

UTILIZAÇÃO DE PULVERIZADORES NA CULTURA DA VINHA

Curso de formação destinado a operadores e técnicos vitícolas

Fernando A. Santos

www.utad.pt/~fsantos

1- Principais características de uma pulverização

1.1- Cobertura e homogeneidade da área a tratar.

- Função do tipo do tipo de tratamento a realizar.

Exemplos:

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

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

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

1.1- Cobertura e homogeneidade da área a tratar (cont)

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

Relativamente à aplicação de herbicidas com rampas a repartição 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 deve permitir uma sobreposição de dois jactos consecutivos em 50% sem, no entanto, chocarem, pelo que a altura varia conforme a distância a que os bicos se encontram na rampa e do ângulo de abertura do jacto.

1.1- Cobertura e homogeneidade da área a tratar (cont)

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

Não dispondo de equipamento que permita o estudo da uniformidade da distribuição, pode-se pulverizar um piso seco e esperar que a água se evapore pois, se a distribuição for homogénea, não ficarão faixas húmidas no solo.

1.2- Dimensão das gotículas

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

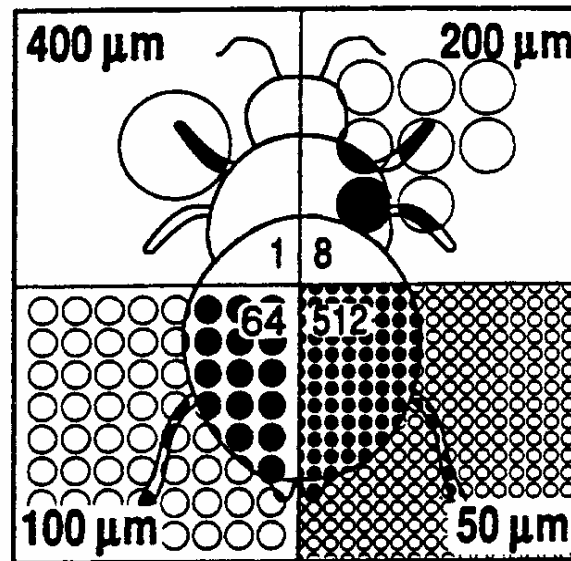
A importância da dimensão das gotículas advém do facto de quanto menores estas forem maior será a superfície tocada pelo produto.

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

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

A densidade mínima de impactos para aplicação de insecticidas é de 35 - 40 cm², para fungicidas de 70 - 90 e herbicidas de 20 - 30.

1.2- Dimensão das gotículas (cont)



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

1.3- Penetração da calda na vegetação

A penetração da calda no interior da planta é muito importante, quando as pragas ou doenças aí se instalam, pelo que se torna fundamental a utilização de correntes de ar para o transporte das gotas e agitação da folhagem.

A análise da repartição da calda na copa das videiras pode-se efectuar utilizando folhas de papel hidrosensível.

1.4- Alcance do jacto

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

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

2- Principais tipos de pulverizadores

2- 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;**

2.1- Pulverizadores por pressão

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

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

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

2.1.1- Pulverizadores por pressão de jacto projectado (PJP)

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

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

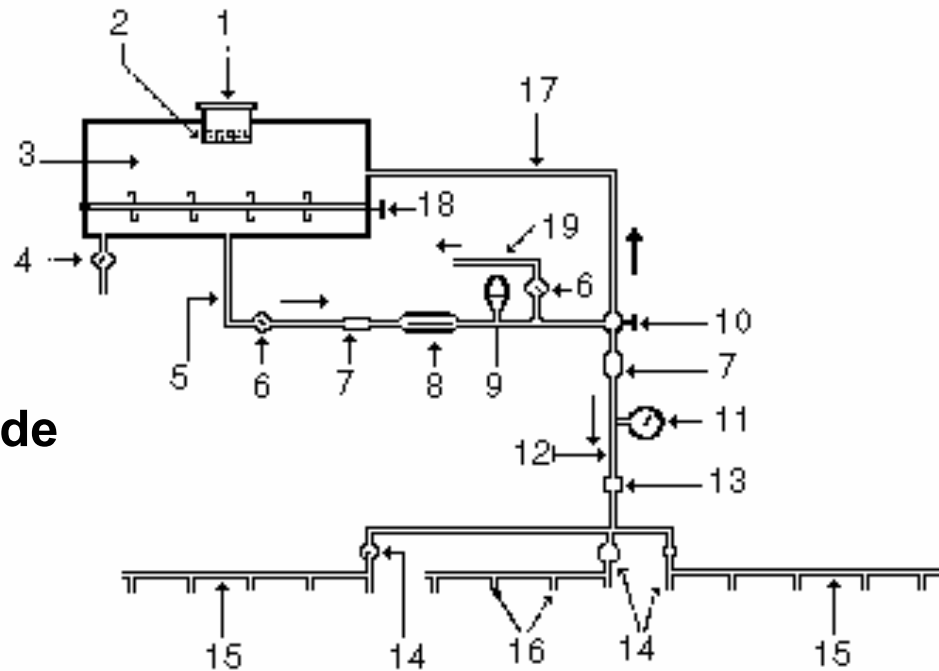
Principais inconvenientes:

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

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

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

Constituição geral de um pulverizador de jacto projectado



Esquema de funcionamento de um pulverizador de pressão de jacto projectado

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

2.1.1.1- Constituição de um pulverizador de jacto projectado

2.1.1.1.1- Reservatório ou depósito

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

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

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

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

2.1.1.1.2- Bomba

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

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

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

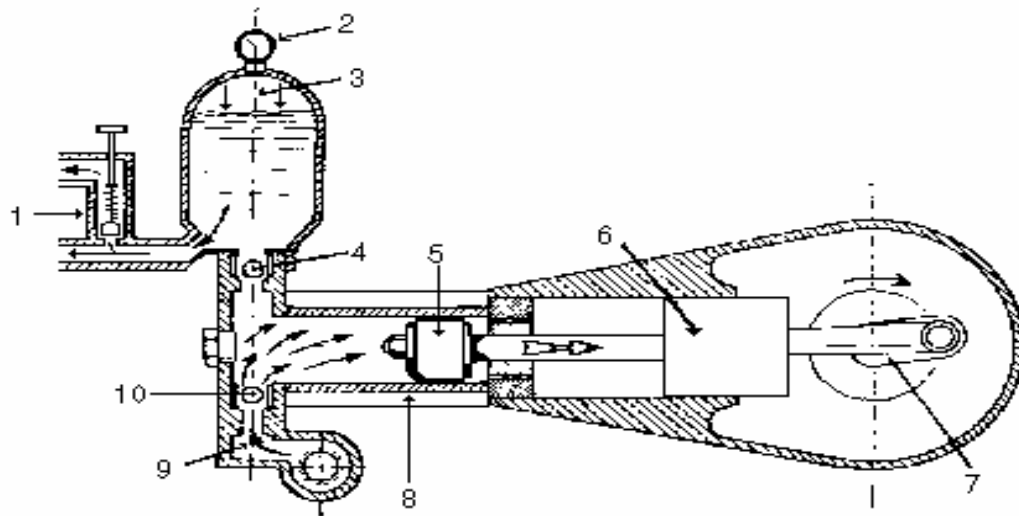
As bombas mais utilizadas nos pulverizadores são :

- de êmbolos;**
- de êmbolo - membrana.**

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.

Bomba de êmbolos

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

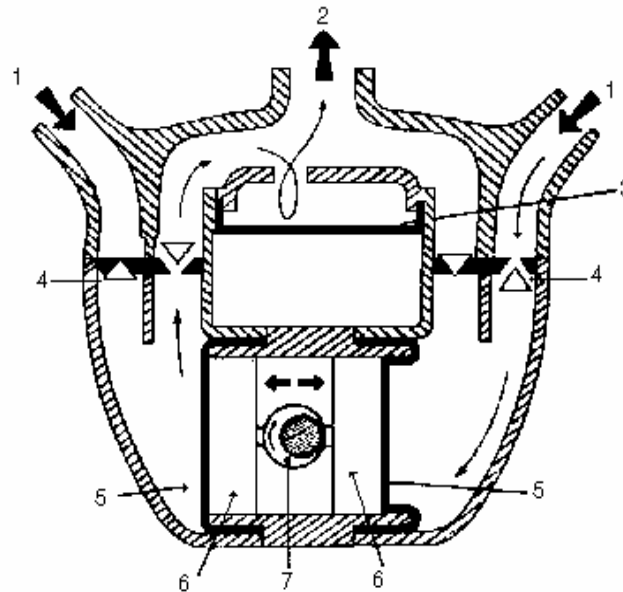


Corte esquemático de uma bomba de êmbolo

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

Bomba de êmbolo - membrana

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.



Corte esquemático de uma bomba de êmbolo - membrana

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

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 L, necessário para repor o nível inicial.

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

$$Db = q / t$$

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

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

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

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

$$Dr = q / t$$

e o de retorno (Da) por:

$$Da = Db - Dr$$

Ajustamento do débito real de pulverização

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

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

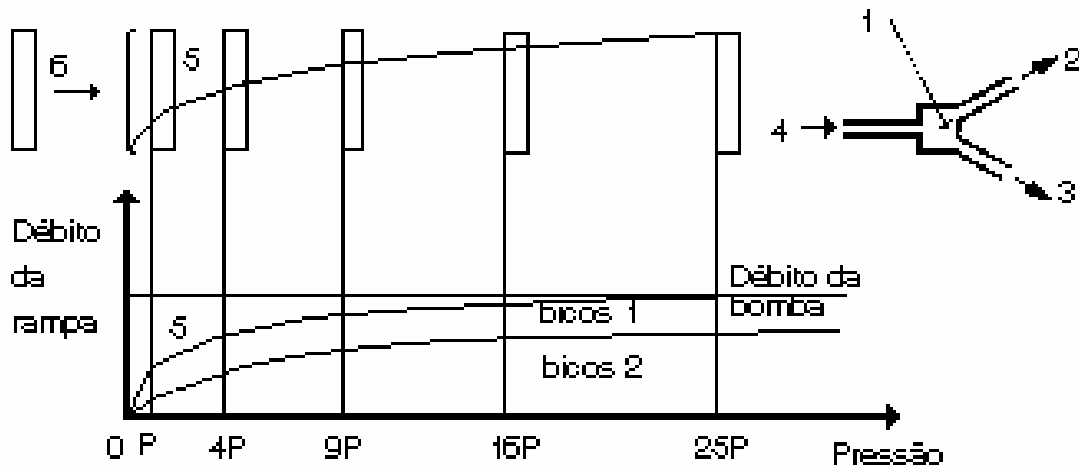
Para se proceder a este ajustamento é necessário utilizar pressões de funcionamento superiores às indicadas, o que se consegue com:

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

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

em que:

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



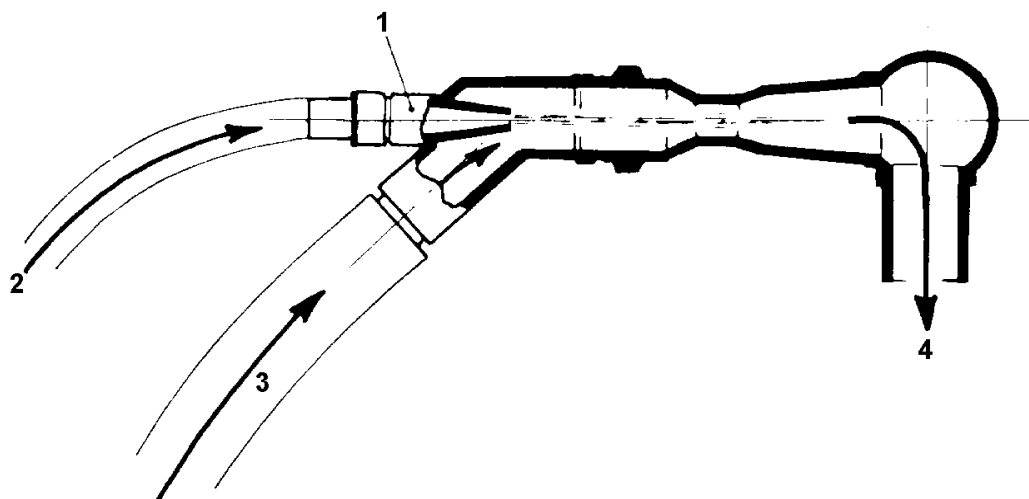
Princípio da regulação da pressão

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

2.1.1.1.3- Hidroinjector

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

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



Esquema de um hidroinjector

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

2.1.1.1.4- Regulador de pressão, manómetro e distribuidor

Regulador de pressão

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

É um dos 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.

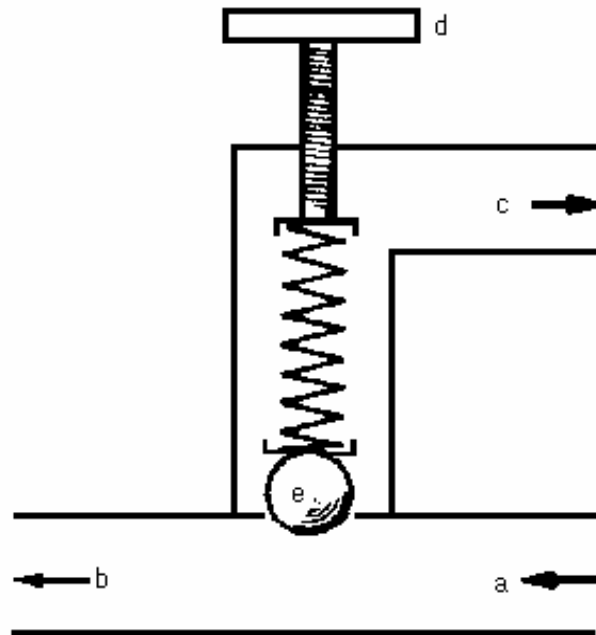
Manómetro

Permite conhecer a pressão de funcionamento do pulverizador. É um elemento chave para a regulação do débito.

Distribuidor

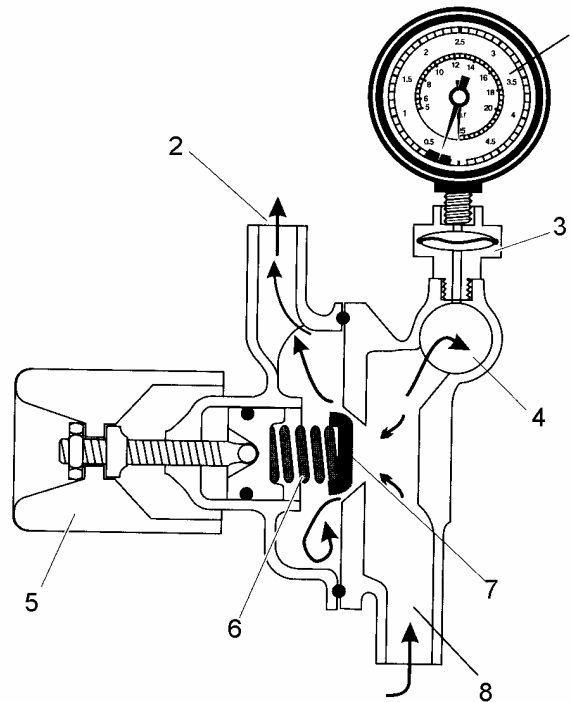
É um elemento formado por uma ou mais torneiras, que permite conduzir a calda para diferentes sectores das rampas de pulverização, ou para o reservatório.

Regulador de pressão



Princípio de funcionamento de um regulador de pressão
a- calda proveniente da bomba b- calda para a rampa c- retorno
d- regulação da pressão e- válvula

Regulador de pressão com manómetro.



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

2.1.1.1.5- Os bicos

Os bicos de pulverização são as peças que se encontram no fim do circuito do líquido e que permitem, devido ao pequeno diâmetro do orifício das suas pastilhas, um abaixamento brusco da pressão da calda e, conseqüentemente, a sua pulverização.

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

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

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

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

Os bicos (cont)

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

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

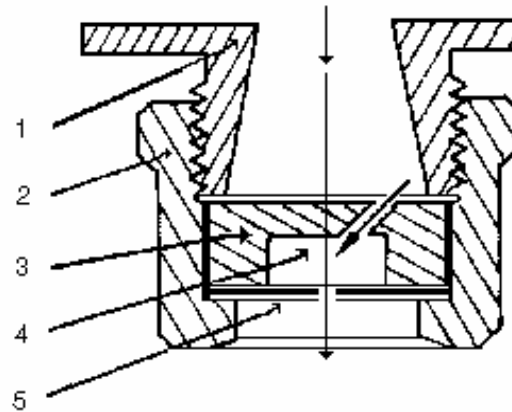
Bico de turbulência

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

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

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

Bico com câmara de turbulência



Corte esquemático de um bico de câmara de turbulência.

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

Bico de fenda

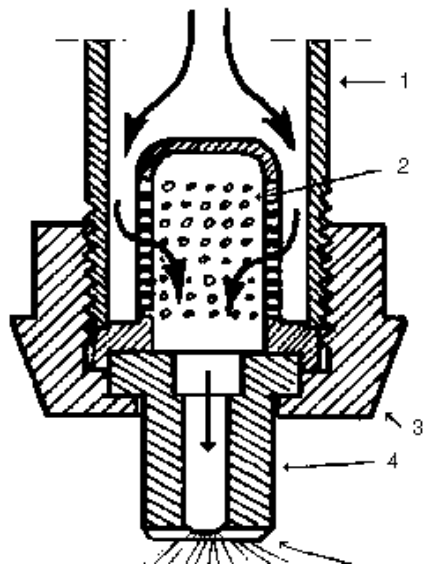
Os bicos de fenda ou de jacto em leque, são caracterizados por o orifício ter uma secção rectangular que faz com que o jacto daí resultante tenha a forma de um leque ou pincel.

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

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

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

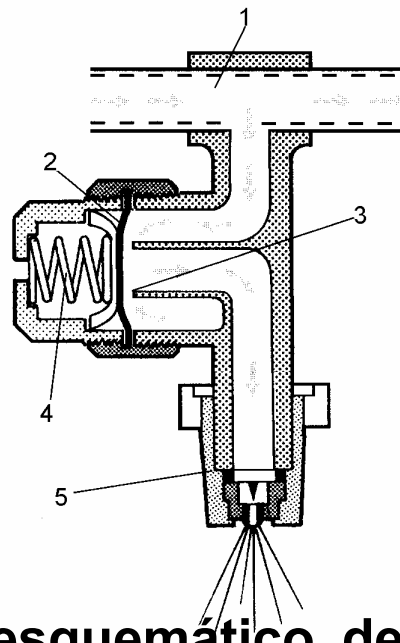
Bico de fenda



Corte esquemático de um bico de fenda

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

Bico de fenda com dispositivo anti-gota



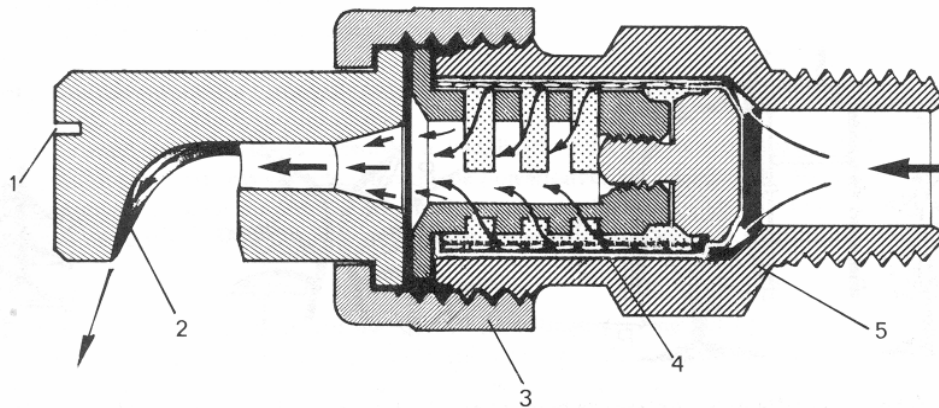
Corte esquemático de um bico de fenda

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

Bico de espelho

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

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



Corte esquemático de um bico de espelho

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

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

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

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

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.

Pressões de funcionamento

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

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

Tipos de bicos vs pressões (bar):

Bicos de fenda - 2 a 3;

Bicos de turbulência - 2 a 20;

Bicos de filete - 1 a 2;

Bicos de espelho - 0.5 a 1.5.

Utilização dos diferentes tipos de bicos:

- bicos de fenda - distribuição sobre um solo nu ou fracamente recoberto, como é o caso da aplicação de herbicidas ou fungicidas sistémicos;**
- bicos de turbulência - cobertura de vegetação desenvolvida, exemplo da aplicação de fungicidas e insecticidas em viticultura e arboricultura;**
- bicos de espelho - distribuição de adubos líquidos em suspensão.**

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

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

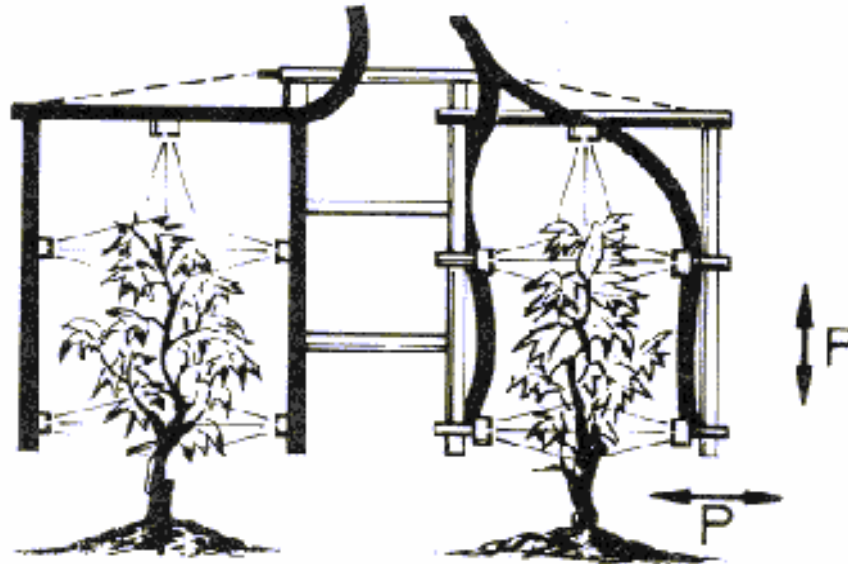
2.1.1.1.6- Rampas de pulverização

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

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

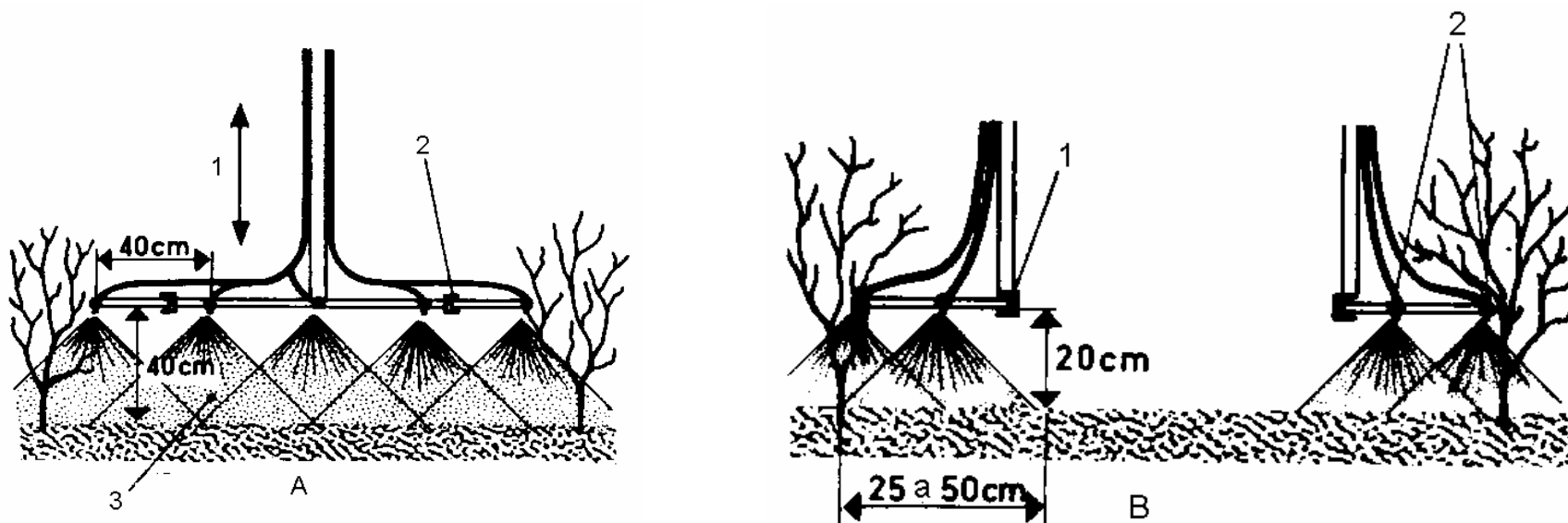
Para aplicação dos herbicidas as rampas são direitas e posicionadas paralelamente ao solo.

Rampa de um pulverizador de pressão de jacto projectado



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

Rampa para aplicação de herbicida



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

2.1.2- Pulverizadores por pressão de jacto transportado (PJT)

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

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

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

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

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

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

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

Diferentes tipos de ventiladores:

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

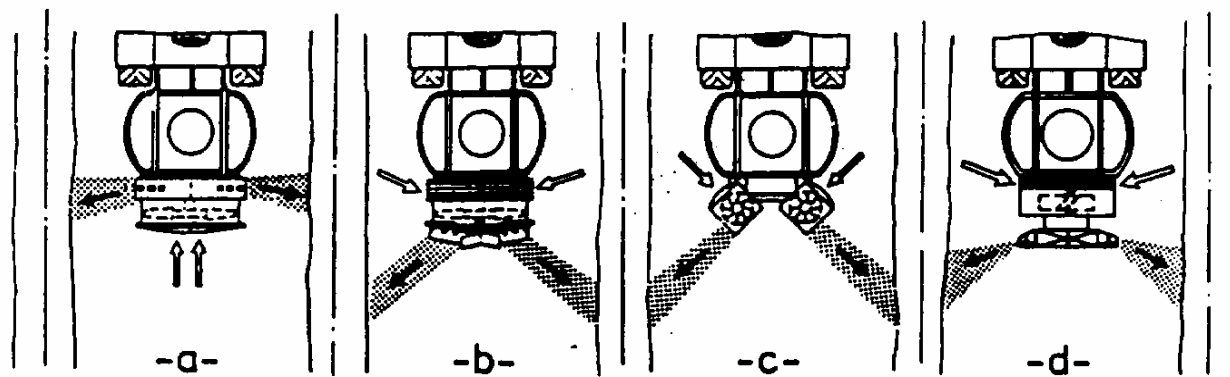
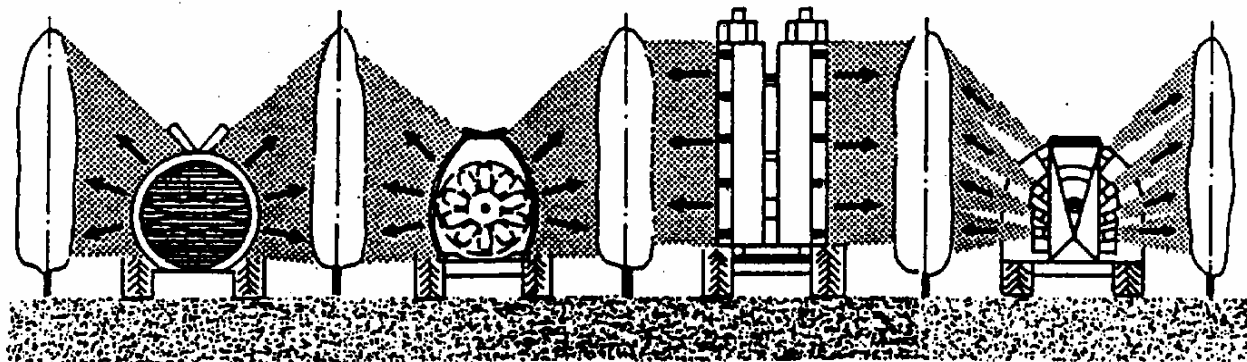
Os ventiladores axiais (helicoidais) - caracterizam-se por aspirarem e impulsionam o ar axialmente, ou seja, paralelamente ao eixo de rotação. Estes ventiladores têm um deflector na parte anterior que faz com que a trajectória de saída do ar seja perpendicular ao eixo.

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

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

Os ventiladores na maioria dos pulverizadores podem ser desligados funcionando então este como jacto projectado.

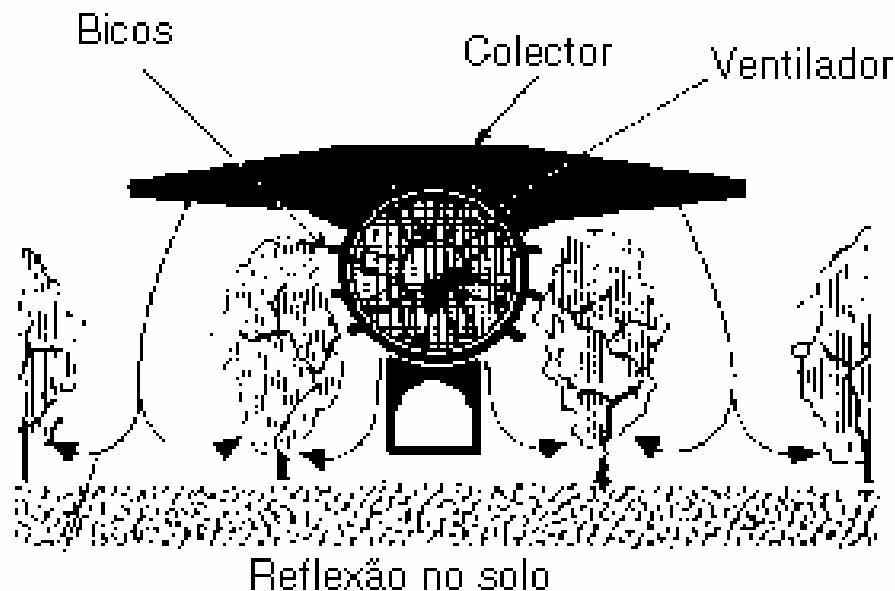
Diferentes tipos de ventiladores



Representação de diferentes tipos de ventiladores

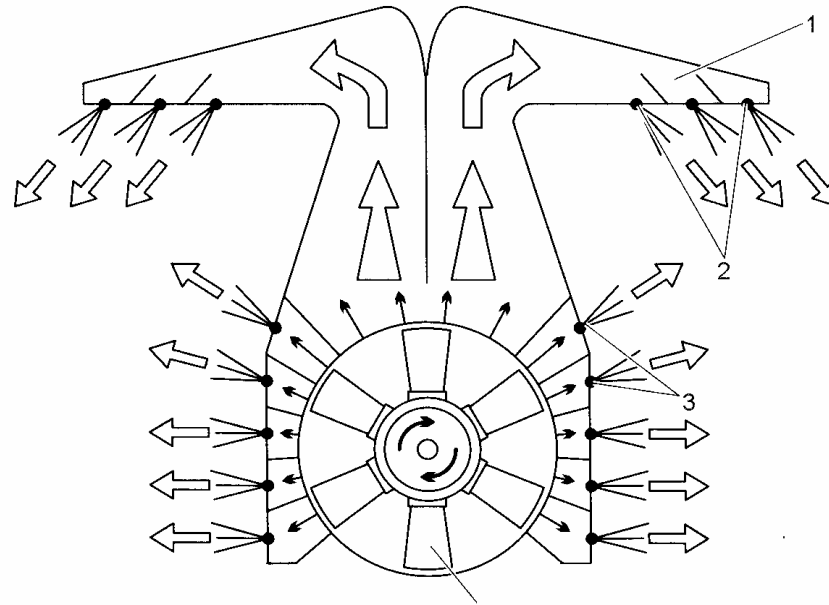
a- Ventilador axial, com entrada de ar posterior b- Ventilador axial, com entrada de ar anterior c- Ventilador tangencial d- Ventilador radial

Rampa de pulverizador de pressão de jacto transportado



Esquema de um pulverizador de pressão de jacto transportado

Rampa de pulverizador de pressão de jacto transportado



Esquema de um pulverizador de pressão de jacto transportado

1- Colector 2- ventilador

2.2- Pulverizadores pneumáticos (PP)

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

Conforme o tipo de condutas de saída do ar - calda estes equipamentos podem ser utilizados para tratamentos de proximidade ou à distância. A vinha é a cultura em que este tipo de equipamento mais se têm utilizado.

A divisão da calda é tanto mais regular quanto maior for a velocidade do ar ao nível do cone de Venturi da conduta do ar e menor o débito da calda. A forma como esta chega ao cone de Venturi condiciona também a pulverização, sendo a apresentação em filme ou filetes muito delgados, uniformemente distribuídos, as formas mais favoráveis.

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

Pulverizadores pneumáticos (cont)

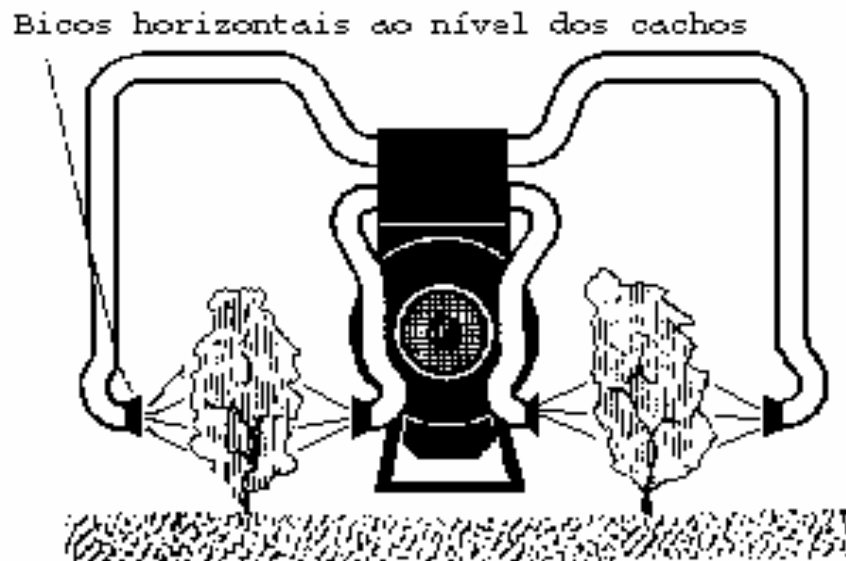
O objectivo principal deste tipo de pulverização é obter-se uma pulverização muito intensa, o que permite uma maior superfície de cobertura.

É fundamental ter em consideração que numa pulverização demasiado fina as gotículas têm maior dificuldade em depositar-se nos objectos, pois são facilmente arrastadas por pequenos fluxos de ar.

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

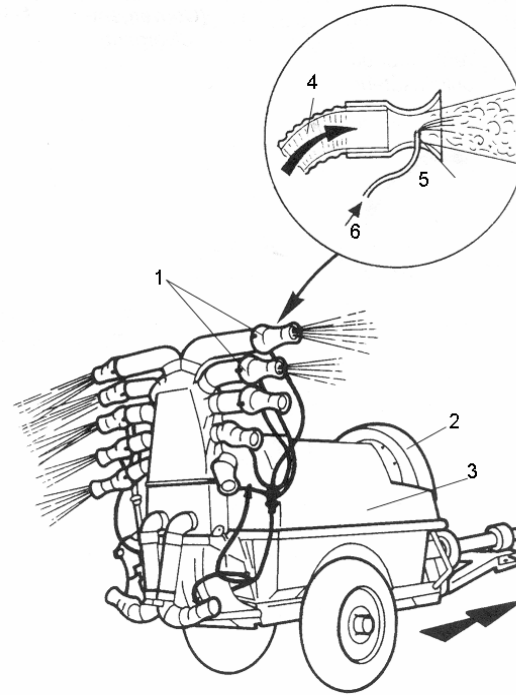
No tratamento dos cachos da vinha, exemplo da podridão, quando se faz incidir dois jactos, um de cada lado, é fundamental que estes não choquem directamente a fim de não se anular a força de penetração dos jactos.

Pulverizador pneumático



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

Pulverizador pneumático



Esquema de um pulverizador pneumático

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

Principais características dos pulverizadores pneumáticos

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

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

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

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

Principais diferenças entre os pulverizadores hidráulicos e pneumáticos

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

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

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

2.3- Pulverizadores centrífugos (PC)

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

Na sua forma mais simples os bicos são discos de eixo horizontal, onde a calda é depositada, com uma pequena pressão, espalhando-se segundo um filme muito delgado até à periferia onde é pulverizada.

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

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

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

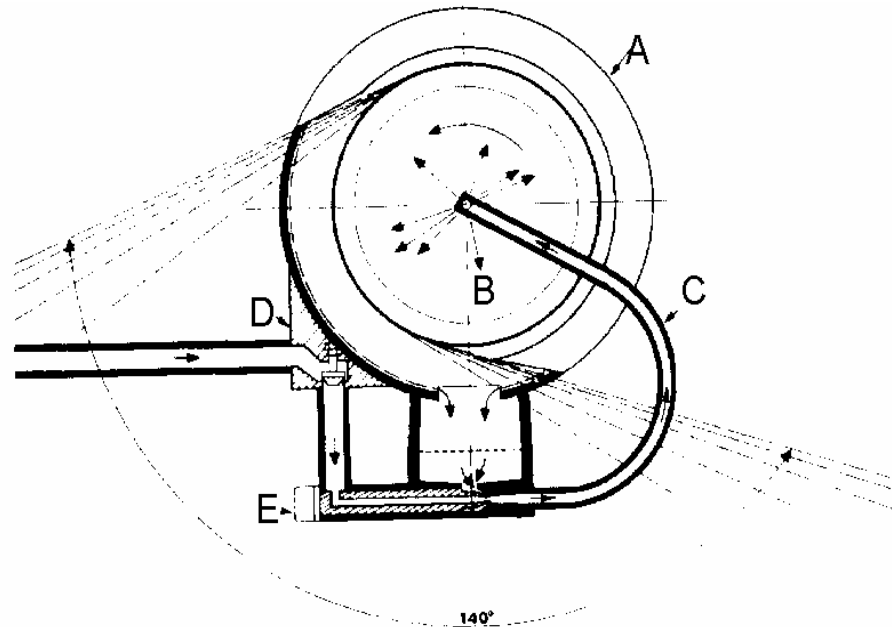
Pulverizadores centrífugos (cont)

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.

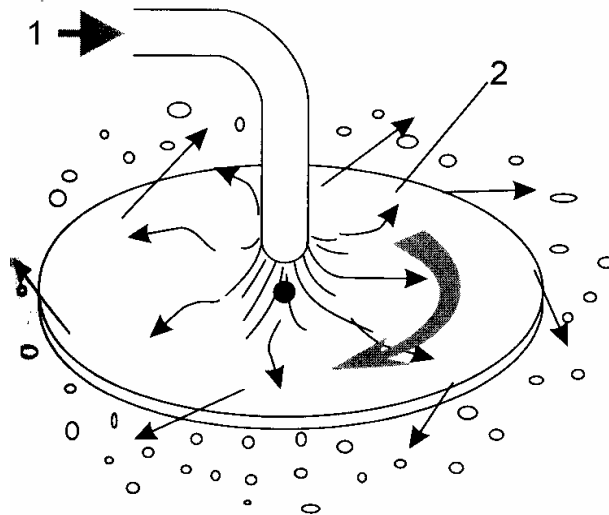
Considerando a reduzida dimensão das gotas e por forma a melhorar-se o poder de penetração e reduzir as perdas para a atmosfera, os bicos rotativos, com o eixo na vertical, são colocados o mais próximo possível da vegetação a tratar.

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



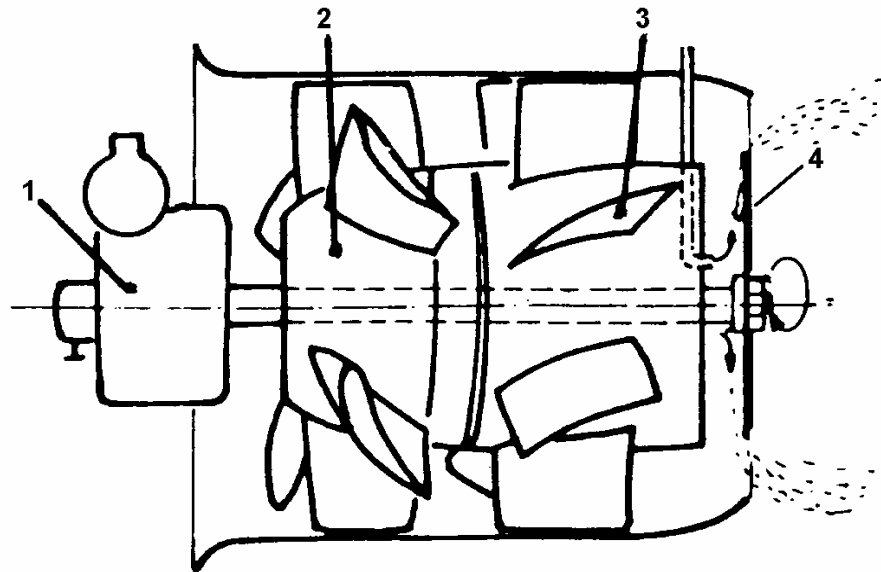
Representação de um bico de disco para a pulverização centrífuga
A- Colector B- Disco C- Alimentação D- Electroválvula E- Injetor

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



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

Pulverização centrífuga e jacto transportado



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

2.4- Os pequenos pulverizadores

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

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

Os pequenos pulverizadores de pressão de jacto projectado podem ser:

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

Pulverizadores de pressão contínua

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

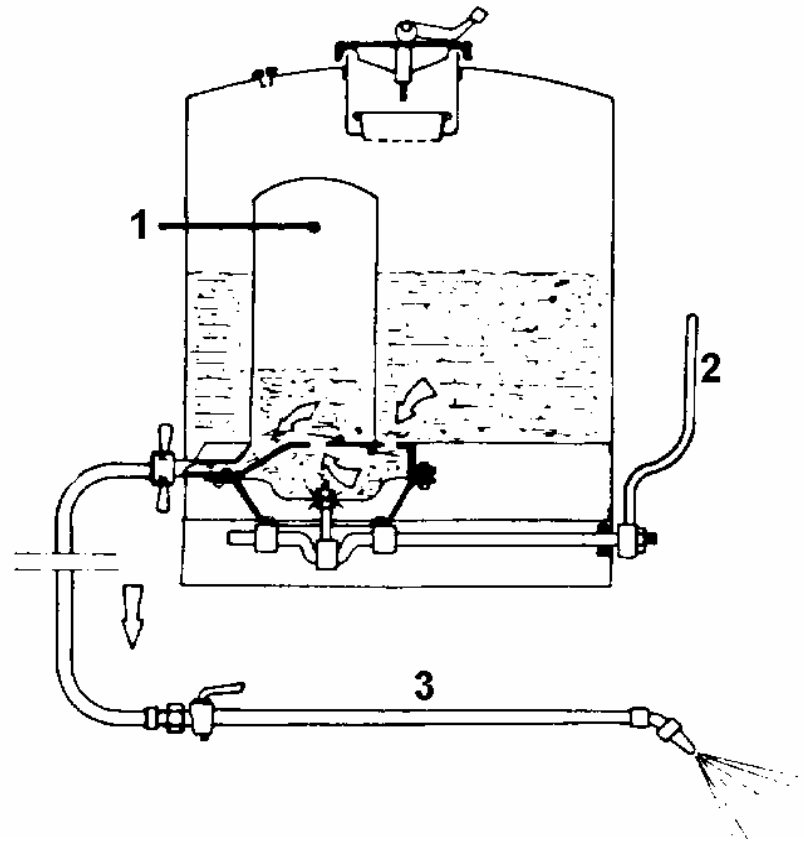
A bomba é accionada pelo operador que, por intermédio de uma alavanca de pressão, mantém o nível da calda no interior do amortecedor de ar mais ou menos constante, por forma a que o jacto permaneça regular; a pressão obtida nos pulverizadores de pressão contínua varia de 1 a 3 bar, função da cadência de bombagem e do débito.

Pulverizadores de pressão prévia

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

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

Pulverizador de pressão contínua com bomba de membrana



1- Amortecedor de ar 2- Alavanca 3- Lança

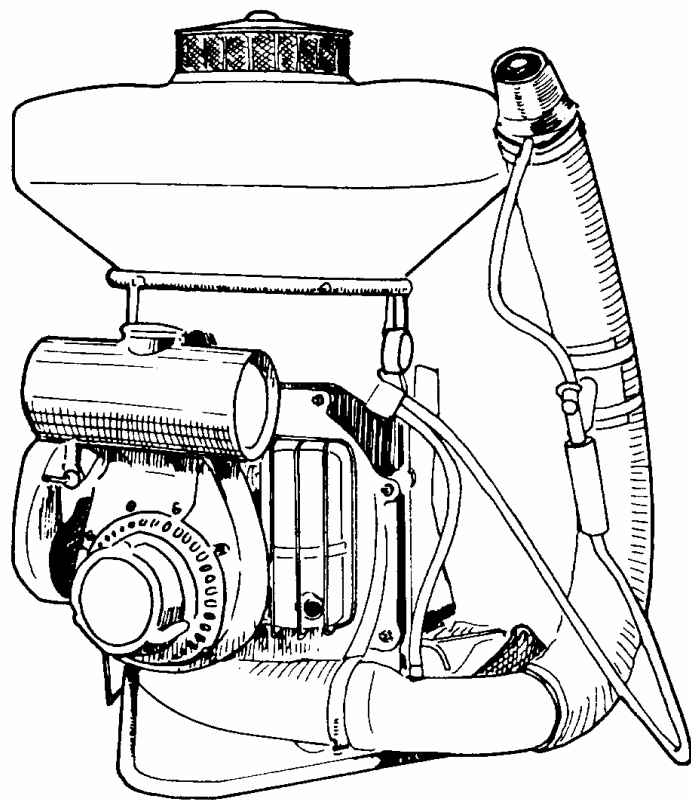
Pequenos pulverizadores pneumáticos

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.

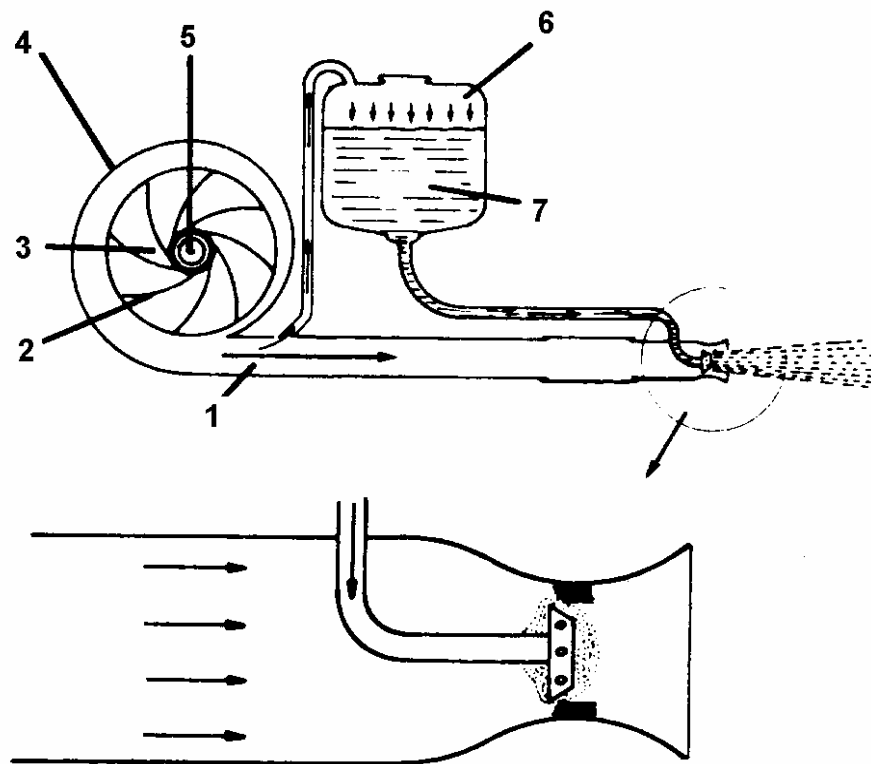
Os motores destes pulverizadores funcionam a regimes muito elevados (5000 - 6000 rpm) por forma a obter-se uma elevada velocidade do ar necessária para a pulverização em pequenas gotículas.

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

Pulverizador pneumático de dorso (atomizador)



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



Pequenos pulverizadores centrífugos

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

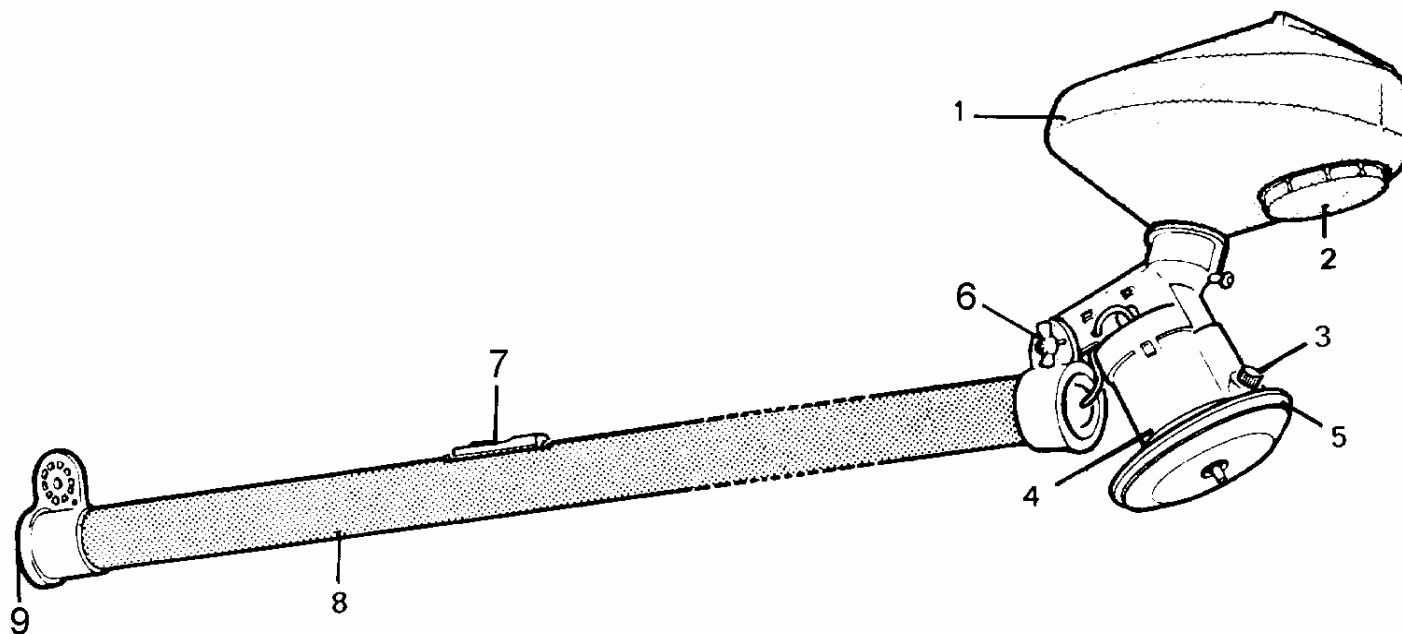
Os pulverizadores centrífugos manuais, com motor eléctrico, designados por pulverizadores de pilhas, têm tido uma grande divulgação para aplicação de herbicidas, pois utilizam volumes de 30 a 40 L / ha.

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

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

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

Pulverizador centrífugo manual



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

Pulverizadores térmicos

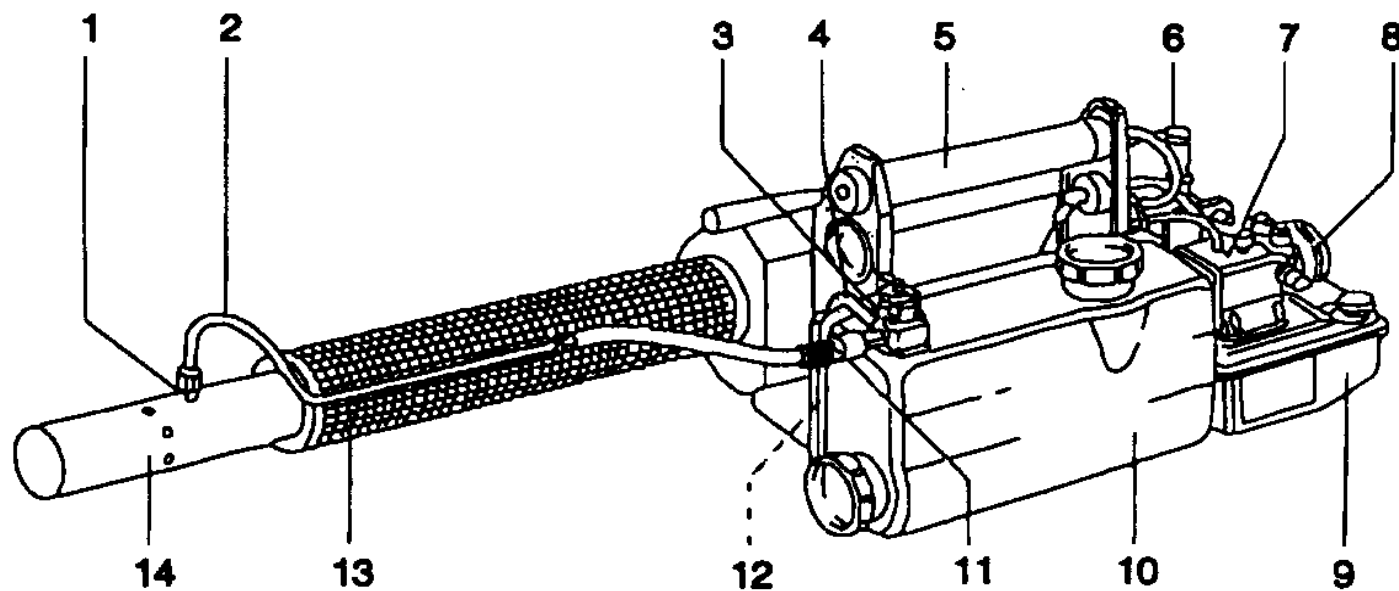
Os pulverizadores térmicos, caracterizados por fragmentar a calda em gotas de dimensões muito reduzidas, podem utilizar:

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

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

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

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



Representação de um pequeno pulverizador termopneumático

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

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Principais características dos pulverizadores

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

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Tipo de pulverização e volumes / ha obtidos

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

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Indicações para utilização dos diferentes tipos de bicos

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

3- Principais regulações dos pulverizadores

Cuidados prévios

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

- o estado geral do mesmo, nomeadamente as condutas da calda e ar e 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 ser 0.6 - 0.8 da pressão de trabalho.**

Doses vs concentrações

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

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

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

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

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

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

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

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

Considerando um reservatório de 300 L utiliza-se:

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

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

As concentrações da calda no reservatório são diferente.

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

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

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Considerando a mesma situação anterior, mas em aplicações em plantas jovens, em que não se utilizam os 8 bicos, mas sim 6, 4 ou 2 deve-se proceder às seguintes correcções:

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

3.1- Pulverizadores hidráulicos.

3.1.1- Regulação do débito do circuito da calda

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

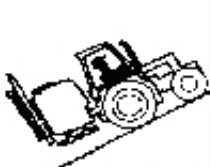
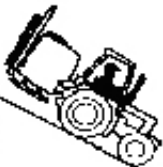
- a pressão constante, ou seja, manter as características das gotas, mas alterando o volume aplicado por hectare;.**
- o volume constante, ou seja, manter o volume aplicado por hectare, mas alterando as características das gotas.**

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

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

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

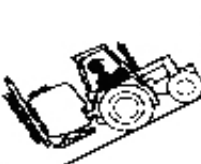
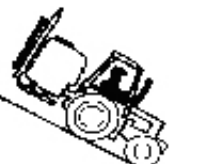
Pressão constante (PC)

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

Pulverizadores de débito constante (volume variável)

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

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

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

Pulverizadores de débito variável (volume constante)

3.1.1.1- Regulação nos pulverizadores de débito constante (volume variável)

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

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

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

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

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

A velocidade de trabalho

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

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

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

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

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

$$v = 3.6 * L / t$$

A largura de trabalho

Vinhas contínuas.

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

Vinhas em patamares

A largura de trabalho nas vinhas em patamares corresponde à sua largura. A área da vinha é o somatório das áreas dos patamares, ou seja, a área da projecção horizontal da vinha excluindo a área de projecção horizontal dos taludes.

O débito dos bicos

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

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

Dc- débito dos bicos, em L/min

Q- volume a aplicar, em L/ha

v- velocidade, em km/h

L- largura de trabalho, em m.

Exemplo:

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

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

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

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

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

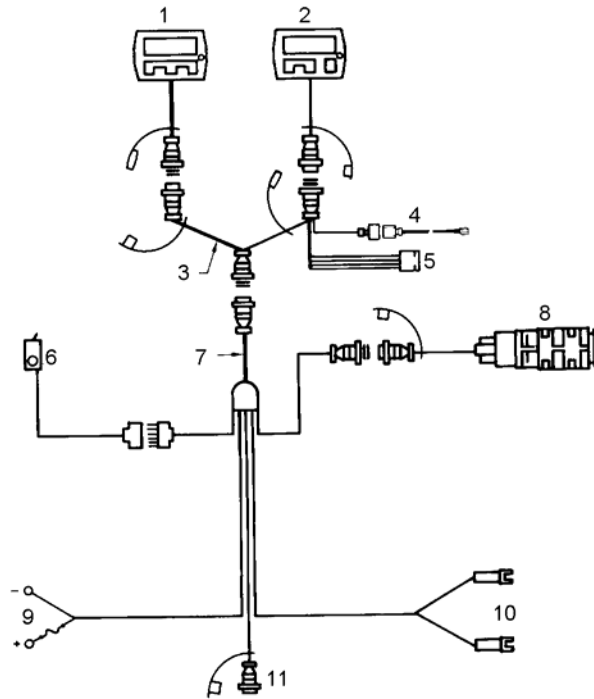
3.1.1.2- Regulação nos pulverizadores de débito variável (volume constante)

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

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

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

Sistema de controlo electrónico com sistema calculador - regulador



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

3.1.2- Regulação do débito do circuito do ar

As regulações do circuito de ar deve ter em consideração:

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

Regulação da direcção das correntes no plano vertical:

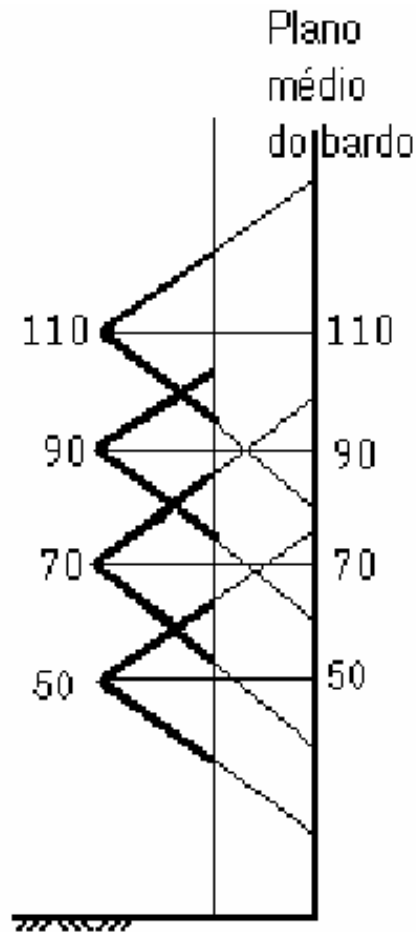
A regulação da direcção das correntes no plano vertical tem como objectivo obter uma distribuição regular da calda em toda a parede da vegetação.

Regulação da direcção das correntes no plano horizontal:

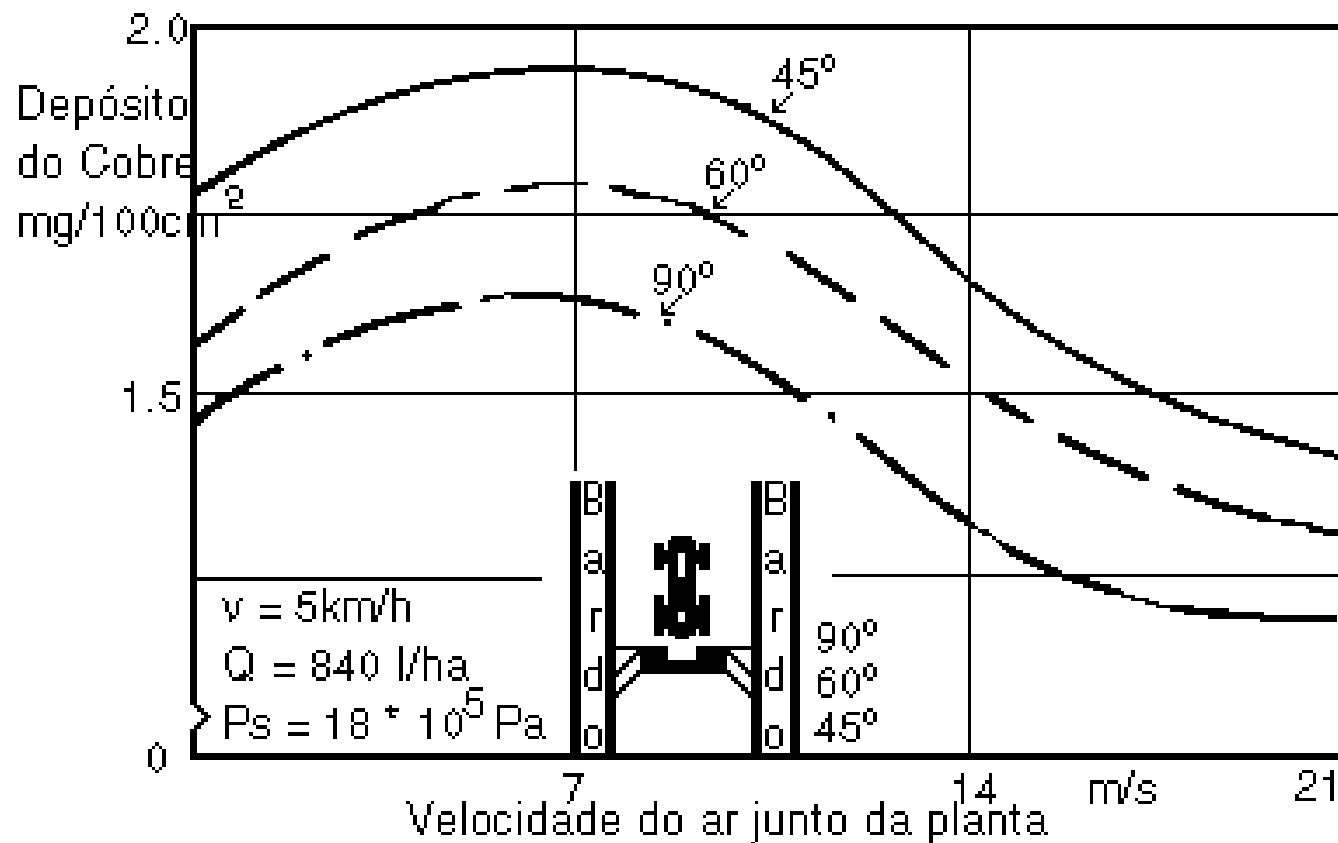
A regulação da direcção das correntes no plano horizontal (para trás) tem como objectivo permitir a penetração do jacto para o interior da copa.

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

Regulação da direcção das correntes de ar



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



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

Regulação do débito vs velocidade das correntes de ar

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

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

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

Para um dado valor de energia pode-se:

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

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

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

Determinação da velocidade do ar

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

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

3.2- Os pulverizadores pneumáticos

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

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

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

Relativamente ao débito e velocidade do ar estes são função:

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

3.3- Pulverizadores centrífugos

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

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

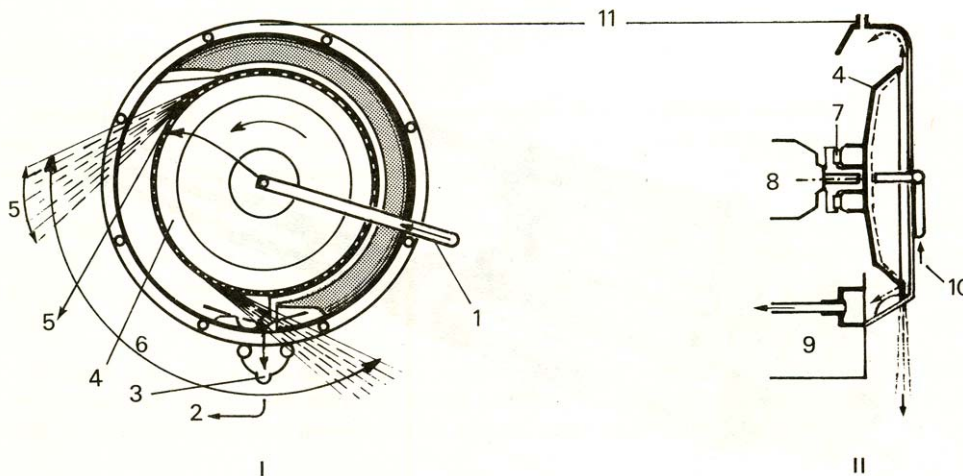
A chegada da calda aos bicos rotativos é efectuada sob uma ligeira pressão (± 1 bar), sendo o ângulo do jacto de $\pm 140^\circ$, o que permite substituir três bicos de fenda.

A dimensão das gotas, que varia em função da velocidade de rotação dos bicos, está compreendida entre os 50-500 μm . O accionamento dos bicos é efectuado por motores eléctricos, alimentados pela bateria do tractor, sendo a regulação da velocidade de rotação efectuada por um reóstato; o regime varia de 800 a 1700 rpm.

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



Rampa com bicos centrífugos verticais



I- Vista frontal II- Vista lateral 1- Tubo de alimentação 2- Retorna para o reservatório 3- Retorno para a bomba 4- Disco 5- Projecção 6- Ângulo do jacto (140°) 7- Ligação magnética 8- Motor eléctrico 9- Bomba centrífuga de retorno 10- Tubo de alimentação 11- Carter

3.4- Os pequenos pulverizadores

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

3.4.1- Pulverizador de jacto projectado e pressão contínua

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

3.4.2- Pulverizador centrífugo de pilhas

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

4- A manutenção dos pulverizadores

Objectivos da manutenção dos pulverizadores:

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

Cuidados a observar na manutenção dos pulverizadores:

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

4.1- Cuidados diários gerais

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

4.2- Cuidados quando da mudança de produto:

- encher o reservatório até 15 - 20 % da sua capacidade e misturar uma solução detergente;**
- fazer funcionar o pulverizador durante alguns minutos antes de despejar a solução;**
- proceder como anteriormente mas apenas com água e limpar os filtros.**

4.3- Cuidados a observar no fim de cada campanha:

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

4.4- A manutenção dos bicos e filtros

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

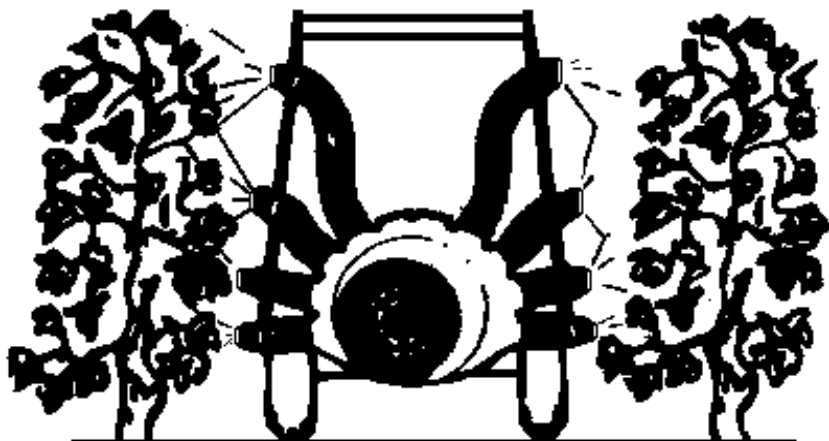
A substituição das pastilhas deve ser feita desde que o débito seja 10 % superior ao obtido em novo ou, pelo menos, uma vez em cada dois anos. Para comparar os débitos aconselha-se a compra de mais uma pastilha para além das necessárias ao funcionamento do pulverizador.

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

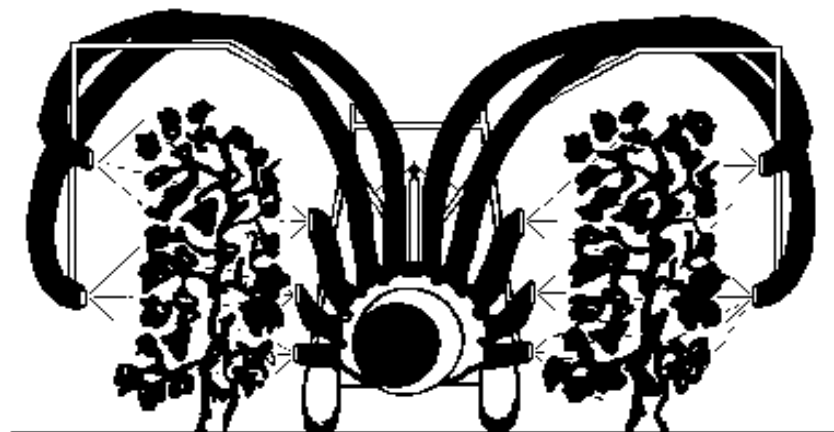
Relativamente aos filtros caso haja necessidade de reparar ou substituir as redes é necessário ter em consideração a sua malha, a qual depende da sua localização e débito dos bicos.

5- Ensaios efectuados com pulverizadores na vinha

Estudo e adaptação de um pulverizador de jacto transportado à cultura da vinha na Região Demarcada do Douro (1992-95)

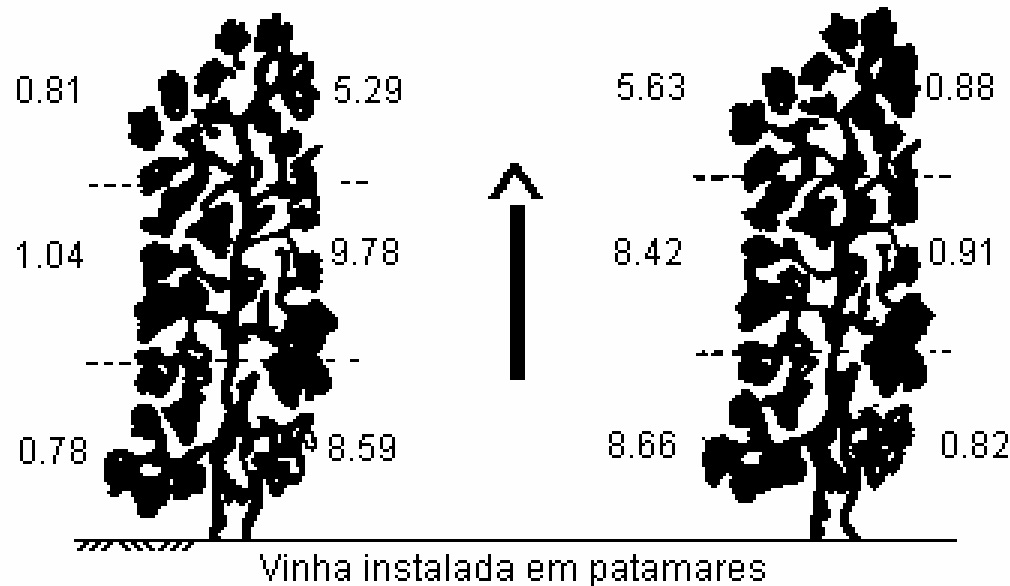


A- versão original

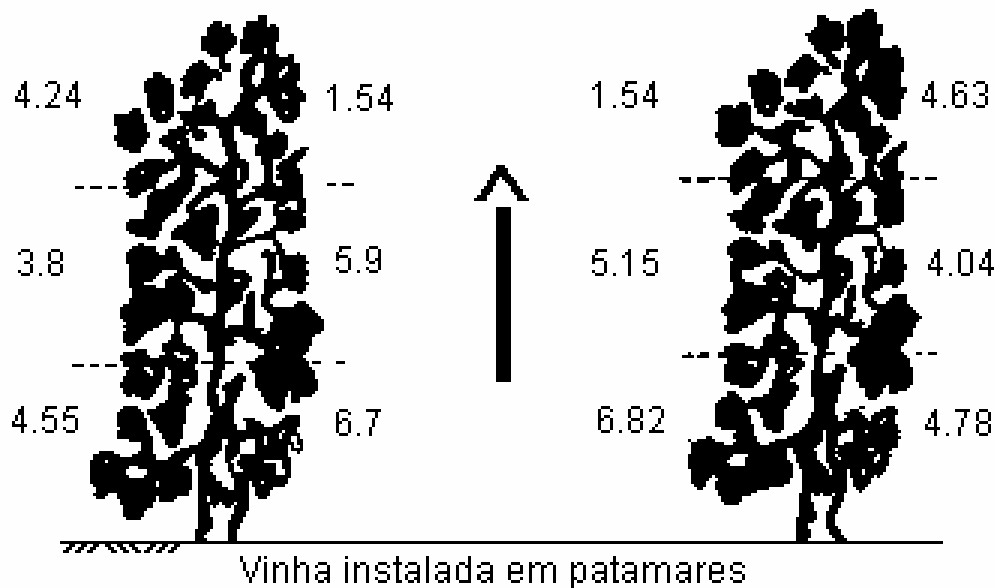


B- versão alterada

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



Quantidade de cobre depositada em diferentes zonas dos bardos, numa vinha instalada em patamares, utilizando a versão original do pulverizador



Quantidade de cobre depositada em diferentes zonas das plantas, numa vinha instalada em patamares, utilizando a versão alterada do pulverizador de jacto transportado

Comparação das prestações de um pulverizador de jacto transportado sem e com calculador - regulador electrónico de débito (1995-96)

Quadro 1- Constantes programadas no CCS e CMS

Const.	Referência	Valor
A	Forma de funcionamento	P
B	Dose (l/ha)	500,0
C	Dose +/- (l/ha)	+/- 50
D	Encaixe dos bicos (m)	0,250
E	Pressão de referência dos bicos (bar)	3 ou 5
F	Débito de referência dos bicos	Variável
G	Pressão de abertura das válvulas (bar)	1,0
H	Factor de conversão	1,0
I	Zero de pressão (bar)	0,5
J	Tempos de resposta (s)	2,0
A	Controlo dos bicos	0,0
B	Afericção do captor	6096
C	Limites de pressão	Variável

Const.	Referência	Valor
C0	Pressão	P
C1	Factor de conversão	1,0
C2	Soma do débito dos bicos	Variável
C4	Pressão de referência dos bicos (bar)	3 ou 5
C5	Zero de pressão (bar)	0,5
C6	Nível de enchimento da cuba (/10)	30,0
C7	Nível de alarme da cuba (/10)	5,0
U6	Afericção do captor de velocidade	6096
E0	Comando do corte dos lanços	0,0

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Resultados dos ensaios comparativos das prestações de um pulverizador de jacto transportado sem e com calculador - regulador electrónico de débito

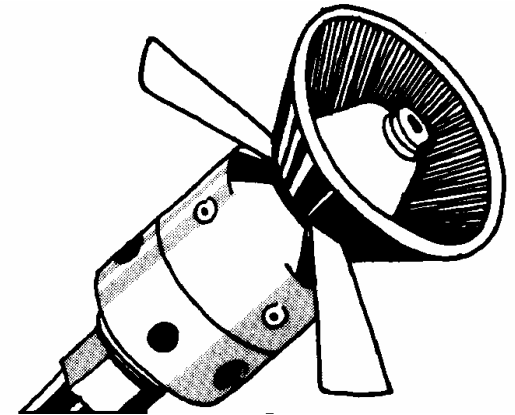
Quadro 2- Débitos (l/ha) obtidos com 3 bar

se / ce nmb/mb	-18%		-8%		0%		8%		18%	
	1,0	1,2	1,0	1,2	1,0	1,2	1,0	1,2	1,0	1,2
se-nmb	418,00	517,33	406,76	536,00	442,50	550,67	436,78	577,33	490,00	594,67
se-mb	405,33	550,40	424,50	537,33	466,00	558,66	446,50	568,00	472,67	593,33
ce-nmb	498,67	493,33	493,33	494,67	504,00	500,00	502,67	508,00	504,00	509,33
ce-mb	496,00	494,67	497,33	494,67	502,67	501,33	509,33	504,00	508,00	505,33

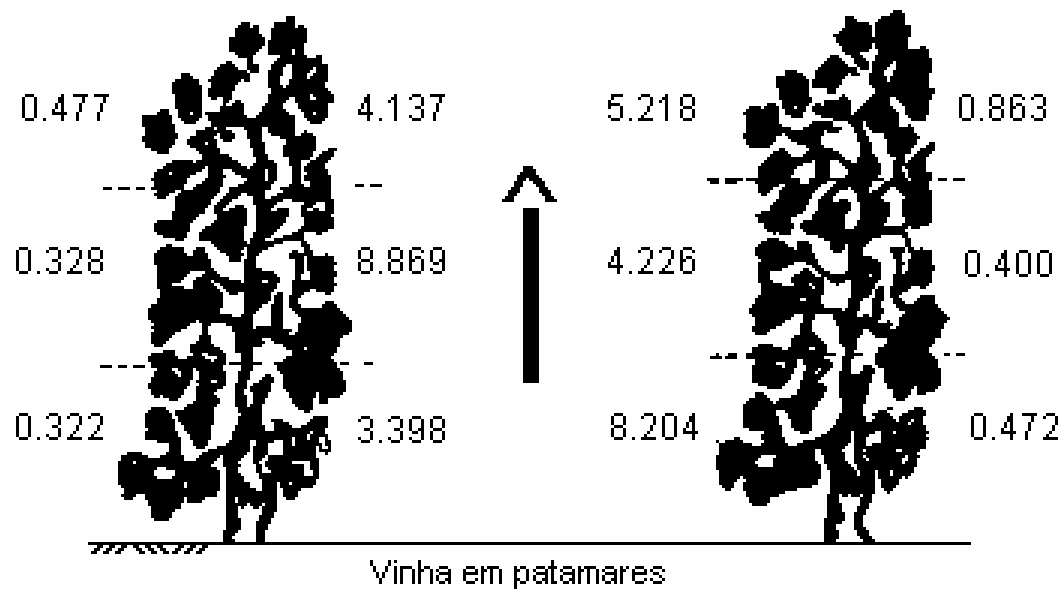
Quadro 3. Débitos (l/ha) obtidos com 5 bar

se / ce nmb/mb	-18%		-8%		0%		8%		18%	
	1,0	1,2	1,0	1,2	1,0	1,2	1,0	1,2	1,0	1,2
se-nmb	512,67	-	523,93	701,33	569,50	724,00	567,14	762,67	564,00	732,67
se-mb	552,67	717,33	554,00	708,00	589,50	728,00	595,00	752,00	606,00	793,07
ce-nmb	497,33	498,67	501,33	497,33	500,00	501,33	504,00	506,67	506,67	504,00
ce-mb	500,00	494,67	497,33	497,33	505,33	502,67	509,33	509,33	504,00	510,67

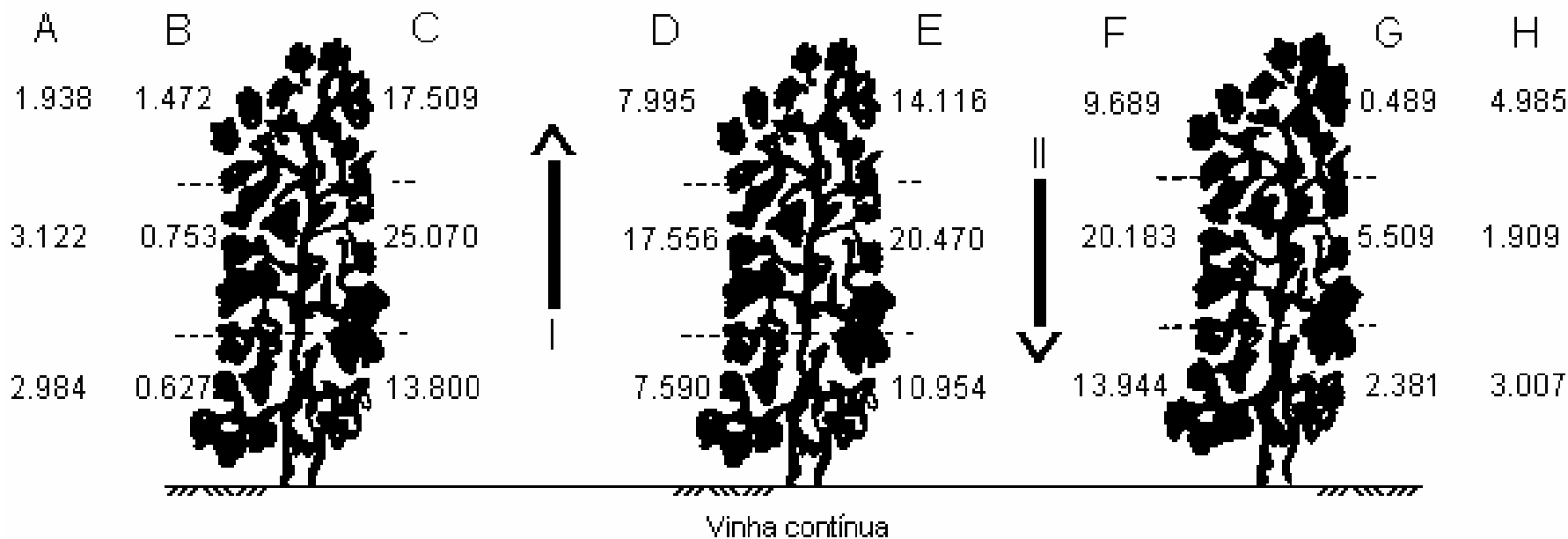
Aplicação de pesticidas com pulverizadores centrífugos de jacto transportado na região Demarcada do Douro (1995)



Bico rotativo



Quantidade de cobre depositada em diferentes zonas dos bardos, numa vinha instalada em patamares



Quantidade de cobre depositada em diferentes zonas dos bardos de uma vinha contínua

Aplicação de fungicidas com meios aéreos na Região Demarcada do Douro. (1997)

Débitos do pulverizador:

Ensaio 1:

- débito do pulverizador 94 l / min; (obtido a 53 psi = 3.7 bar)**
- débito / ha 35 l;**
- a velocidade de deslocamento 40 milhas (64 km/h).**

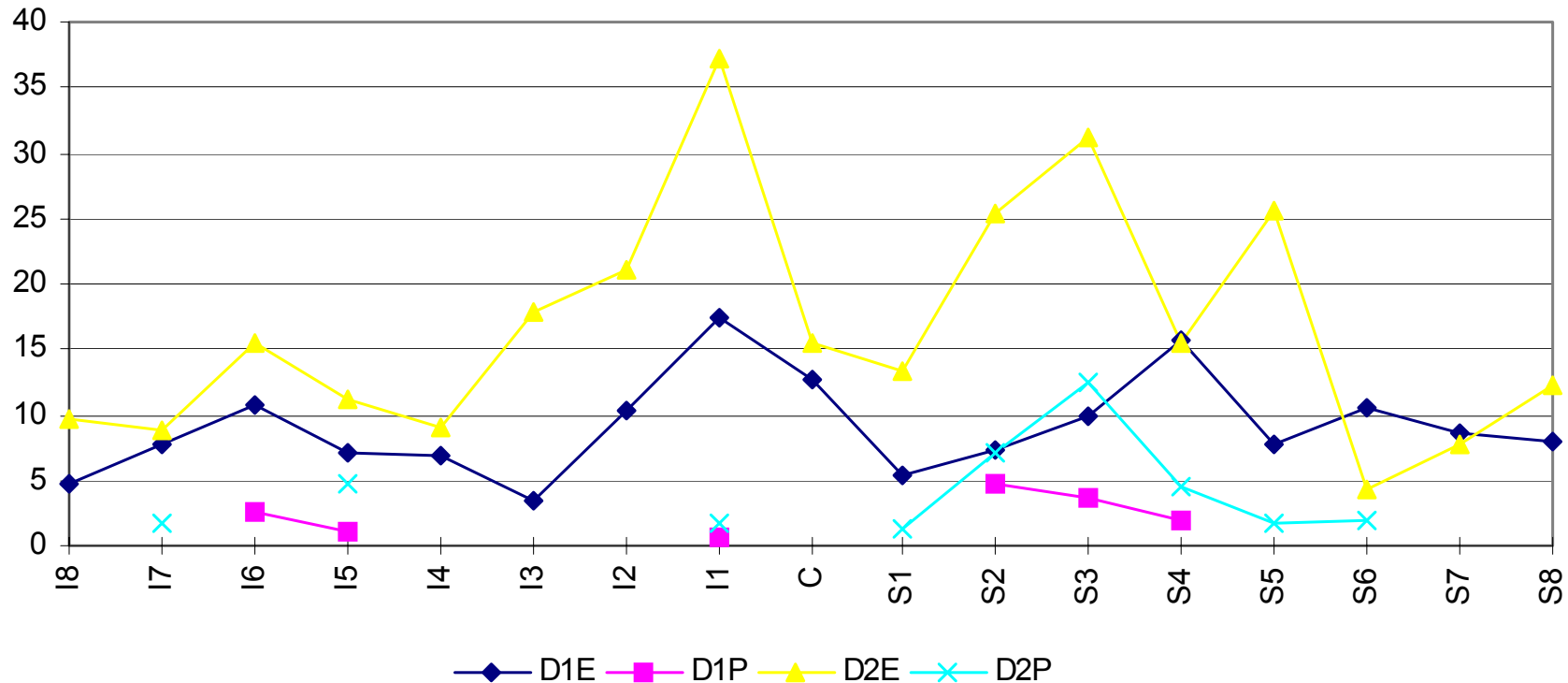
Ensaio 2:

- débito do pulverizador 75 l/min (obtido a 40 psi = 2.8 bar);**
- débito / ha 25 l;**
- velocidade de deslocamento 64 km /h.**

Velocidade do ar do ventilador ao nível dos cachos:

Ensaio 1 - 0 m/s; Ensaio 2 - 0.6 m/s

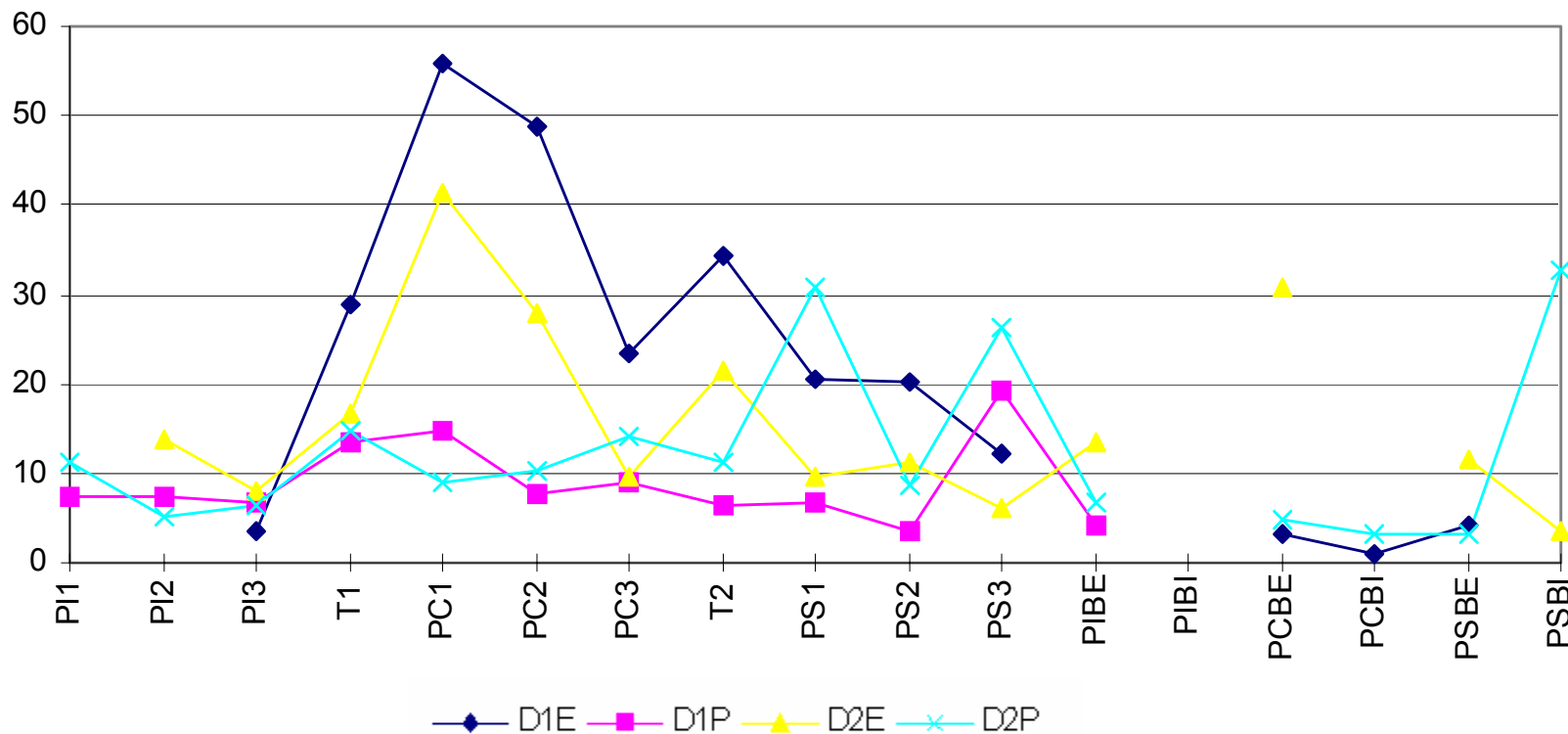
Número de impactos no solo (estacas) e plantas numa vinha tradicional, utilizando dois débitos / ha



D- débitos; P- plantas, E- estacas

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

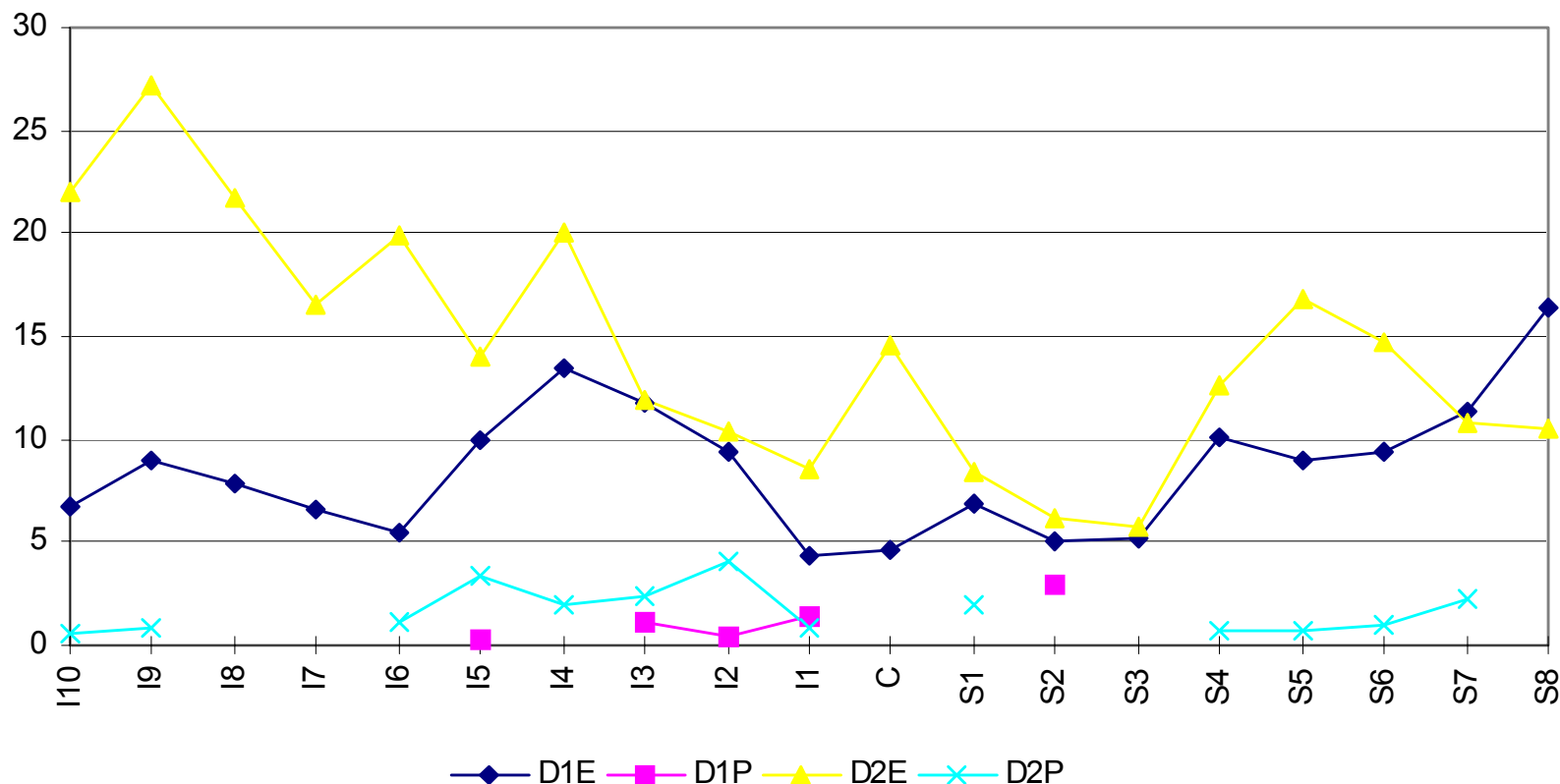
Número de impactos no solo (estacas) e plantas numa vinha em patamares, utilizando dois débitos / ha



D- débitos; P- plantas, E- estacas

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

**Número de impactos no solo (estacas) e plantas numa vinha “ao alto”,
utilizando dois débitos / ha**



D- débitos; P- plantas, E- estacas

Mecanização das vinhas tradicionais da Região Demarcada do Douro (1997-2000)

Características:

- ventilador axial de accionamento mecânico, através da TDF, com 500 mm de diâmetro, oito pás orientáveis e um sistema de multiplicação do regime;
- accionamento da bomba por motor hidráulico;
- reservatório com uma capacidade de 200 l;
- retorno assegurado por um circuito principal e um secundário cujo comando é efectuado por uma electroválvula que se abre e fecha através de dois botões colocados junto ao operador no dispositivo de controlo “Tachotron TZ84”;
- dez bicos (cinco de cada lado), montados em 4 sectores de funcionamento independente. Os sectores inferiores têm dois bicos cada e os superiores três;
- uma saída para ligação de uma mangueira para utilização de um outro elemento de pulverização como, por exemplo, uma pistola;
- bomba de êmbolos com um débito máximo de 30 L/mn a 30 bar



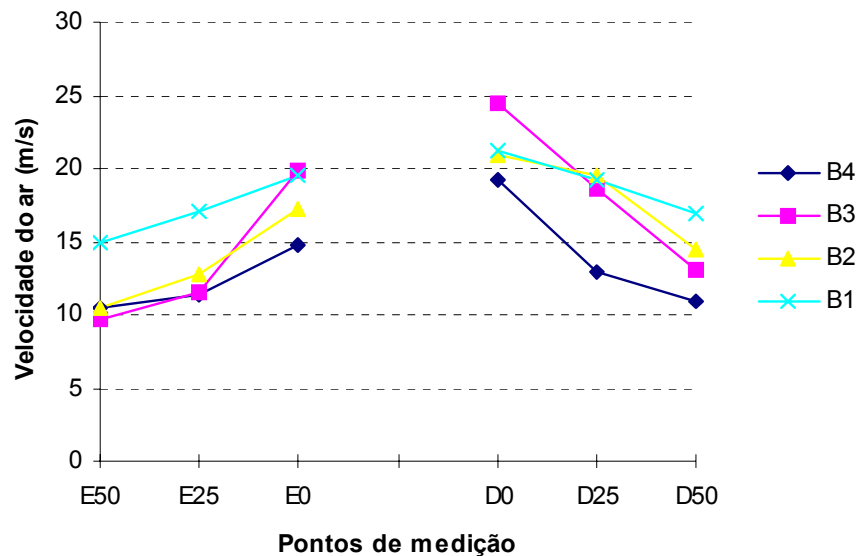
Alterações efectuadas:

- colocação de um deflector entre o último (o mais afastado do solo e não utilizado) e o penúltimo bico de cada sector, por forma a diminuir o ângulo de saída da corrente de ar, ajustando-o à altura da vegetação;**
- montagem de deflectores entre os restantes bicos por forma a direccionar as correntes de ar, tornando mais uniforme a sua distribuição em toda a parede da vegetação;**
- regulação da posição das pás do ventilador para a posição mínima (a base de cada pá fica encostada à base da pá seguinte), por forma a reduzir ao mínimo a velocidade do ar. A velocidade do ar é, como se pode observar nos resultados, ainda superior à aconselhada na bibliografia para estas situações;**
- anulação do bico mais afastado do solo de cada sector.**

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Resultados das medições efectuadas no circuito do ar depois de feitas as alterações julgadas necessárias

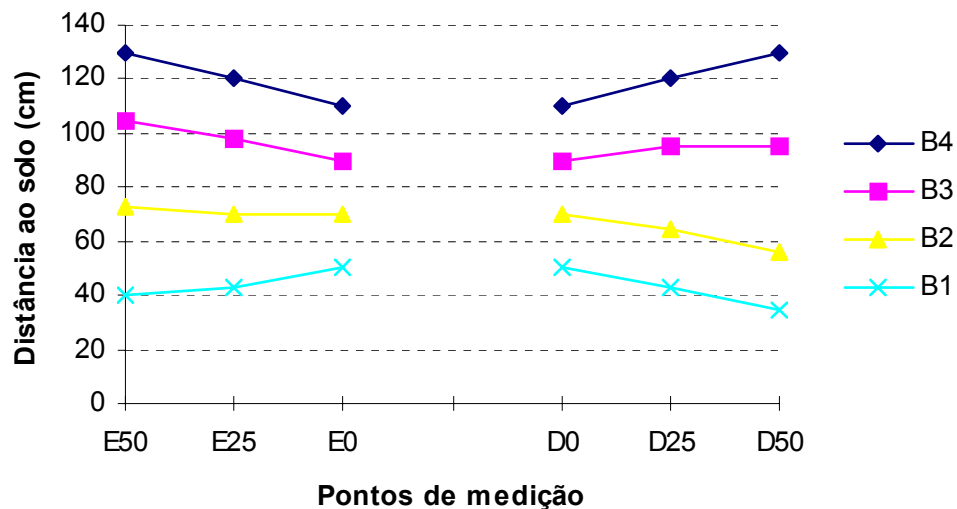
Velocidade do ar (m/s) na direcção dos fios dos bicos (pás do ventilador no mínimo)						
	E50	E25	E0	D0	D25	D50
B4	10.4	11.4	14.8	19.3	12.9	10.9
B3	9.7	11.6	19.9	24.5	18.6	13.1
B2	10.4	12.7	17.3	20.9	19.5	14.5
B1	14.9	17.1	19.5	21.2	19.2	16.9



Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Resultados das medições efectuadas no circuito do ar depois de feitas as alterações julgadas necessárias (cont)

Distância ao solo (cm) do fio, a várias distâncias dos bicos (pás do ventilador no mínimo)						
	E50	E25	E0	D0	D25	D50
B4	130	120	110	110	120	130
B3	105	98	90	90	95	95
B2	73	70	70	70	64	56
B1	40	43	50	50	43	35

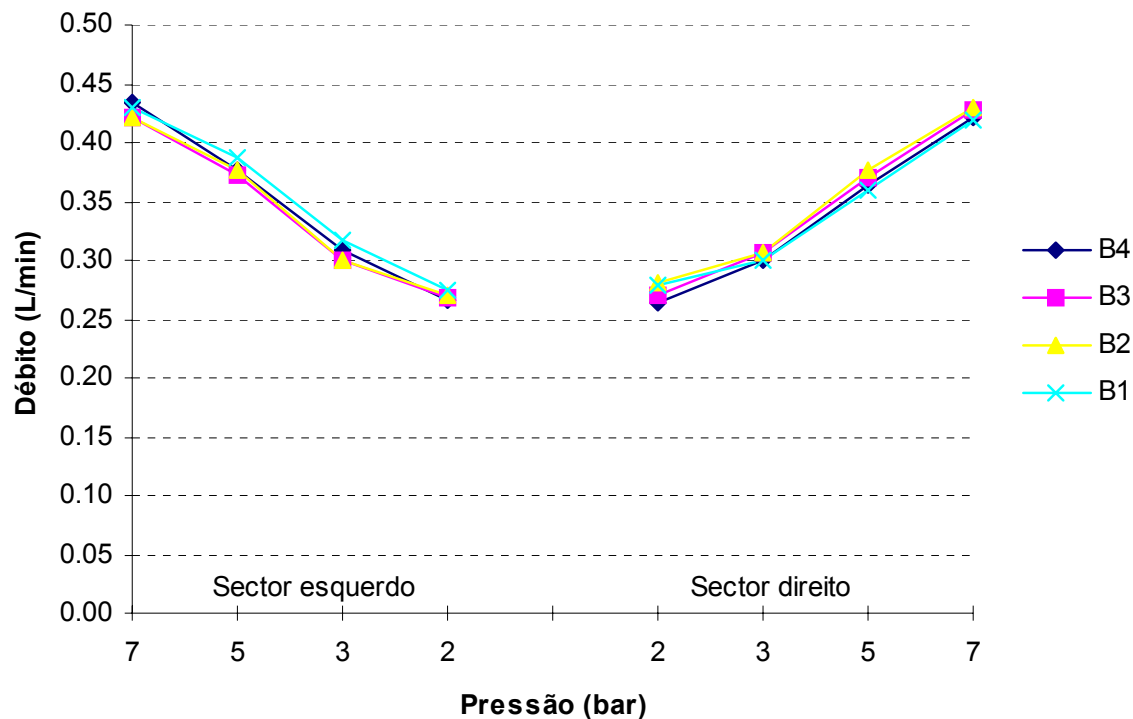


Resultados das medições efectuadas no circuito da calda depois de feitas as alterações julgadas necessárias

	Sector esquerdo				Sector direito			
	7	5	3	2	2	3	5	7
B4	0.43	0.38	0.31	0.27	0.26	0.30	0.36	0.42
B3	0.42	0.37	0.30	0.27	0.27	0.31	0.37	0.43
B2	0.42	0.38	0.30	0.27	0.28	0.31	0.38	0.43
B1	0.43	0.39	0.32	0.27	0.28	0.30	0.36	0.42
Média	0.43	0.38	0.31	0.27	0.27	0.30	0.37	0.42
Total	1.71	1.51	1.23	1.08	1.09	1.21	1.47	1.70

Débito, em L/min, dos vários bicos de cada sector a diferentes pressões

Resultados das medições efectuadas no circuito da calda depois de feitas as alterações julgadas necessárias



Débito, em L/min, dos vários bicos de cada sector a diferentes pressões

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Débito dos diferentes bicos, em L/min, e débitos por hectare, L/ha, para diferentes velocidades e pressões, considerando uma largura de trabalho de 1.70 m.

	Sector esquerdo + sector direito			
	2	3	5	7
B4	0.53	0.61	0.74	0.86
B3	0.54	0.61	0.74	0.85
B2	0.55	0.61	0.75	0.85
B1	0.55	0.62	0.75	0.85
Média	0.54	0.61	0.75	0.85
Total	2.17	2.44	2.98	3.41
L/ha(3 km/)	255	287	351	401
L/ha(4 km/)	191	215	263	300
L/ha(5 km/)	153	172	211	240

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Bibliografia

Santos, F. (1992). [Estudo e adaptação de um pulverizador de jacto transportado à cultura da vinha instalada em patamares na Região Demarcada do Douro](#). UTAD. 256 pp

Santos, F. (1994). [Técnicas de pulverização e transporte de gotas](#). Vida Rural. Fevereiro: 23 - 28

Santos, F. (1996). [Equipamentos para tratamento das culturas](#). Série Didáctica - Ciências Aplicadas nº 61. UTAD. Vila Real. 61 pp

Santos, F. (1996). [Os sistemas de regulação de débito nos pulverizadores](#). Norte Agrícola 26-27: 8-9. Vila do Conde

Santos, F. (1996). [Utilização de pulverizadores centrífugos de jacto transportado na cultura da vinha](#). Vila Real. UTAD. 10 pp.

Santos, F. (1996). [Mecanização da cultura da vinha](#). Série Didáctica - Ciências Aplicadas nº 76. UTAD. Vila Real. 40 pp

Santos, F.(1997). [Aplicação de fungicidas com meios aéreos](#). (versão provisória). Vila Real.UTAD.20 pp.

Santos, F. (1997). [Contribuição para a mecanização das vinhas tradicionais da Região Demarcada do Douro](#). Vida Rural - Especial Máquinas Agrícolas. Fevereiro de 1997: 26-30

Bibliografia (cont)

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

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

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

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

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

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

