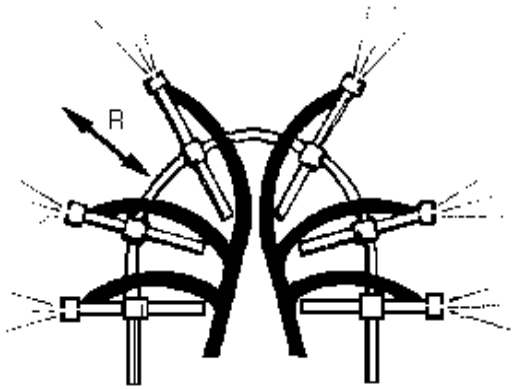


Figura 10- Esquema de uma rampa semi - circular
Fonte: CEMAGREF (1982)

Relativamente à escolha da largura da rampa para as culturas baixas, que condiciona o tempo de pulverização, aquela deve ter em consideração a capacidade do reservatório, o tipo de pulverização e a largura dos semeadores, especialmente na sementeira dos cereais.

Para além destes elementos o material em que são fabricadas, o sistema para arrumar os segmentos da rampa, o sistema de regulação da altura, etc., também são importantes para escolha de uma rampa. A escolha do tipo de suspensão das rampas utilizadas nas culturas baixas condiciona, de uma forma significativa, a repartição longitudinal e lateral da calda. Comparando a sua importância com a de outros factores tem-se:

Quadro 3- Influência de diferentes componentes de um pulverizador e das condições de utilização sobre a repartição da calda

Repartição	Suspensão da rampa	Regulação	Bicos	Vento	Velocidade do pulverizador
Lateral	***	*	***	**	*
Longitudinal	**	***	*	***	*

* - Influência fraca ** - Influência forte *** - Influência muito forte
Fonte: Boisgontier (1990)

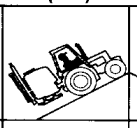
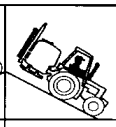
5.1.1.1.6- Os sistemas de regulação dos pulverizadores hidráulicos

Os sistemas de regulação dos pulverizadores permitem obter um compromisso entre a manutenção das caraterísticas das gotas mas alterando o volume aplicado por hectare, se a velocidade de deslocamento varia, ou manter o volume por hectare, mas alterando as caraterísticas das gotas.

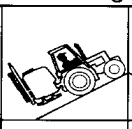
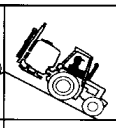
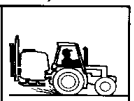
Assim, o sistema de regulação deve ser escolhido em função das condições de utilização, ou seja, se a velocidade se mantiver ± constante, quando o tractor não patina, o sistema de regulação de pressão constante é suficiente, mas, para situações de velocidade variável o sistema de regulação de débito proporcional é o mais indicado.

Ilustrando os diferentes tipos de regulação tem-se:

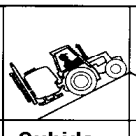
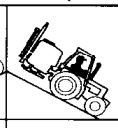
Pressão constante (PC)

			
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)

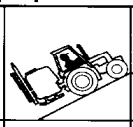
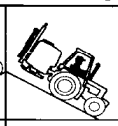
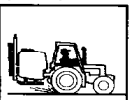
			
Terreno	Subida	Descida	Patinar
Regime motor	↘	↗	→
Velocidade	↘	↗	↘
Débito (l/min)	→	→	→
Volume (l/ha)	↗	↘	↗
Pressão	→	→	→
s.a./ ha	→	→	→
Resultado	Dose =	Dose =	Dose =

Figura 11- Efeitos comparativos dos diferentes princípios de regulação
Fonte: Boisgontier (1990)

Assim a regulação nos pulverizadores de pressão constante tem como objectivo obter as doses necessárias para combater as doenças ou infestantes das culturas; doses superiores às necessárias, para além de aumentarem os custos da operação, podem provocar fito toxicidade das plantas e do meio ambiente e doses inferiores tornam o tratamento ineficaz.

Para aplicação dos produtos, os pulverizadores devem estar bem regulados e mantidos, para que:

- o volume de pesticida aplicado corresponda exactamente ao volume escolhido;
- o produto seja depositado onde é necessário e de uma forma homogénea.

A observação destas condições, desde que o equipamento esteja adaptado à cultura, permite ter o material permanentemente operacional e pronto a ser utilizado em qualquer altura.

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

- o estado geral do mesmo, nomeadamente as condutas da calda e ar e das 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 estar compreendido entre 0.6 a 0.8 da pressão de trabalho.

Para proceder à regulação de um pulverizador de pressão constante, depois de efectuadas as operações prévias mencionadas, deve-se ter em atenção o seguinte:

- 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 factores anteriores fixos e tendo em conta a largura de trabalho do equipamento (L), em m, calcula-se o débito do pulverizador (Dc), em L / min, que é necessário obter.

Assim, mediante a fórmula:

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

é possível calcular o débito por minuto, que é necessário para se conseguir o volume por hectare desejado; 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.

Exemplo:

Q = 500 l;
L = 2 m;
v = 3.6 km / h
D (L / min) = 500 * 3.6 * 2 / 600
= 6 L / min

Assim, para se distribuírem 500 L/ha, é necessário escolher nas tabelas do construtor o calibre dos bicos e pressão de funcionamento que permitem obter o volume por hectare desejado, tendo em consideração a velocidade escolhida e a largura de trabalho.

O débito real do pulverizador pode ser obtido com a realização de um ensaio em branco, que, para o caso das vinhas, com diferentes tipos de instalação e entrelinhas, pode-se utilizar a seguinte metodologia:

Quadro 4- Comprimento dos ensaios em branco, em metros (Área padrão 50 m^2):

	Vinhas contínuas	Vinhas contínuas	Vinhas em patamares	Vinhas em patamares
Compassos (m)	1 lado	2 lados	1 lado	2 lados
1,8	55,56	27,78	27,78	13,90
1,9	52,63	26,32	26,32	13,20
2,0	50,00	25,00	25,00	12,50
2,1	47,62	23,81	23,81	11,90
2,2	45,45	22,73	22,73	11,40

Conforme o valor encontrado no ensaio em branco (50 m^2), vê-se qual o valor por hectare correspondente; para um valor obtido de 2.5 l, tem-se:

L/ha = 2.5 * 10000 / 50

= 500 L/ha

À semelhança do que foi dito anteriormente para se obter o débito real igual ao calculado deve-se utilizar o calibre dos bicos e a pressão do líquido correspondente.

5.1.1.1.6.1- Escolha e verificação dos bicos

A escolha dos bicos faz-se tendo em atenção as pressões de funcionamento normalmente aconselhadas, e por forma a obter-se o valor de débito desejado.

As pressões de funcionamento, em bar, dos diferentes bicos, são definidas em função do tipo de tratamento, directamente relacionado com o número de gotas, pois pressões baixas conduzem a gotas de grandes dimensões, que têm tendência a escorrer para o solo, e as pressões mais altas permitem obter um maior número de impactos, gotas mais pequenas, e uma repartição mais homogénea.

A gama de pressões normalmente indicadas para os diferentes tipo de bicos são as seguintes:

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.

Assim, com as tabelas fornecidas pelos fabricantes, onde são apresentados os débitos, em L / min, em função da pressão, para cada tipo de bico, selecciona-se o calibre e a pressão necessária, dentro dos limites apresentados, para obter os valores desejados. A variação da pressão implica variações no tamanho das gotículas pelo que se deve ter em consideração o tipo de tratamento a realizar; quando a sua influência se torna negativa é preferível mudar de calibre.

Relativamente às aplicações dos diferentes bicos elas são fundamentalmente as seguintes:

- 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, especialmente em viticultura e arboricultura, como, por exemplo, a aplicação de fungicidas e insecticidas;
- bicos de filetes para a distribuição de adubos líquidos;
- bicos de espelho para a distribuição de adubos líquidos em suspensão.

Com a verificação dos bicos pretende-se:

- certificar-se se todos os bicos são do mesmo tipo, ângulo e calibre, pois, 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.

Para se realizar esta ultima operação é necessário recolher água, durante um determinado tempo, de cada bico e comparar os volumes obtidos em cada um deles. Caso as diferenças sejam superiores a 10 % tem de se verificar:

- o estado dos bicos, se estão limpos e ou gastos;
- o estado de limpeza dos filtros dos bicos e das rampas;
- o estado das mangueiras.

5.1.1.1.6.2- Determinação da velocidade de trabalho

A velocidade de trabalho deve ser determinada em condições tanto quanto possível semelhantes aquelas em que o tractor vai trabalhar, não se devendo utilizar as indicações do fabricante, pois estas não consideram o eventual desgaste dos pneus, ou mesmo a sua dimensão, a taxa de carga, o nível de escorregamento, etc..

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:

$$v = 3.6 * L / t$$

Exemplo:

L = 100 m;
t = 100 s;
v (km / h) = 3.6 * 100 / 100
= 3.6 km / h

A variação da velocidade, com os pulverizadores de débito constante, implica variações do débito em sentido contrário.

5.1.1.1.6.3- Determinação do débito da 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 litros, necessário para repor o nível inicial.

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

$$D_b = q / t$$

O valor assim 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 activa.

O volume do retorno para que se verifique uma boa homogeneização da calda deve ser cerca de 5% do volume do reservatório, desde que este tenha uma capacidade inferior a 500 l, e de 10% para valores superiores.

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

A medição do débito real do pulverizador e do retorno deve ser realizada com os bicos que se vão utilizar e repetida sempre que se altere a pressão de funcionamento.

A realização desta operação consiste no seguinte:

- 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:

$$D_r = q / t$$

e o de retorno (Da) por:

$$D_a = D_b - D_r$$

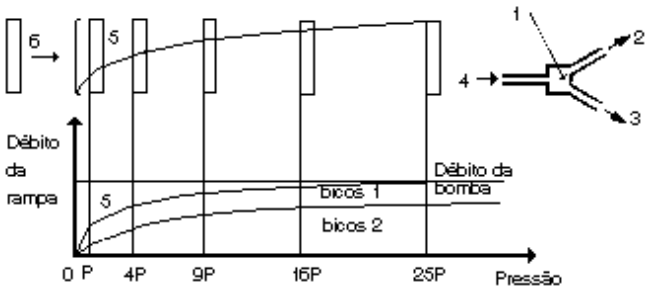


Figura 12- Principio da regulação de pressão
1- Regulador 2- retorno 3- rampa 4- saídas 5- retorno 6- débito da bomba
Fonte: CEMAGREF (1982)

Para além do débito real do pulverizador é fundamental verificar o débito de cada bico, particularmente importante nas rampas de grande dimensão para tratamento de culturas baixas, para o qual se podem utilizar provetas graduadas que se colocam sob cada um deles, colocando-as depois lado a lado, sobre uma superfície horizontal, para comparação dos volumes obtidos. Variações superiores a 10 %, relativas ao débito dos bicos novos, devem ser corrigidas mediante a sua substituição, e não por variação da pressão de funcionamento pois esta altera as caraterísticas da pulverização; volumes superiores aos originais significam geralmente bicos usados e volumes inferiores que estão parcialmente entupidos.

A utilização de um banco de controlo semelhante ao existente na UTAD permite determinar, de uma forma expedita, a distribuição da calda nas rampas de pulverização de culturas baixas; a

uniformidade da distribuição depende da distância da rampa ao solo, da inclinação dos bicos, do seu não entupimento, sua orientação, etc..

A caracterização dimensional das gotas nestas rampas assim como o número de impactos por unidade de área, pode ser efectuada colocando uma faixa de papel hidrosensível, com um comprimento semelhante ao daquela, e fazendo passar o pulverizador sobre aquela. O papel hidrosensível é também utilizado para controlar a penetração e repartição da calda no interior da vegetação.

5.1.1.1.6.5- Ajustamento do débito real de pulverização

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

Assim, 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:

$$P_2 = P_1 * (D_c / D_r)^2$$

em que:

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

Exemplo:

- débito calculado para distribuir 500 L/ha, a 3.6 km / h, numa largura de trabalho de 2 m:

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

- bicos escolhidos, para distribuir 500 L/ha, com uma pressão de 2.5 bar;
- pressão no manómetro - 2.5 bar;
- débito real medido - 5 L / min;
- nova pressão de funcionamento:

$$P_2 = 2.5 * (6 * 6) / (5 * 5)$$
$$P_2 = 3.6 \text{ bar}$$

que será a pressão de funcionamento necessária para se obter o débito desejado.

5.1.2- Pulverizadores por pressão de jato transportado

Os pulverizadores por pressão de jato transportado efetuam a pulverização hidráulica da mesma forma que os anteriores, sendo, no entanto, o transporte das gotículas assegurado por uma corrente de ar, que, quando 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 no jato projetado, pois o seu transporte depende fundamentalmente das correntes de ar, sendo o seu alcance superior ao obtido por jato projetado, permitindo assim fazer tratamentos à distância; Vromandt (1992) considera que o diâmetro destas gotas não devem, no entanto, ser inferiores a 100 μm.

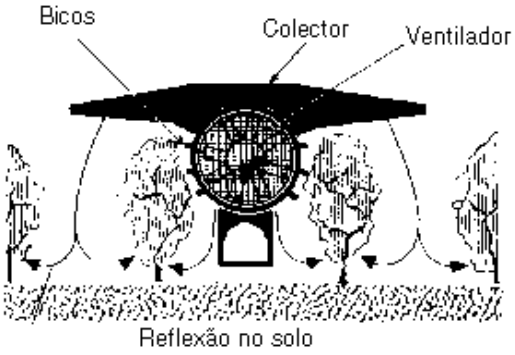


Figura 13- Pulverizador de pressão de jato transportado
Fonte: BP (1978)

As correntes de ar são originadas por um ventilador, podendo as suas trajectórias serem paralelas, radiais ou tangenciais ao eixo de rotação deste, tendo assim os pulverizadores de ventilador axial, radial ou tangencial.

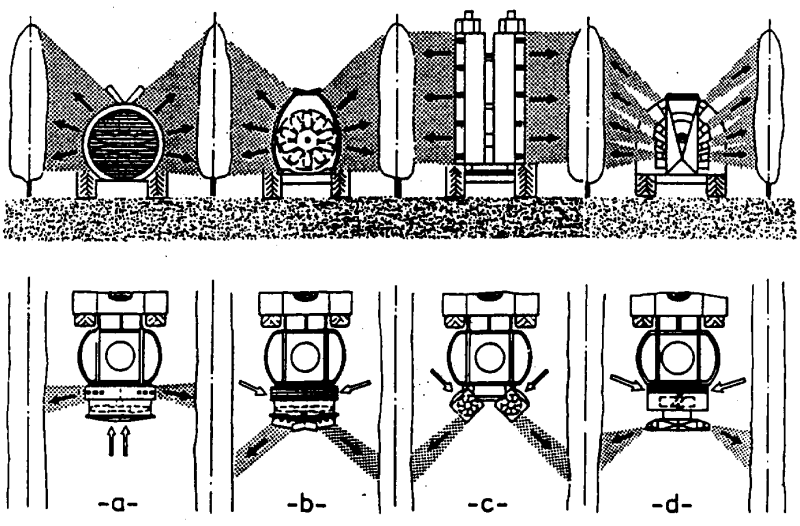


Figura 14- Representação de diferentes tipos de ventiladores
a- Ventilador axial, com entrada de ar posterior b- Ventilador axial, com entrada de ar anterior c- Ventilador tangencial d- Ventilador radial
Fonte: Achilles, A. (1989)

Os ventiladores axiais (helicoidais), que aspiram e impulsionam o ar axialmente, ou seja, paralelamente ao eixo de rotação, têm um deflector na parte anterior que faz com que a trajectória de saída do ar seja perpendicular ao eixo; este deflector, que é basicamente um disco, limita a saída do ar segundo um sector de ± 240°. Estes ventiladores podem ser de fluxo de ar contínuo ou apresentarem deflectores designando-se então os pulverizadores por convencionais ou de jatos dirigidos, respetivamente.

Os ventiladores radiais (centrífugos) são caracterizados por as palhetas criarem uma corrente de ar radial, perpendicular ao eixo de rotação, e os tangenciais por a corrente de ar ser projectada tangencialmente ao ventilador; os ventiladores na maioria dos pulverizadores podem ser desligados funcionando então este como jato projetado.

A energia da corrente de ar (E_a) proveniente do ventilador, em função do débito de calda, é determinada por:

$$E_a = \frac{Q_a * d_a * v_a^2}{60 * q * n}$$

em que:

- Q_a é o caudal de ar, em m^3 / h;
- q débito do líquido de um bico, em L / min;
- n número de bicos;
- d_a densidade do ar;
- v_a velocidade do ar, em m / s.

Como se pode observar na equação o caudal de ar e sua velocidade variam proporcionalmente à energia, pelo que, para um mesmo valor desta, quando se aumenta duas vezes a velocidade do ar a sua massa é dividida por 4 (Musillami, 1982)

Para um dado valor de energia, factor importante para o utilizador, pode-se obter um caudal de ar pequeno com grande velocidade (pequena secção de saída do ar), ou um caudal grande mas com baixa velocidade (grande secção de saída do ar); a primeira alternativa é utilizada nos pulverizadores pneumáticos, ver ponto 5.2, e a segunda nos pulverizadores por pressão de jato transportado. Matthews (1979) considera que grandes volumes de ar a baixa velocidade permitem melhorar a penetração das gotículas no interior das copas.

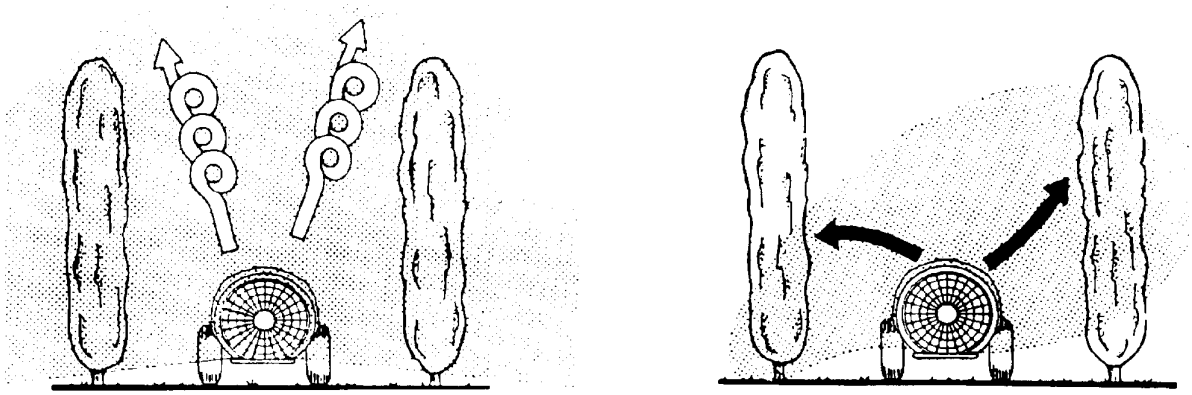


Figura 15- Esquema de distribuição de ar num pulverizador de jato transportado com ventilador axial convencional
Fonte: Moya (1992)

Relativamente à determinação do caudal de ar este é dado por:

$$Q_a = v_a * S_a * 3600$$

em que:

- Q_a é o caudal de ar, em m^3 / h;
- S_a é a secção de saída do ar, em m^2;

Para o accionamento do ventilador, Planas (1987), propõe a seguinte expressão para a sua determinação:

$$N = Q_a * v_a^2 * \frac{\rho_a}{2g}$$

em que:

- N é a potência, em watts;
- ρ_a é a massa volúmica do ar, em kg / m^3 (± 11.812);
- g é a constante da gravidade, em m / s^2 (± 9.807).

Para regulação dos ventiladores, que é dos elementos mais importantes dos pulverizadores, é necessário começar por escolher, caso esteja disponível, a relação de multiplicação que permita uma velocidade óptima de saída, que para a vinha e arboricultura está geralmente compreendida entre os 5 - 40 m / s; velocidades inferiores não permitem geralmente o transporte correcto das gotas e uma velocidade excessiva para além de propiciar a deriva pode provocar danos físicos nas plantas, especialmente nas partes jovens.

Comparando os dois tipos de ventiladores axiais, contínuos e com fluxos de ar dirigidos, Barrufet (1992), conclui que com este último tipo a distribuição, em árvores bastante altas (4 - 5 m), é

mais uniforme, pois com ventiladores contínuos tanto as partes baixas como as altas são insuficientemente tratadas.

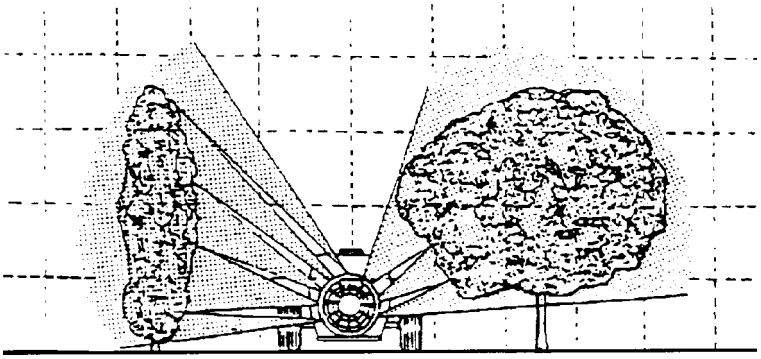


Figura 16- Representação da distribuição dos cones de pulverização por forma a evitar-se a sua sobreposição.
Fonte: Moya (1992)

Relativamente à determinação do caudal de ar necessário este é dado por:

$$Q_a = \frac{1000 * v_a * L * h}{k}$$

em que:

- Q_a é o caudal do ar, em m^3 / h;
- v_a é a velocidade do ar, em km / h;
- L largura de trabalho, em m;
- h a altura da vegetação, em m;
- k coeficiente a dimensional, função do trajeto do ar no interior da copa.

O valor de k para as fruteiras está compreendido entre 2 e 3, variando o seu valor em função da tendência para a deriva e da uniformidade da distribuição do produto na vegetação (Planas, 1992).

Depois de determinadas as necessidades do ar, e, caso seja possível, é necessário regular o regime do ventilador e posição das palhetas, por forma a adaptar o caudal e velocidade às caraterísticas volumétricas das plantações. A disposição e orientação dos bicos e condutas ou deflectores de ar, é função do tipo e formação da copa, seu volume, etc., tendo como objectivo último a repartição homogénea da calda em toda a vegetação.

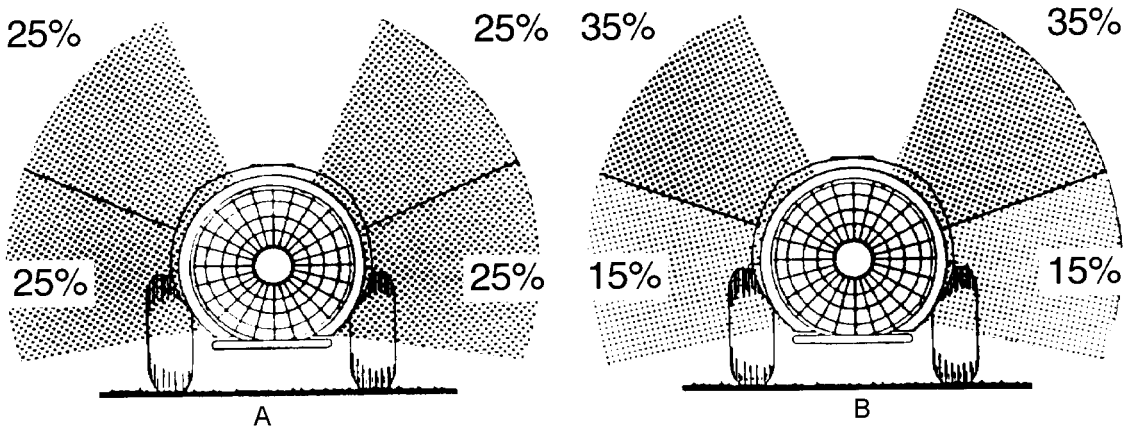


Figura 17- Representação da distribuição de calda em fruteiras pequenas (A <3 m) e grandes (B >3 m).
Fonte: Moya (1992)

As gotículas obtidas por pressão hidráulica, devido ao seu espectro ser bastante lato, faz com que as gotas maiores, devido à sua elevada energia cinética, tenham tendência a depositarem-se na periferia das copas e as gotas mais pequenas no seu interior.

5.2- Pulverizadores pneumáticos

O princípio de funcionamento dos pulverizadores pneumáticos (atomizadores) consiste no choque de um filete de calda com uma corrente de ar de grande velocidade, resultando daí a pulverização daquele; conforme o tipo de condutas de saída do ar - calda estes equipamentos podem ser utilizados para tratamentos de proximidade ou à distância, embora a vinha seja a cultura em que este tipo de equipamentos 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 caraterísticas da calda, nomeadamente a tensão superficial, viscosidade e densidade condicionam também a pulverização. O objectivo principal deste tipo de pulverização é obter-se uma pulverização muito intensa, o que permite uma maior superfície de cobertura, tendo, no entanto, 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.

Existem pulverizadores pneumáticos em que a corrente de ar é obtida com um compressor, à semelhança do que se verifica com as pistolas de pintura dos automóveis, e que são utilizados em tratamentos de proximidade.

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.

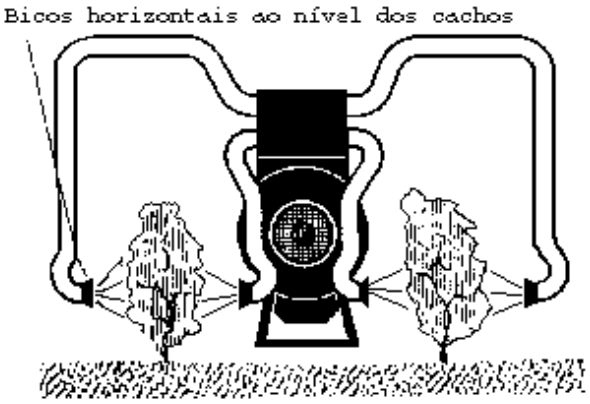


Figura 18- Pulverizador pneumático utilizado no tratamento das duas faces dos bardos
Fonte: BP (1978)

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

5.2.1- Constituição genérica de um pulverizador pneumático

Os pulverizadores pneumáticos, que têm circuitos independentes para a calda e ar, para além de alguns dos elementos referidos nos pulverizadores hidráulicos, têm um ventilador centrífugo e as condutas do ar.

5.2.1.1- Ventiladores

O ventilador, do tipo centrífugo, é o elemento que fornece a energia necessária para a pulverização da calda e transporte das gotas; este tipo de ventilador permite obter uma corrente de ar com grande velocidade, fundamental para a pulverização da calda, mas com baixo caudal, pelo que as condutas devem-se orientar para as zonas a tratar e ficarem o mais próximo destas, pois só assim se consegue uma boa penetração na vegetação.

Relativamente à sua constituição, semelhante a uma bomba centrífuga convencional, tem um cárter no interior do qual está a turbina, cujas palhetas, em número variável, criam uma corrente de ar radial; devido à necessidade de se obter uma velocidade bastante elevada da corrente de ar são montados sistemas multiplicadores, geralmente tambores de gornes, de regime na transmissão.

O cárter apresenta um orifício central, geralmente protegido por uma grelha, por onde se faz a aspiração do ar e uma ou mais saídas onde se ligam as condutas do ar; este, depois de aspirado, passa entre as pás e é projetado para a periferia. Em alguns atomizadores pode aparecer uma

conduta para ligação do cárter do ventilador ao reservatório da calda por forma a que esta fique sob uma ligeira pressão.

Relativamente ao funcionamento este baseia-se na depressão causada pelo rotor ao nível do seu eixo, o que provoca a entrada de ar pelo orifício de admissão do cárter, sendo depois projetado tangencialmente pelas palhetas. A quantidade de energia potencial (pressão) produzida pela velocidade do ventilador depende fundamentalmente da forma e número de palhetas; a inclinação destas para a frente permitem obter pressões elevadas embora o seu rendimento seja baixo, e a inclinação para trás conduz a baixas pressões mas elevados rendimentos.

5.2.1.2- Condutas de ar

As condutas de ar permitem direccionar a corrente produzida pelo ventilador por forma a conduzir as gotículas até ao objecto.

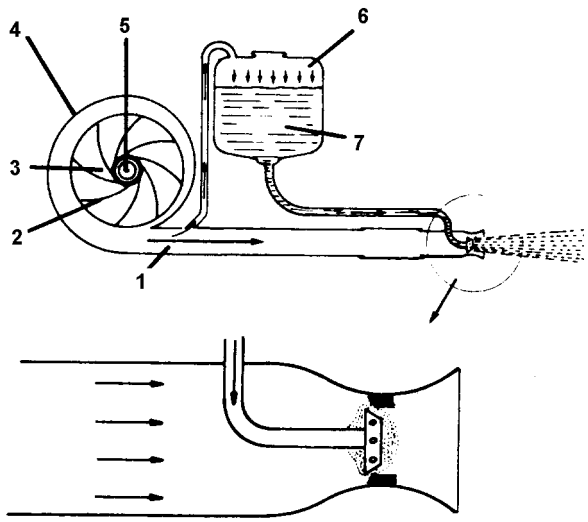


Figura 19- Representação de um pulverizador pneumático
1- Saída do ar do ventilador 2- Palheta 3- Ventilador 4- Carter 5- Orifício de aspiração do ar 6- Pressão do ar 7- Calda
Fonte: Mussilami (1982)

Relativamente às formas como as condutas estão reunidas estas variam muito pois podem estar isoladas ou agrupadas nas formas mais variadas, geralmente designadas por mãos, ou mesmo um mistos das duas; existindo mais que uma saída de calda ou apresentando-se esta sob a forma de filme, a área de contacto com a corrente de ar aumenta permitindo uma melhor pulverização.

A presença do cone de Venturi, para além de aumentar a velocidade do ar, embora com perdas de carga, permite criar uma turbulência e consequente depressão facilitando assim a aspiração da calda; esta não é geralmente suficiente para manter o escoamento pelo que uma parte do ar do ventilador é conduzido para o reservatório por forma a pressionar-se a superfície da calda. Depois de passar a zona estrangulada as condutas de ar retomam a sua secção inicial por forma a

reduzir ao mínimo as perdas de carga; as condutas de ar de grande dimensão designam-se genericamente por canhões.

As condutas de ar são orientáveis e reguláveis em altura podendo, nos equipamentos maiores, proceder-se ao seu ajustamento hidráulico ou mesmo com motores eléctricos, do banco do operador; nas culturas arbóreas de grande altura, e no caso dos canhões, é necessário estar permanentemente a alterar a direção do jato para pulverizar toda a copa.

Na presença de mais que um conjunto de saídas de ar (mãos) é fundamental colocá-las à distância do alvo que permita uma distribuição regular da calda quer em altura quer em profundidade sem, no entanto, a velocidade do ar danificar a cultura; esta solução é bastante utilizada nas vinhas e fruteiras de pequena altura (< 3 m), devendo a regulação ser efectuada no campo em função da largura das linhas e estado vegetativo das plantas. Com entrelinhas semelhantes à maioria das vinhas (± 2 m) para se obter uma distribuição regular da calda na parede da vegetação é necessário fazer incidir o jato para trás segundo um dado ângulo; esta inclinação permite igualmente reduzir a velocidade do ar na parede da vegetação, pois uma velocidade elevada provoca aí a formação de um ecrã que dificulta a penetração das gotículas.

5.2.2- Regulação dos débitos nos pulverizadores pneumáticos

Para além dos aspectos comuns relativos aos pulverizadores por pressão a regulação nos pulverizadores pneumáticos, nomeadamente do seu débito, pode ser efectuada de diferentes formas, como, por exemplo, pela utilização de pastilhas calibradas e torneiras que permitem variações contínuas.

5.2.3- Principais caraterísticas dos pulverizadores pneumáticos

As principais caraterísticas dos pulverizadores pneumáticos prendem-se com o débito da calda e com o débito e velocidade do ar.

Relativamente ao débito da calda este varia, segundo Mussilami (1982), de 1 a 5 - 6 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 conduziriam a uma grande heterogeneidade na distribuição pelos vários bucais.

Relativamente ao débito e velocidade do ar estes são função das caraterísticas do ventilador, ou seja, da sua forma, diâmetro, número e forma das palhetas, etc., d seu regime e das condutas, ou seja, do seu número, forma e dimensão.

Mussilami (1982) refere, para potências de accionamento inferiores a 20 cv, débitos de 0.3 - 2 m^3 / s e velocidades médias de 50 - 100 m / s; na zona de estrangulamento do bucal a velocidade varia de 100 - 150 m / s.

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), o primeiro elemento diminui rapidamente,

diminuição que é função das caraterísticas e regime do ventilador, e que 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 acentuadas da pressão implicam uma pulverização mais grosseira, o que poderia ser contrariado pelo aumento do regime, mas à custa de um aumento da potência de accionamento; esta é proporcional ao cubo do regime de funcionamento (Mussilami, 1982).

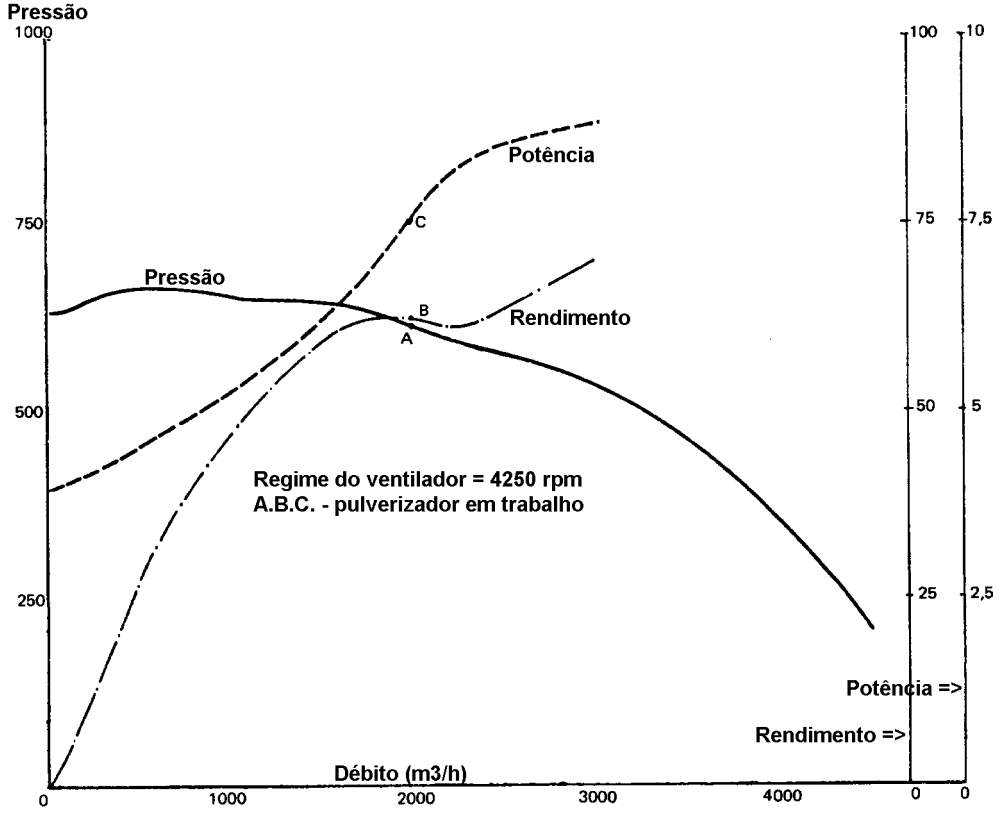


Figura 20- Curvas caraterísticas de um ventilador centrífugo
Fonte: Mussilami (1982)

Comparando os pulverizadores hidráulicos e pneumáticos tem-se:

Quadro 5- Principais diferenças entre os pulverizadores hidráulicos e pneumáticos

Tipo de pulverizadores	Pulverizadores de jato projetado	Pulverizadores de jato 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 - membrana	êmbolo êmbolo - membrana	centrífuga êmbolo - membrana
Turbina		helicoidal	centrífuga
Volume (m^3 / h)		30000	7500
Velocidade do ar (km / h)		200	400
Potência (kW)	2 - 5	7 - 25	11 - 30

Fonte: Leppert, B. (1985).

Os dois tipos de pulverizadores apresentados são, sem dúvida, os mais utilizados nas explorações vitícolas e frutícolas, pois apresentam uma tecnologia bem conhecida e conduzem a resultados, quando bem utilizados, satisfatórios; Moya (1992) obteve resultados, em termos de deposição de produto em árvores de fruto, inferiores a 30 % do total aplicado, com pulverizadores de jato transportado deficientemente utilizados.

Os pulverizadores pneumáticos, devido às caraterísticas 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.

5.3- Pulverizadores centrífugos

Os pulverizadores centrífugos 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; inicialmente os bicos eram colocados na horizontal, mas esta posição tem vindo a ser preterida, devido à tendência que se verifica para a deriva, sendo a tendência para a sua colocação na vertical.

Nos equipamentos com vários bicos rotativos, exemplo das rampas, o accionamento daqueles é geralmente efectuado hidráulica ou electricamente sendo o débito obtido com uma pequena bomba; o ângulo do jato é de ± 140º.

À semelhança dos pulverizadores hidráulicos a pulverização neste tipo de equipamento também é mecânica, podendo também serem de jato projetado ou transportado; no primeiro caso o transporte é assegurado pela força centrífuga, segundo trajectórias tangenciais aos bicos rotativos, e nos de jato transportado há um ventilador que cria uma corrente de ar que assegura o transporte das gotas.

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.

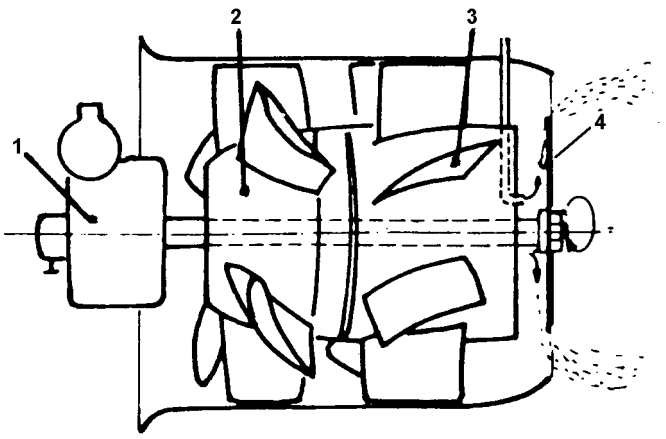


Figura 21- Representação de um pulverizador centrífugo de jato transportado
1- Motor 2- Ventilador helicoidal 3- Palheta para alteração da trajectória do ar 4- Disco rotativo
Fonte: Mussilami (1982).

Para além do sistema representado na figura 21, o accionamento do bico rotativo de pulverização pode ser efectuado pela corrente de ar do ventilador, para o que deve ter montada uma hélice.

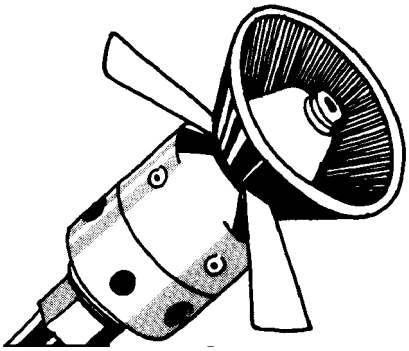


Figura 22- Representação de um bico rotativo cónico, com hélices, accionado pela corrente de ar do ventilador.
Fonte: Catálogo Agrotécnica

5.4- Pulverizadores térmicos

Os pulverizadores térmicos, caracterizados por fragmentar a calda em gotas de dimensões muito reduzidas, podem utilizar, para o fazer, uma corrente de ar aquecida de baixa velocidade (pulverizadores termopneumáticos), ou os 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.

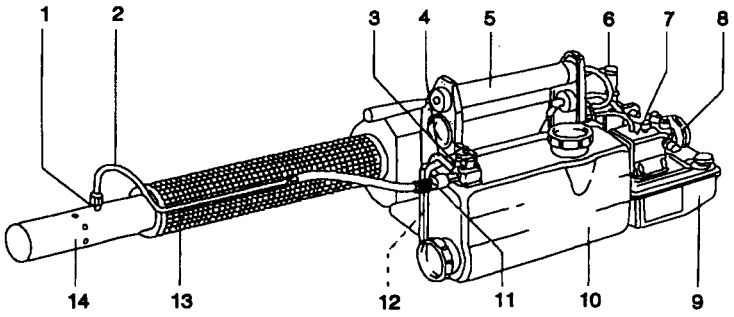


Figura 23- Representação de um pequeno pulverizador termopneumático
1- Zona de pulverização 2- Conduta da calda 3- Torneira da conduta de calda 4- Conduta de pressão 5- Bomba de ar para arranque 6- Inflamador 7- Carburador 8- Válvula de não retorno 9- Reservatório de gasolina 10- Reservatório do produto 11- Bico 12- Caixa das pilhas 13- Tubo de refrigeração 14- Tubo de pulverização
Fonte: Catálogo Motan

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 L/ha, mas com riscos de deriva muito grandes pelo que volumes semelhantes aos indicados só se aplicam em culturas sob abrigo.

6- Os pequenos pulverizadores

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

- pequenos pulverizadores de pressão de jato projetado;
- pequenos pulverizadores pneumáticos.
- pequenos pulverizadores centrífugos.

6.1- Pequenos pulverizadores de pressão de jato projetado

Os pequenos pulverizadores de pressão de jato projetado utilizam para pulverização uma bomba contínua, uma bomba de pressão prévia ou uma motobomba.

Relativamente aos pulverizadores com bomba contínua, de êmbolo ou membrana, têm intercalado entre estas 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 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.

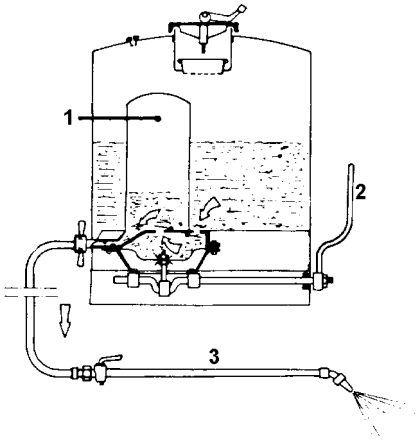


Figura 24- Representação de um corte de um pulverizador de pressão contínua com bomba de membrana.
1- Amortecedor de ar 2- Alavanca 3- Lança
Fonte: Mussilami (1982)

Nos pulverizadores de pressão prévia 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.

O pulverizadores de pressão com motobomba, caracterizados pela sua unidade motriz, têm, segundo Mussilami (1982), débitos e pressões inferiores a 10 L/min e 12 bar, respectivamente.

Os pulverizadores de pressão de jato projetado que são transportados no dorso, têm uma capacidade do reservatório inferior a 20 l, e os montados em carrinhos até 100 l.

6.2- Pequenos 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 o 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.

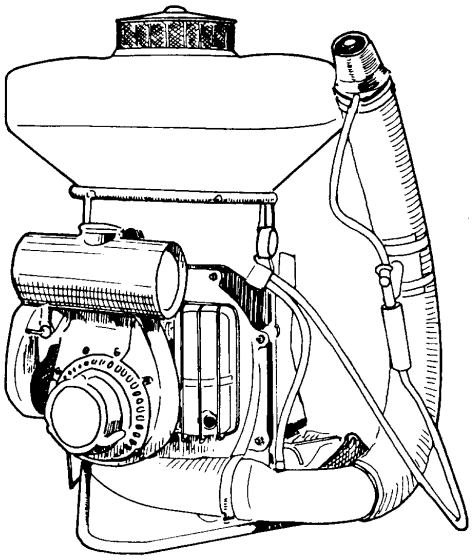


Figura 25- Representação de um pulverizador pneumático (atomizador) de dorso.
Fonte: Mussilami (1982)

6.3- Pequenos pulverizadores centrífugos

Os pequenos pulverizadores centrífugos 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 (Manterola, 1990), o que permite 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. Estes pulverizadores, devido à baixa potência necessária, facilidade de acesso a zonas difíceis e baixo consumo de água são particularmente indicados para as zonas tropicais (Bernat, 1994).

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

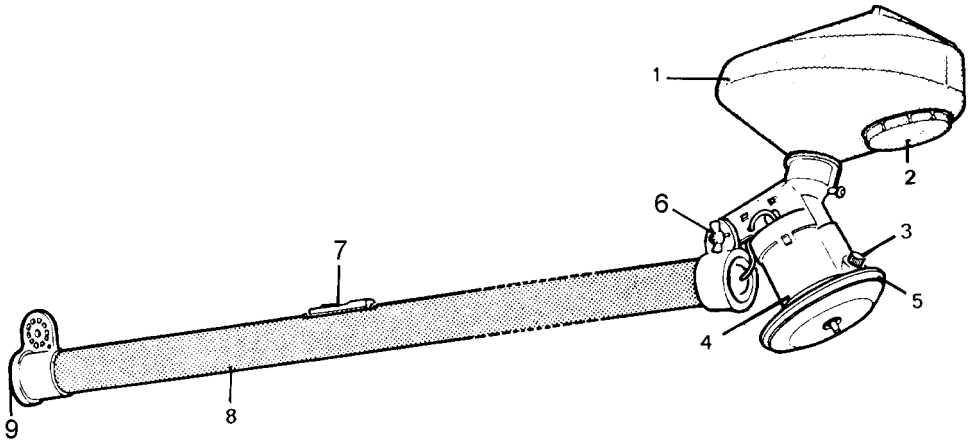


Figura 26- Representação de um pulverizador centrífugo manual
1- Reservatório de 1.5 l 2- Bucal para enchimento 3- Doseador 4- Motor eléctrico 5- Disco de pulverização 6- Parafuso para regulação da orientação do disco 7- Interruptor eléctrico 8- Lança 9- Tampa da cana
Fonte: Mussilami (1982)

7- Principais caraterísticas dos diferentes tipos de pulverizadores

Considerando o modo como é efectuada a pulverização da calda os pulverizadores apresentados têm as seguintes caraterísticas principais :

Quadro 6- Principais caraterísticas 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 jato projetado - pulverizador de pressão de jato transportado	- bomba - bomba	- próxima - distante	- culturas baixas - pomares, vinhas
Mecânica - centrífuga	- energia cinética das gotas - corrente de ar	- pulverizador centrífugo de jato projetado - pulverizador centrífugo de jato 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 jato projetado	- 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

Fonte: Mussilami (1982)

Relativamente à escolha de uma das categorias apresentadas, excepto os térmicos devido ao seu reduzido interesse, o primeiro aspecto a considerar é a capacidade do reservatório pois a partir de determinados volumes é necessário passar dos pulverizadores montados para os semi - montados ou automotrizes.

No que respeita à forma como se faz a pulverização, função principalmente do volume / ha desejado, para culturas extensivas, tem-se:

Quadro 7- 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		

Fonte: Boisgontier (1990)

Relativamente à escolha do tipo de bicos, que condicionam a repartição da calda, deve-se ter em consideração as condições da sua utilização, ou seja, o tipo de pulverização, sua aptidão e sensibilidade.

Quadro 8- Indicações para utilização dos diferentes tipos de bicos

	Bicos de fenda 110º Distância 0.5 m	Bicos de fenda 80º 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

Fonte: Boisgontier (1990)

Para além das indicações apresentadas, fundamentais para uma escolha racional do tipo de pulverizador, é necessário um conhecimento minucioso do mesmo e, na maioria dos casos, fazer pequenas adaptações em função do tipo de cultura. É tecnicamente incorrecto, na maioria das situações, utilizar os equipamentos tal como são adquiridos, pois, por exemplo, os pomares apresentam variações importantes relativas ao tamanho das árvores, sua condução, densidade de vegetação, etc., o que pressupõe um determinado número de ajustamentos.

8- 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:

- a aplicação de herbicidas por humificação;
- o combate eléctrico das infestantes;
- a desinfecção da cama de sementeira com microondas.

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

O combate eléctrico das infestantes consiste em aplicar uma corrente eléctrica de alta tensão que seca as plantas.

A desinfecção da cama de sementeira com microondas, é um processo pouco divulgado, que consiste na utilização de ondas electromagnéticas de alta frequência que destruem o poder germinativo das sementes.

9- 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

9.1- Cuidados diários gerais

Dos principais cuidados diários destacam-se os seguintes:

- 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 inspecção geral para detectar possíveis fugas ou quaisquer outros estragos;
- lubrificar todas as peças móveis.

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.

9.2- Cuidados quando da mudança de produto

Quando se muda de substância activa aconselha-se:

- 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.

9.3- Cuidados a observar no fim de cada campanha

Antes de guardar o pulverizador num local abrigado para a campanha seguinte deve-se:

- 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.

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.

10- Normas de segurança relativas aos pulverizadores

As normas de segurança, relativas à utilização dos produtos fitossanitários, dizem respeito às seguintes fases:

- armazenamento do produto;
- preparação das caldas;
- execução dos tratamentos;
- situações pós - tratamento.

10.1- Armazenamento do produto

Os produtos devem ser armazenados em locais com boa ventilação, protegidos contra incêndios e fechados à chave e conservados nas respectivas embalagens e com as etiquetas.

10.2- Preparação da calda

Quando da preparação da calda deve-se:

- utilizar recipientes próprios para este efeito;
- lavar as mãos após cada manipulação de um produto pelo que é de todo o interesse dispor, para esse efeito, de recipientes com água limpa, quer no próprio pulverizador ou na zona de preparação das caldas.

10.3- Execução dos tratamentos

Quando da execução dos tratamentos o operador deve:

- estar equipado com um facto impermeável, pois a pele é facilmente atravessada por certas substâncias químicas; estes equipamentos de protecção devem ser devidamente lavados no fim de cada dia de trabalho;

- evitar o contacto directo com o produto em suspensão no ar; o uso de um tractor com cabina torna-se muito vantajoso para estas situações.

10.4- Situações pós - tratamento

Após os tratamentos aconselha-se:

- fazer a lavagem do pulverizador longe de pontos de água;
- enterrar os restos da calda e tapá-los com terra;
- enterrar ou incinerar as embalagens vazias;
- lavar-se e lavar todas as roupas utilizadas na pulverização.

BIBLIOGRAFIA

B.P. (1977). Traitements des arbes fruitiers **119**: 1 - 24

B.P. (1978). Précautions d'emploi des produits antiparasitaires **124**: 1- 24

B.P. (1992). Perfectionnemente et précision du fonctionnement des pulvérisateurs **158**: 1- 24

Barthélémy, P. (1994). Comment limiter la dérive ?. Perpectives Agricoles **194**: 79 - 87

Bernat, C.; Gil, E. (1994). La aplicación de tratamientos fitossanitarios. Vida Rural **2**: 63-66

Boisgontier, D. (1990). Pulverisation et choix du pulverisateur. Perpectives Agricoles **147**: 88 - 97

Briosa, F.- Glossário ilustrado de mecanização agrícola. Galucho. S.João das Lampas. 1984.

Cayley, G.; Griffiths, D.; Pye, B. (1986). Exploiting new concepts in sprayer technology. Science, Sprays and Sprayers, 10-11. Agricultural and Food Research Council. London

CEMAGREF- J'entretien et je régle mon pulverisateur. Antony. CEMAGREF.

CEMAGREF- Livre du Maitre- Les materiels de protection des cultures. 4ème Partie. Antony. CEMAGREF. 1982.

Cooke, B.K.; Herrington, P.J.; Jones, K.G.; Western,N.M.; Woodley, S.E.; chapple,A.C.; Hislop, E.C. (1983). A comparation of alternative spray techniques in cereals. Bristol. University of Bristol. 298 - 309

Elliot, G.; Wilson, B. (1983). The influence of weather on the efficiency and safety of pesticides aplication. London. BCPC Publications.

Esmeraldo, C.M. (1989). Meios de luta química contra o oídio da videira (*Uncinula necator*). Notas técnicas sobre os grupos de funficidas homologados em Portugal para o combate à doença. 1º Simpósio da viticultura do Alentejo: 183-195. Évora. Sapec Agroquímica

Gohlich, H. (1979). A contribution to the demands of reduced application rates and reduced drift. British crop protection conference, 767-775.

Gohlich, H. (1985). Deposition and penetration of spray. BCPC Monogram **28**:173-182

Griffiths, D.; Pickett, J. (1986). Electrostatic sprayers for behaviour-controlling chemicals. Science, Sprays and Sprayers, 18-19. Agricultural and Food Research Council. London

Herrington, P.J.; Hislop, N.M.; Western, K.G.; Jones, K.G.; Cooke,B.K.; Woodley, S.E.; Chapple, A.C. (1984). Spray factors and fungicidal control of apple powdery mildew.Bristol. University of Bristol.

Johnstone, D.R. (1978). Statistical description of spray drop size for controlled drop application. Symposium on controlled drop application, 35-41.

Kepner,R.; Bainer,R.; Barger,E. (1978). Principles of farm machinery 3th edition. Connecticut. AVI Publishing Company, INC.

Leppert, B. - Les appareils de traitements. Vititechnique 86: 27-34

Lurmark- Nozzle selection pocket guide. Ward Printing. Saffron.

Manterola, L. (1990). La mecanización de los tratamientos fitosanitarios en el cultivo de cítricos. Máquinas y Tractores Agrícolas **7**: 30-33

Martin, H. (1978). The scientific principles of crop protection. 6 th edition. London. Edward Arnold.

Mathews, G.A. (1979). Pesticides application methods. London. Butler & Tanner.

Miller, P. (1986). The engineering design and evaluation of electrostatic spraying systems. Science, Sprays and Sprayers, 14-15. Agricultural and Food Research Council. London

Moya, E. (1992). Maquinaria para tratamientos fitosanitarios en fruticultura. Fruticultura Profesional **44**: 31-39

Musillami, S. (1982). Generalités sur les pulverisations. 1ème Edition. Antony. Centre Nacional du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts

Mussilami, S.- Les traitements par pulverisation et les pulverisateurs en agriculture. Montpellier. CEMAGREF. 1982.

Olivart, M. (1992). Aplicación de productos fitosanitarios en plantaciones frutales intensivas, mediante pulverização hidroneumática dirigida. Fruticultura Profesional **48**: 33-38

Orlando, D. (1994). Herbicides céréales. pas de hasard dans l' ajustement des doses. Perpectives Agricoles **196**: 64-66

Piazza, O. (1985). Evolution des techniques d'application. Vitetchnique **86**: 30-31

Planas, S. (1992). Parámetros de calidad en los tratamientos fitosanitarios: seguridad y eficacia. Fruticultura Profesional **45**: 20-29

Richey, C., Jacobson, P.; Hall, C. (1961). Agricultural enginners' hand book. New York. McGraw-Hill Book Company.

Santos, F. (1992). Estudo e adaptação de um pulverizador de jato transportado à cultura da vinha instalada eem patamares na Região Demarcada do Douro. Vila Real. UTAD.

Thelwell,N. (1984). Droplet formation. Plant Protection Division. Fernhurst. Surrey.

Vagny, M. (1984). La redution du volume/hectare dans les traitments viticoles effectués par pulverisation - Evolution des techniques terrestres et aériennes. Progrés Agricole et Vitocole **24**: 587-594

Vromandt, G. (1992). Plus de la moitié des pulvérisateurs à réviser. Cultivar **330**: 81 - 83

Wills,J. (1988). A guide to proper sprayer calibration. A.E.S. Tennesse. University of Tennesse.

Wyatt,I.J.; Abdalla,M.R.; Palmer, A. (1985). Localized activity of ULV pesticide droplets against sedentary pests. BCPC Monogram **28**: 261-266.

Young,B.W. (1985). Pesticides application - how can we improve our understanding and control the process?. BCPC Monogram **28**: 163-171