

A ESCOLHA DOS EQUIPAMENTOS DE PULVERIZAÇÃO

(Adaptação do Livro: Choisir les outils de pulverisation - ITCF)

**Fernando Santos
UTAD**

Principais aspectos a considerar no tratamento das culturas:

A - Características dos produtos

B - Princípios de pulverização e regulação

C - Critérios de escolha dos pulverizadores

D - Componentes dos pulverizadores

E - Outros tipos de pulverizadores

F - Regulação e manutenção dos pulverizadores.

A- Características dos produtos

A.1- Informações técnicas:

A.1.1- Utilização.

Para que culturas, inimigos, infestantes, etc.

A.1.2- Doses autorizadas e preconizadas ([A.1.2](#))

As doses autorizadas, que constam do registo de homologação do produto, expressas em L ou Kg/ ha, são seguras para o utilizador e eficazes para as condições definidas pelo utilizador.

As doses preconizadas, são determinadas tendo em consideração as condições particulares, variando o seu valor entre um mínimo e um máximo.

A.1.3- Condições de aplicação

Onde, quando e como o produto deve ser utilizado para se obter a máxima eficácia e segurança.

A.1.3.1- O solo

Importância das características do solo (textura, estrutura e teor de mo) na eficácia dos herbicidas. ([A.1.3.1](#))

A.1.3.2- O clima.

Os factores climáticos mais relevantes para a aplicação são:

- temperatura.
- humidade.
- a chuva.
- a luz.
- o vento.

A.1.4- Modo de emprego.

Conselhos práticos para a preparação, mistura e aplicação dos produtos

A.1.4.1- Precauções e contra - indicações:

- utilização de herbicidas à base de hormonas próximo de culturas sensíveis,**
- protecção de certos insectos;**
- limpeza do pulverizador após a utilização de produtos.**

A.1.4.2- Volume de calda a aplicar por hectare:

- pulverizadores clássicos. Não utilizar baixos volumes pois podem-se entupir os bicos, obter baixa taxa de cobertura, provocar deriva, etc.**
- pulverizadores de baixo volume. Não baixar demasiado os volumes (< 25 L/ha) porque a repartição torna-se irregular.**

A.1.5- A mistura dos produtos; suas vantagens e inconvenientes.

Vantagens:

- economia de tempo e trabalho;**
- diminuição do custo da energia;**
- redução do número de passagens na parcela.**

Inconvenientes:

- insuficiente conhecimento da compatibilidade físico-química das misturas;**
- eficácia biológica dos produtos não assegurada;**
- não acordo do estado da cultura em relação aos componentes da mistura.**

A.1.5.1- Compatibilidade agronómica e técnica

A compatibilidade agronómica e técnica deve ser analisada na parcela em função do estado de desenvolvimento da cultura e da possibilidade de utilização dos produtos.

A.1.5.2- Compatibilidade física

Permitir obter uma calda homogénea quando se misturam produtos na água.

A.1.5.3- Compatibilidade química

É difícil de observar visualmente pois as reacções podem destruir os componentes sem esta se manifestar.

A.1.5.4- Compatibilidade biológica.

A incompatibilidade biológica pode originar uma má selectividade (queima) da mistura o que pode não acontecer quando os produtos são aplicados separadamente.

Esta característica depende muito das condições climáticas existentes durante ou depois da aplicação.

A possibilidade de mistura de produtos do mesmo fabricante são, geralmente, mencionados nas embalagens.

A.2- Informações gerais

A.2.1- Produto comercial;

Os produtos comerciais compõem-se de uma ou várias substâncias activas, associadas a um certo número de cargas inertes e de adjuvantes, cuja natureza varia em função das propriedades físico - químicas das matérias activas e do tipo de formulação desejado.

Os teores de substância activa exprimem-se em % para os sólidos, e em g/L para os líquidos

A.2.2- Categorias dos produtos fitossanitários;

Produto fitossanitário - é uma preparação que permite lutar contra os inimigos das culturas ou dos produtos já colhidos ou de actuar sobre a fisiologia das plantas.

A Comissão dos Ensaio Biológicos (CEB) propõe os nomes seguintes para definição das diferentes categorias de produtos. ([A.2.2](#))

A.2.3- Formulações

A formulação consiste em juntar a uma substância activa cargas inertes e adjuvantes de forma a obter um produto formulado.

Principais formulações (existem + de 60) - [A.2.3](#)

Principais tipos de adjuvantes - [A.2.3\(1\)](#)

(estes adjuvantes são incorporados durante o fabrico pelo que não devem ser confundidos com os aditivos que se juntam quando da preparação da calda)

A.2.4- Substâncias activas (sa) ([A.2.4](#))

As sa são classificadas conforme a sua estrutura química constituindo famílias que têm modos de acção iguais. Para evitar criar resistências devem ser utilizadas sa com diferentes modos de acção.

A.2.5- Condicionamento dos produtos

A embalagem dos produtos é adaptada à sua natureza de forma a permitir o seu transporte, manutenção e conservação.

A.3- Informação toxicológica

A comercialização e utilização dos produtos tem de ter uma autorização de venda, que é emitida depois de efectuados exames toxicológicos e biológicos

A.3.1- Símbolos e indicações ([A.3.1](#))

A perigosidade a que os utilizadores estão sujeitos quando da utilização dos produtos é apresentada por símbolos.

A.3.2- Frases de risco

A cada símbolo são acrescentadas frases a indicar o risco de utilização.
Algumas frases são obrigatórias.

A.3.3- Conselhos de prudência

Para além das frases de risco, as embalagens podem incluir conselhos que indicam as precauções que devem ser tomadas durante o armazenamento e utilização dos produtos.

Exemplo:

S2- Conservar fora do alcance das crianças

B - Princípios de pulverização e regulação

A pulverização consiste:

- na divisão do líquido em gotas;
- no transporte dessas gotas;
- na repartição e dosagem dum volume de líquido numa dada área.

B.1- A pulverização; aspectos gerais.

B.1.1- Pulverização por pressão do líquido

O líquido ao ser submetido a uma pressão, conferida por uma bomba é, quando da saída através de um bico, dividido em gotas; a divisão é tanto maior quanto maior for a diferença de pressão relativamente à atmosfera. As gotas são tanto mais finas quanto menor for a dimensão do orifício do bico e a diferença de pressão.

120 - 400 μm para uma pressão ± 5 bar;

85 - 250 μm para uma pressão ± 15 bar;

70 - 200 μm para uma pressão ± 30 bar.

Para pressões superiores a 30 bar o efeito da pressão torna-se menos evidente sendo, técnica e economicamente desaconselhável.

Na pulverização por pressão e jacto projectado a energia necessária para transportar as gotas dos bicos até ao objecto é directamente fornecida pela pressão do líquido.

Na pulverização por pressão e jacto transportado o transporte das gotas é assegurado por uma corrente de ar; este sistema permite uma melhor penetração no interior da vegetação.

B.1.2- Pulverização pneumática.

A pulverização resulta do choque de uma corrente de ar com um fio líquido que assegura igualmente o transporte das gotas. Os ventiladores utilizados permitem obter uma corrente de baixa pressão e grande velocidade.

B.1.3- Pulverização centrífuga

A pulverização é obtida pela deposição do líquido num disco que gira a grande velocidade.

B.1.4- Humidificação

Técnica utilizada para aplicação de herbicidas sistémicos, que consiste em utilizar cordas montadas numa rampa que, ao entrar em contacto com as plantas, aplicam o herbicida de que estão embebidas.

B.1.5- Outros princípios de pulverização

- **electrodinâmica** - utiliza a energia eléctrica para dividir o líquido em gotas, carregando-as electricamente assegurando assim o seu transporte. Estes pulverizadores tem um bico especial carregado com uma corrente de alta tensão que divide o filete líquido em gotas de pequena dimensão e grande homogeneidade;
- **térmica**- utiliza uma corrente de ar quente para pulverizar um líquido.

B.2- A regulação; aspectos gerais.

A eficácia técnica e económica de um tratamento resulta da conjugação dos seguintes factores:

- oportunidade da intervenção;**
- escolha dos produtos e suas doses;**
- precisão do tratamento que depende da escolha do aparelho e sua regulação.**

Objectivos da regulação:

- homogeneidade da repartição;**
- ajuste do volume determinado à unidade de superfície;**
- manutenção das características da pulverização.**

B.2.1- Homogeneidade da repartição

Os principais factores que condicionam esta característica são:

- o estado dos bicos;**
- a distancia dos bicos em relação ao objecto;**
- a distância entre as passagens consecutivas.**

B.2.2- Ajuste do volume determinado à unidade de superfície

Diferentes situações:

- pulverização por pressão do líquido e jacto projectado;

Nesta situação a pressão fornecida pela bomba divide o líquido em gotas mais ou menos finas que adquirem uma velocidade que depende do seu tamanho e com um débito função desta pressão. ([B.2.2.1](#)) ([B.2.2.2](#))

Pulverização a pressão constante - mantém as características das gotas mas varia o volume por unidade de superfície;

Pulverização a pressão variável - as características das gotas variam mas o volume a aplicar por unidade de superfície mantém-se.

- pulverização pneumática de jacto transportado;

Esta situação é idêntica à anterior pois as características das gotas e o volume espalhado dependem da pressão do líquido, que é baixa, e do débito do ar, que é elevado.

- pulverização centrífuga;

A dimensão das gotas é determinada pela velocidade de rotação dos bicos; a regulação consiste em manter o volume por hectare a aplicar igual ao determinado.

B.2.3- Manutenção das características do líquido

A instabilidade das características das caldas conduz:

- ineficácia ou fitotoxicidade localizada;**
- gasto de produto;**
- risco de teores elevados de resíduos assim como ao risco de poluição do meio.**

Causas de instabilidade das caldas:

- incompatibilidade entre formulações;**
- preparação das caldas;**
- aumento da concentração ou falta de agitação, resultante da diminuição do volume de calda a aplicar por hectare.**

C - Critérios de escolha dos pulverizadores

Aspectos técnicos e económicos a considerar na escolha de um pulverizador:

C.1- Escolha da capacidade da cuba;

A escolha é função:

- da superfície a tratar nos períodos de ponta;**
- da dimensão das parcelas, especialmente do seu comprimento;**
- do volume / ha a aplicar;**
- da dispersão das parcelas, que condiciona o tempo de aplicação, enchimento e transporte.**

Capacidade mínima - é função do comprimento da parcela, devendo permitir tratar, pelo menos, um trajecto de ida e volta.

Capacidade máxima - depende principalmente da potência do tractor e do custo de aquisição.

Capacidade ideal - corresponde à adaptação entre as necessidades determinadas, por exemplo, através de registos, e os recursos disponíveis definidos para os períodos de ponta como, por exemplo, os dias disponíveis e tempo das pulverizações.

C.2- Escolha da categoria do pulverizador. ([C.2](#))

As categorias dos pulverizadores são definidas em função da sua posição, tipo de reservatório, tipo de rampa e quadro. As principais categorias são:

C.2.1- Pulverizadores montados ([C.2.1](#))

Toda a massa (peso) é suportada pelo tractor.

A capacidade do reservatório varia de 200 - 1500 L e a largura da rampa de 6 - 28 m.

C.2.2- Pulverizadores rebocados ([C.2.2](#))

Os pulverizadores rebocados têm reservatórios com capacidades que variam entre 1500 - 4500 L e larguras de rampa de 12 - 36 m.

C.2.3- Pulverizadores integrais ([C.2.3](#))

São pulverizadores concebidos para serem montados em tractores porta-alfaias. Têm capacidades de reservatório de 1500 - 2500 L e rampas de 12 - 28 m.

C.2.4- Pulverizadores automotrizes ([C.2.4](#))

Estes equipamentos são concebidos só para a pulverização. São geralmente de 4RM sendo todas as rodas direccionais para diminuir o raio de viragem. A capacidade do reservatório é > 800 L, as rampas > 18 m e podem atingir velocidades de 20 – 25 km/h, o que permite aplicar 40 – 80 l/ha.

C.2.5- Pulverizadores localizadores ([C.2.5](#))

Estes equipamentos permitem localizar os pesticidas nomeadamente:

- na linha, para proteger as jovens plantas da concorrência das infestantes;
- na interlinha, para aplicar herbicidas pouco específicos.

Para evitar a deriva dos produtos estes equipamentos têm ecrans, bicos especiais ou utilizam pressões muito baixas.

C.2.6- Pulverizadores combinados ([C.2.6](#))

Um pulverizador montado num sachador permite fazer uma sacha mecânica na interlinha e uma química na linha.

C.2.7- Pulverizadores “enjambeurs” ([C.2.7](#))

Os “enjambeurs” são pulverizadores automotrizes que permitem tratar vegetação alta como por exemplo a vinha e milho.

C.2.8- Veículos todo o terreno

C.2.9- Pulverizadores volantes

C.3- Escolha do princípio de pulverização (C.3)

O princípio de pulverização condiciona a qualidade da repartição dos pesticidas. Esta escolha depende, em grande parte, do volume/ha a aplicar.

C.4- Escolha da largura da rampa

A escolha da largura da rampa condiciona o tempo de aplicação.

C.5- Escolha do tipo e débito da bomba.

Funções das bombas:

- debitar, por unidade de tempo, com uma dada pressão, uma determinada quantidade de líquido ;
- encher o reservatório com a ajuda de um hidroinjector;
- agitar o líquido na cuba para manter a homogeneização da calda

C.6- Escolha do sistema de regulação. (C.6)

A escolha do sistema de regulação é um compromisso entre:

- a manutenção das características das gotas com modificação do volume / há se a velocidade de avanço se altera;
- a manutenção do volume / ha mas com modificações ao nível das características das gotas

Se a velocidade do equipamento se mantém constante o sistema de regulação a pressão constante é o indicado mas, se a velocidade varia, deve-se optar pelo sistema de volume constante.

C.7- Escolha dos bicos. (C.7)

A qualidade da repartição das gotas depende do tipo e qualidade dos bicos

C.8- Escolha do sistema de suspensão da rampa. (C.8)

O tipo de suspensão da rampa condiciona a qualidade da repartição longitudinal e lateral da calda

D - Componentes dos pulverizadores

D.1- O circuito da calda

D.1.1- Cuba

A cuba serve para a preparação, homogeneização e transporte da calda.

Os materiais utilizados no seu fabrico são:

- o polietileno. Este material devido à ausência de rugosidade, reduz a aderência dos produtos e facilita a limpeza;
- o poliéster estratificado, reforçado por fibras de vidro. Este material é mais utilizado em reservatórios de elevada capacidade.

Reservatório (características):

- assegurar o seu esvaziamento completo;
- dispor de uma zona no fundo que assegure a alimentação da calda por forma a evitar a sucção de ar pela bomba;
- não ter zonas mortas para impedir a acumulação de depósitos e facilitar a homogeneização;
- ter as paredes interiores lisas para facilitar a sua limpeza;
- possuir orifícios de enchimento e vazamento acessíveis.

A cuba, cuja capacidade é muito variável ([D.1.1](#)), deve ter um respirador para evitar a depressão resultante da aspiração da calda.

D.1.1.1- Reservatório; equipamentos funcionais: ([D.1.1.1](#))

- medidores de nível;
- sistemas de agitação (mecânicos, hidráulicos com retorno à cuba, hidráulico com circuito de agitação próprio, hidromecânico)
- sistema de vazamento

D.1.1.2- Reservatório; equipamentos complementares: ([D.1.1.2](#))

- reservatório de limpeza;
- reservatório lava mãos;
- câmara de enchimento;
- tomada de água;
- misturador no filtro;
- hidroinjector

D.1.2- Filtros

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

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

A filtração é particularmente importante na aplicação dos baixos volumes.

D.1.2.1- Características dos filtros

As principais características dos filtros são:

- estarem acessíveis, para facilitar a sua manutenção;
- estarem adaptados às necessidades da pulverização, ou seja:
 - a dimensão da superfície filtrante deve estar de acordo com o volume;
 - a malha do filtro deve estar de acordo com o tipo de produto (pesticidas em pó obstruem com mais facilidade os filtros;
 - ao débito do líquido a filtrar;
 - ao tipo de calda;
 - à dimensão dos bicos. Os bicos de 110° entopem com mais facilidade que os de 80°.

D.1.2.2- Colocação dos filtros ([D.1.2.2](#))

O número e colocação dos filtros varia, podendo haver 3 - 5 níveis de filtração, desde o enchimento até à chegada do produto à planta.

Diferentes níveis de filtragem:

- aspiração;
- enchimento;
- à saída da bomba;
- na rampa;
- nos bicos.

Aspiração ([D.1.2.2.1](#))

Os filtros situados ao nível da aspiração devem:

- terem uma superfície suficiente para não provocarem perdas de carga importantes o que diminuiria o débito da bomba;
- ter uma malha com uma dimensão que seja função do volume/há a aplicar e da dimensão dos bicos;
- ser acessíveis para facilitar a sua manutenção.

Enchimento ([D.1.2.2.2](#))

Esta filtragem, ao nível do orifício de enchimento, efectua-se com uma malha de 800 - 1000 μ e com grande superfície filtrante, que permite reter as partículas de maior dimensão.

À saída da bomba ([D.1.2.2.3](#))

Impedir a passagem de partículas finas não filtradas pelo filtro de aspiração para evitar o entupimento dos bicos.

Quando colocado antes do sistema de regulação, o seu entupimento condiciona a qualidade da pulverização. A malha da rede varia de 300 – 500 μ .

Alguns destes filtros tem auto-limpeza para o que utiliza a velocidade da calda para impedir o depósito das impurezas.

Na rampa ([D.1.2.2.4](#))

São montados em cada troço da rampa. Na aplicação de baixos volumes o seu estado de limpeza é fundamental pois, caso contrário, originam perdas de carga que acarretam variações de débito. A malha destes filtros varia de 150 - 300 μ

Nos bicos ([D.1.2.2.5](#))

A obstrução parcial destes filtros provoca heterogeneidades do jacto. Estes filtros são, geralmente, de auto-limpeza e antigota.

Características dos filtros em função do débito dos bicos ([D.1.2.3](#))

D.1.3- Tipos de circulação do líquido

Existem três tipos de circulação do líquido:

- descontínua
- semi - contínua
- contínua

Circulação descontínua ([D.1.3.1](#))

É a mais utilizada, conduzindo o corte da alimentação de uma das partes da rampa à interrupção da circulação em toda a rampa. Os produtos em suspensão tem tendência a sedimentar e a provocar o entupimento dos bicos.

Circulação semi - contínua ([D.1.3.2](#))

A extremidade de cada secto da rampa está ligada à cuba por intermédio de um orifício calibrado que assegura o escoamento permanente do líquido durante a pulverização evitando-se, assim, a sedimentação das impurezas.

Circulação contínua ([D.1.3.3](#))

Nesta situação a interrupção do circuito é efectuada ao nível de cada bico. O líquido está sempre em circulação por intermédio de um orifício calibrado situado no topo da rampa. Não há riscos de sedimentação das impurezas.

D.1.4- Sistema de distribuição e válvulas

Permite controlar a circulação do líquido nas condutas e rampa do pulverizador. Controlam os cortes para os sectores das rampas, de todo o circuito e de todas as circulações anexas.

As válvulas são de metal tratado (geralmente aço) contra a corrosão e resistente à abrasão.

Tipos de comando

- Manual. É o tipo mais simples e barato ([D.1.4.1](#))
- Mecânica. Utiliza um cabo para comando da válvula, a partir da cabina ([D.1.4.2](#))
- Eléctrico. O accionamento das válvulas é efectuado por um electro-iman ou por um motor eléctrico. Este sistema permite um corte muito mais rápido que os anteriores, mas exige uma limpeza muito rigorosa dos circuito, por forma a evitar-se os depósitos que conduzem a bloqueios e riscos de corrosão ([D.1.4.3](#))
- Pneumático. Utiliza ar comprimido o que permite o accionamento à distância. ([D.1.4.4](#))
- Hidráulico. Utiliza um sistema hidráulico sob pressão que actua numa válvula para abrir e fechar o circuito ([D.1.4.5](#))

Tipos de válvulas

As válvulas servem para abrir ou fechar um circuito ou para orientar o líquido para outro circuito.

- válvulas de duas vias. Servem para abrir ou fechar o circuito. Válvulas de chapéu e esféricas. ([D.1.4.6](#))

- Válvulas de três vias. Servem para orientar o líquido para uma ou mais direcções. ([D.1.4.7](#))

Bloco distribuidor

Alguns pulverizadores têm as válvulas e o sistema de regulação agrupados num mesmo bloco.

D.1.5- Canalizações

As canalizações devem apresentar uma elevada resistência à abrasão e corrosão. As condutas maleáveis são, geralmente, constituídas por polietileno armado. Devido à sua sensibilidade às pulsações é necessário fixá-las para se evitar o atrito.

Ao montar as canalizações é fundamental não formar curvas apertadas para não dificultar o escoamento do líquido.

D.1.6- Bombas

As bombas são um dos elementos principais dos pulverizadores.

A sua função é:

- debitar, por unidade de tempo, uma determinada quantidade de líquido com uma dada pressão;
- encher o pulverizador;
- agitar o líquido na cuba.

Conforme a sua utilização têm-se dois tipos de bombas:

- bombas de pulverização;
- bombas específicas para enchimento, agitação etc.

B.1.6.1- Bombas de pulverização

Nestas bombas existem dois processos de conferir pressão ao líquido:

- pela variação de um volume no qual o líquido é aprisionado. Estas bombas designam-se por volumétricas ou semi-volumétricas. Exemplo das bombas de êmbolos e êmbolo membrana;
- pela velocidade que conferem ao líquido, devido à grande velocidade de rotação de um rotor. Exemplo das bombas centrífugas

D.1.6.1.1- Bomba de êmbolo (s) ([D.1.6.1.1](#)).

Estas bombas podem ser de simples efeito ou duplo efeito.

Nas bombas de simples efeito apenas se verifica uma saída de líquido por cada curso do êmbolo e na de duplo efeito existem duas

Este tipo de bomba, mesmo com um número reduzido de êmbolos, permite obter pressões elevadas (40 bar) e débitos de 20 - 350 L/min. A potência consumida varia de 3 - 30 cv, conforme o número de cilindros e sua capacidade.

D.1.6.1.2- Bomba de êmbolo membrana ([D.1.6.1.2](#))

Nestas bombas a deformação de uma membrana, provocada pelo deslocamento de um êmbolo, provoca a aspiração e saída da calda.

D.1.6.1.3- Bomba centrífuga ([D.1.6.1.3](#))

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

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

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

B.1.6.2- Bombas específicas

Este tipo de bombas são mais frequentes nos pulverizadores de grande capacidade.

Exemplos:

- bombas de enchimento e agitação. São, geralmente, bombas do tipo centrífugo.
- bombas de pulverização - regulação. São bombas que pulverizam e asseguram a regulação do volume a aplicar em função da velocidade de deslocamento. Exemplo das bombas de êmbolo de curso variável e e velocidade de rotação variável.

Escolha e comparação dos diferentes tipos de bombas

Comparando as curvas de débito - pressão ([D.1.6.1](#)) constata-se:

- o débito de uma bomba de êmbolos é pouco influenciada pela elevação da pressão, é proporcional ao regime de accionamento;
- o débito de uma bomba de êmbolo - membrana é ligeiramente influenciado pela elevação da pressão.

O débito de uma bomba é dado por:

$$d \text{ (l/min)} = (q * L * V) / 600$$

q- Volume/ha (l/ha); L- Largura da rampa (m); V- Velocidade (km/h)

Ao débito da bomba determinado pela fórmula anterior deve-se aumentar:

- 10 % para assegurar o funcionamento correcto da regulação e ter em consideração as perdas de prestação resultantes do desgaste;
- 5 % da capacidade da cuba, desde que a agitação seja feita pelo retorno.

Equipamentos funcionais:

- Amortecedor. Permitem atenuar as irregularidades de funcionamento das bombas; a sua importância é tanto maior quanto menor for o número de elementos das bombas. O amortecedor hidráulico é uma campânula metálica contendo ar que absorve as variações de pressão resultantes do funcionamento das bombas. ([D.1.6.2](#))

Manómetro- Permite controlar a pressão na câmara de ar do amortecedor.

Caixa de velocidades - Alguns pulverizadores têm as bombas accionadas não directamente da TDF mas de uma caixa de velocidades accionada por aquela.

D.2- A regulação dos débitos

D.2.1- Princípio da regulação

A regulação do débito baseia-se nos seguintes parâmetros:

- pressão, fornecida pela bomba e medida no circuito ou nos bicos;
- débito dos bicos ou da rampa
- velocidade de avanço do pulverizador.

Estas variáveis conjugam-se na seguinte fórmula:

$$V \text{ (L/ha)} = 600 * d \text{ (l/min)} / l \text{ (m)} * v \text{ (km/h)}$$

V- Volume/ha; d- Débito do pulverizador; l- Largura de trabalho; v- Velocidade de trabalho.

Débito (L/min) = k * Pressão (bar)^{1/2} > k depende do tipo de bico

Pressão (bar) = k * Velocidade² (km/h) > k depende do pulverizador

Os dois princípios da regulação são:

- regulação a pressão constante;
- regulação a volume constante (débito proporcional)

D.2.2- Sistemas de regulação

Partindo dos dois princípios da regulação (pressão constante e volume constante ou débito proporcional), existem vários sistemas de regulação.

D.2.2.1- Regulação a pressão constante ([D.2.2.1](#))

Neste sistema o regulador de pressão mantém-se esta constante, sendo parte do débito da bomba canalizada, através de um circuito de retorno, para a cuba.

D.2.2.2- Regulação do débito proporcional ao regime motor (DPM)

Neste sistema existe proporcionalidade entre o débito dos bicos e o de retorno, qualquer que seja o débito da bomba (regime motor); neste sistema a bomba é do tipo volumétrica.

Este sistema permite aplicar um volume/ha constante mas a pressão de funcionamento varia pela que a dimensão das gotas não é uniforme.

Sistema DPM com retorno calibrado ([D.2.2.2.1](#))

É o sistema mais utilizado. Os orifícios de saída (bicos e válvulas) são de secção fixa, pelo que quando a pressão aumenta o aumento da calda reparte-se na mesma proporção entre os bicos e o retorno.

O aumento do débito dos bicos aumenta na mesma proporção que o débito da bomba, que compensa o aumento da velocidade de avanço do pulverizador (o débito é directamente proporcional à velocidade de avanço)

Sistema DPM com válvulas de membrana ([D.2.2.2.2](#))

Neste sistema o débito proveniente da bomba passa por uma válvula que regula o volume/ha.

O retorno para a cuba faz-se por uma válvula cuja abertura depende, por intermédio de uma membrana, de pressão a montante fornecida pela bomba e da pressão a jusante existente ao nível da rampa. Todo o desequilíbrio de pressão é corrigido por uma válvula de membrana que faz variar a abertura do retorno, por forma a manter constante a proporção de calda que vai para a cuba e rampa.

D.2.2.3- Regulação do débito proporcional ao avanço (DPA)

O DPA baseia-se no princípio da proporcionalidade entre o débito nos bicos e a velocidade de avanço. Este princípio é obtido:

- sem retorno à cuba, utilizando uma bomba de débito variável. Este é obtido pela modificação do curso do êmbolo ou pela variação do regime da bomba;
- com retorno à cuba, utilizando um regulador centrífugo ou de êmbolo.

D.2.2.3.1- DPA sem retorno à cuba ([D.2.2.3.1](#))

Nesta situação todo o débito da bomba é pulverizado. A bomba é accionada por uma roda que está em contacto com o solo, pelo que há proporcionalidade entre o volume/ha e a velocidade de avanço. O circuito da calda tem retornos compensadores para canalizar para a cuba os débitos dos sectores da rampa que foram interrompidos.

D.2.2.3.2- DPA com retorno à cuba ([D.2.2.3.2.1](#)) ([D.2.2.3.2.2](#))

A proporcionalidade com a velocidade de avanço é obtida pelo retorno para a cuba, pelo que é necessário compensadores para canalizar a calda não escoada pelos sectores da rampa que são fechados.

Este tipo de regulação é instalado em equipamentos rebocados cuja bomba de pulverização é accionada pela TDF.

D.2.2.4- Regulação proporcional electrónico (DPE)

Os captosres medem o débito, pressão e a velocidade, transmitindo estes dados a uma unidade de tratamento que, depois da sua análise, comandam os reguladores de pressão e de débito.

Estes sistemas permitem verificar o débito obtido corrigindo e ajustando em permanência o volume/ha, qualquer que seja a velocidade de avanço, o regime de accionamento da bomba ou a largura de trabalho. A obtenção de um volume/ha constante implica variações na pressão pelo que as características dos jactos são alteradas.

Os sistemas electrónicos de regulação mais utilizados utilizam:

- captosres de velocidade de avanço e pressão ([D.2.2.4.1](#));
- captosres de velocidade de avanço e débito ([D.2.2.4.2](#))
- captosres de velocidade de avanço e velocidade de rotação da bomba ([D.2.2.4.3](#))

D.2.2.5- Concentração proporcional ao avanço (CPA) ([D.2.2.5](#))

Este sistema de regulação necessita de dois circuitos:

- um circuito de água alimentado pela cuba principal, em que a bomba, accionada pela TDF, pulveriza sob pressão constante;
- um circuito para o produto, alimentado por um reservatório próprio, que tem uma bomba doseadora accionada proporcionalmente à velocidade de avanço, que injecta o produto num misturador.

D.2.3- Comparação dos diferentes princípios de regulação ([C.6](#))

D.2.4- Aparelhos de medição e accionamento

A regulação dos pulverizadores depende da qualidade:

- dos captores de informação;
- dos accionadores ou reguladores do débito dos bicos;
- dos calculadores que tratam a informação

D.2.4.1- Captores

Os captores são elementos fundamentais do sistema de regulação, dependendo a sua eficácia da sua precisão, fiabilidade e rapidez de medição.

Tipos de captores: medidores de velocidade, pressão e débito.

D.2.4.1.1- Medidores da velocidade de avanço.

D.2.4.1.1.1- Dínamo – taquimétrico.

É montado numa roda do pulverizador e produz uma corrente que é convertida em velocidade de avanço por um sistema electrónico

D.2.4.1.1.2- Captor electromagnético. ([D.2.4.1.1.1](#))

Existem vários tipos:

- interruptor de lâmina maleável. É fixo junto à roda para “contar” o número de imans, fixos na jante, que passam à sua frente;

- captor indutivo. É constituído por um oscilador que cria um campo magnético alternativo como resultado da passagem de uma coroa dentada à sua frente.
- captor de efeito “Hall”. Detecta a presença de um campo magnético alternativo criado por uma coroa de pontos com imans fixos na jante da roda.

Estes captos devem se montados em rodas não motrizes por causa do escorregamento. São geralmente montados nas duas rodas directrizes para a medição da velocidade nas curvas ser mais exacta. São medidores com um custo bastante baixo.

D.2.4.1.1.3- Radar ([D.2.4.1.1.2](#))

É um emissor receptor de ondas electromagnéticas de alta frequência que medem a velocidade real através do efeito Doppler. Mede o desfasamento, que é proporcional à velocidade de deslocamento, entre a frequência da onda emitida e da reflectida pelo solo.

Para aumentar a fiabilidade a posição do radar apresenta um ângulo de inclinação relativamente ao plano horizontal e a distância ao solo é constante.

D.2.4.1.1.4- Sonar

É um emissor - receptor de ultrasons que mede a velocidade real utilizando o princípio de Doppler. Este tipo de captor é pouco sensível à vegetação e às vibrações, mas sensível às variações de temperatura.

D.2.4.1.2- Medidores de pressão

D.2.4.1.2.1- Manómetro ([D.2.4.1.2.1](#))

É um equipamento de medida fundamental para o controlo da pressão de pulverização e regulação do débito. Está protegidos da calda por uma membrana e a agulha é colocada num banho de glicerina para reduzir as oscilações.

A leitura nas baixas e altas pressões devem ser fáceis de fazer pois a sensibilidade nesses níveis é medíocre.

D.2.4.1.2.2- Captores de pressão

Estes equipamentos são necessários nos sistemas de regulação electrónica para se dispor do valor da pressão que não sob a indicação dada pelo manómetro.

Os dois tipos de captores de pressão são:

- os captores com sensores fixos numa membrana de aço ou cerâmica, em que se mede a variação da resistência do circuito em função da pressão exercida na membrana;

- os captores piezoeléctricos em que o quartzo emite uma corrente cuja voltagem depende das variações de pressão a que é sujeito.

Estes captores devem ser montados perto dos bicos para se saber as perdas de carga no circuito. O débito, em função da pressão, é dado por:

$$Q = k * P^{1/2}$$

D.2.4.1.3- Medidores de débitos ([D.2.4.1.3](#))

Os captosres de débitos ou debímetros são constituídos por uma turbina com pás direitas ou helicoidais em aço inoxidável montadas sobre um eixo em grafite ou tungsténio para resistir à corrosão.

Sendo a secção do medidor constante o número de rotações é proporcional ao débito do líquido. As pás são munidas de imans sendo a contagem efectuada por um captor electro-magnético e um calculador.

D.2.4.2- Reguladores de pressão

Os reguladores de pressão, associados ao manómetro, são o elemento principal da regulação do débito dos sistemas a pressão constante (débito constante).

Estes reguladores apresentam três ligações:

- a 1ª para a chegada do líquido sob pressão proveniente da bomba;
- a 2ª, no enfiamento da 1ª, para a saída do líquido para a rampa;
- a 3ª, perpendicular às duas primeiras, tem uma secção regulável através de uma válvula, que assegura o retorno para a cuba.

Diferentes tipos de reguladores de pressão:

- de mola ([D.2.4.2.1](#))
- por ar.
- por borboleta ou esfera

D.2.4.3- Reguladores de débito

Estes reguladores são utilizados nos sistema de regulação de débito proporcional em que o volume/ha se mantém constante.

Tipos de reguladores de débito:

- de válvula. Fazem variar o débito de retorno pela alteração do orifício de retorno. Os tipos de válvulas mais conhecidos são as esféricas e as de borboleta ([D.2.4.3.1](#))
- de bomba de débito variável. A regulação da quantidade da calda pulverizada é efectuada por uma bomba de débito variável cujo accionamento é proporcional ao avanço.

D.2.4.4- Calculadores. ([D.2.4.4](#))

São constituídos basicamente por um microprocessador, que recebe a informação dos captosres.

Em função do volume/ha programado pelo operador calcula, a cada instante, o débito da rampa, em função da velocidade de deslocamento, comandando electricamente a válvula motorizada existente no circuito de retorno.

D.2.5- Aparelhos de ajuda à regulação

São dispositivos que facilitam a regulação dos pulverizadores, controlo do seu funcionamento e a sua regulação.

Exemplos:

- réguas. Permitem, a partir do volume/ha a pulverizar e da velocidade de trabalho, escolher o bico e a pressão de funcionamento;
- aparelhos de medição e apresentação de dados. Conjunto de um debímetro, captor de distância e velocidade e calculador, que indicam, em permanência, o funcionamento do pulverizador;
- aparelhos de medição, apresentação e comando. Semelhantes aos anteriores mas asseguram instantaneamente a regulação do pulverizador actuando sobre válvulas motorizadas.

D.3- Os bicos

Segundo as normas ISO e AFNOR o termo bico indica as peças que permitem realizar a pulverização por pressão dos líquidos.

Os bicos são os responsáveis pela qualidade do jacto, nomeadamente a sua forma e repartição sobre o objecto, dimensão e quantidade das gotas e pelo débito.

D.3.1- O jacto de pulverização

O jacto deve ter uma estrutura e trajectória que permita colocar uma dose suficiente de s.a. no objecto pretendido. Deve cobrir o máximo de superfície com o mínimo de calda, e minimizar as perdas por escorrimento e deriva.

D.3.1.1- Forma e estrutura

A forma dos jactos depende:

- do tipo de bico;
- da forma do orifício do bico;
- e da pressão (nos bicos a pressão do líquido).

D.3.1.1.1- Jactos planos ([D.3.1.1.1](#))

As gotas tem trajectórias rectilíneas. Quando do choque com o objecto podem apresentar a forma elíptica alongada ou rectangular

D.3.1.1.2- Jactos cónicos ([D.3.1.1.2](#))

É a forma dos jactos produzidos pelos bicos de turbulência. O cone formado pode ser oco, formando uma coroa no objecto, ou cheio, formando um círculo.

A repartição das gotas neste jacto é heterogénea.

D.3.1.1.3- Jacto em filete

Jacto constituído por 2, 3 filetes líquidos, produzido por bicos de filete. São utilizados para espalhar adubos líquidos. Os filetes líquidos não devem chocar entre si.

D.3.1.2- Repartição vs penetração

Para que um tratamento seja eficaz deve haver uma boa repartição e regularidade em toda a área a tratar, pelo que é necessário a penetração da calda no interior da vegetação.

Tratar uma cultura não é tratar a sua superfície mas sim o volume da vegetação.

D.3.1.2.1- Repartição transversal ([D.3.1.2.1](#))

A regularidade da repartição transversal depende da qualidade do(s) distribuidor(es), pois devem alimentar de igual forma os vários sectores da rampa. Esta uniformidade depende, igualmente, da repartição individual dos bicos e da altura de pulverização.

A repartição transversal é medida num banco de ensaios (banco de repartição). O espaço entre os bicos e a altura da rampa, em relação ao banco, devem estar de acordo com as normas ou indicações do fabricante.

A qualidade da repartição mede-se pelo coeficiente de variação (CV). Quanto mais baixo for o seu valor melhor é a repartição (valores $< 7\%$ são considerados bons).

O volume recolhido em cada proveta não deve ser superior a 15% quando comparada com a média determinada no banco de repartição.

D.3.1.2.2- Repartição longitudinal ([D.3.1.2.2](#))

Quando da deslocação do pulverizador as gotas mais pequenas são arrastadas.

Este fenómeno é acentuado pelo vento e pela utilização de altas pressões; esta deriva resulta em perdas de calda e contaminação do meio ambiente.

Os bicos de turbulência, ao originarem um maior número de gotas finas, provocam maiores perdas.

A pulverização pneumática, ao assegurar a penetração da calda para o interior da vegetação, reduz estas perdas.

A pulverização por pressão e jacto transportado ao “abrir” a vegetação facilita a penetração das gotas contrariando a sua deriva.

D.3.1.2.3- Efeito da altura da rampa na repartição dos jactos ([D.3.1.2.3](#))

A altura da rampa é muito importante para a qualidade da repartição e penetração do produto. O seu valor deve ser ajustado, em relação ao solo ou plantas, em função dos bicos. Quanto mais perto estiverem os bicos do objecto a tratar menor é a deriva mas, nas rampas mal estabilizadas a pequena distância ao objecto aumenta a heterogeneidade da repartição. [Quadro D.3.1.2.3.](#)

D.3.1.2.4- Efeito da pressão na repartição dos jactos ([D.3.1.2.4](#))

A pressão tem um efeito sobre a repartição dos jactos pela sua acção:

- na dimensão das gotas. O aumento de pressão implica um aumento do número de gotas finas sensíveis à deriva. O aumento da pressão confere maior energia às gotas mas não conduz a um aumento da penetração na vegetação;
- no ângulo do jacto. Uma diminuição significativa da pressão, em relação ao valor indicado, implica uma diminuição desse ângulo e, portanto, uma diminuição da superfície tratada.

D.3.1.2.5- Efeito das condições do meio ([D.3.1.2.5](#))

As condições do meio influenciam a repartição e penetração das gotas.

Temperaturas altas e humidade relativa baixa favorecem a evaporação das gotas, especialmente as mais pequenas.

É desaconselhável pulverizar quando a velocidade do vento é > 10 km/h.

D.3.2- As gotas

Um jacto é constituído por uma população de gotas que são caracterizadas pelo seu diâmetro (aspecto qualitativo) e pelo seu número (aspecto quantitativo).

D.3.2.1- Formação das gotas

As gotas são obtidas por:

- por divisão brusca do líquido quando da sua passagem, sob pressão, no orifício do bico (pulverização por jacto projectado);
- divisão do líquido sob a acção de uma força centrífuga na periferia de um disco dentado, girando a grande velocidade (800 - 2500 rpm) (pulverização centrífuga);
- divisão de um fio líquido pelo choque de uma corrente de ar de grande velocidade (pulverização pneumática);
- divisão do líquido por acção de uma corrente eléctrica de alta voltagem (25000v) (pulverização electrodinâmica)

D.3.2.2- Dimensão das gotas ([D.3.2.2](#))

Todos os bicos produzem gotas mais ou menos desiguais, podendo o espectro ir de 10 μm a 500 - 800 μm e, por vezes, mais.

Para cada bico é importante saber os limites do espectro, assim como o número de gotas dentro de cada categoria dimensional.

A medição da dimensão das gotas pode ser efectuada por:

- análise de imagem que mede a dimensão do impacto da gota;
- analisador de partículas por raio laser

O princípio de funcionamento do analisador de partículas por raio laser consiste em fazer passar o jacto nesse feixe o que faz com que a luz sofra uma derivação, segundo um ângulo que é função da dimensão das gotas, que é registado num receptor equipado com um detector. Depois de convertidos e amplificados estes valores são analisados por um computador que determina as características do espectro das gotas ([D.3.2.2.1](#)).

A British Crop Protection Council (BCPC) estabeleceu uma classificação do espectro das gotas a partir do DVM (diâmetro volumétrico médio) de forma a melhor definir as características da pulverização.

Esta classificação permite determinar a população das gotas emitidas pelos bicos em função das pressões de pulverização. Quadro [D.3.2.2.2](#) e gráfico [D.3.2.2.3](#).

A dimensão das gotas depende de vários factores tais como:

- tipos de bicos
- calibre dos bicos.
- pressão.

Exemplos:

Tipos de bicos.

Para um débito de 1 L/min a 3 bar o DVM é:

- para um bico de turbulência - 260 μ ;
- para um bico de fenda de 110° - 300 μ ;
- para um bico de fenda de 80° - 400 μ ;
- para um bico de fenda de 65° - 475 μ ;
- para um bico de espelho - 650 μ .

Calibre dos bicos

A dimensão das gotas aumenta com o calibre. Um bico de fenda de 80° debita 1 L/min, com gotas de DVM de 300 μ e o mesmo bico debita 2 L/min com gotas de DVM de 500 μ .

Pressão

Num bico de fenda de 110° tem-se para uma pressão de:

- 1.5 bar, gotas com 450 de DVM;
- 3 bar, gotas com 400 de DVM;
- 7 bar, gotas com 350 de DVM.

D.3.2.3- Número de gotas ([D.3.2.3](#))

A melhoria da eficácia de um tratamento depende muito da redução da dimensão das gotas e melhoria da sua distribuição na cultura a tratar. Gotas com diâmetros < que 100 - 150 μ são sensíveis à deriva e gotas > que 600 μ escorrem facilmente dos objectos

A relação entre o volume (V) e a dimensão (D) de gota é dada por:

$$V = 4/3 \pi * (D/2)^3$$

Exemplo. Dividindo o diâmetro por 2 obtêm-se 8 gotas.

Relação entre o número teórico de gotas/cm², seu diâmetro e volume/ha ([D.3.2.3.1](#)).

D.3.2.4- Número dos impactos (densidade das gotas) ([D.3.2.4](#))

A dimensão das gotas e sua densidade no objecto são dois factores determinantes, pois a eficácia do tratamento depende, em grande parte, da superfície coberta, ou seja, do número de gotas /cm².

A contagem das gotas na vegetação é difícil pelo que se utiliza papel hidrosensível para o fazer ([D.3.2.5](#)). Este é sensível à humidade e não permite fazer medições quando se aplicam volumes/ha elevados e gotas grandes; nestas situações apenas é possível ter uma ideia da intensidade da penetração das gotas na vegetação.

D.3.2.5- Escolha da dimensão das gotas ([D.3.2.5](#))

D.3.3- Dispositivos de pulverização

Os dispositivos de pulverização variam em função da técnica de pulverização:

- pulverização por pressão do líquido - bicos;
- pulverização centrífuga - discos ou cilindros rotativos;
- pulverização pneumática - bico especial com venturi.

D.3.3.1- Bicos - pulverização por pressão do líquido.

Segundo as normas ISO o bico é uma peça ou conjunto de peças cuja função é realizar a pulverização por pressão do líquido

D.3.3.1.1- Bicos de fenda

Tem o orifício em forma de fenda, produz um jacto plano que se designa por pincel. As características que o definem são:

D.3.3.1.1.1- O ângulo à saída do orifício.

O valor mais frequente é 110° , seguindo-se 80° e 65° . O seu valor é determinado à pressão de 3 bar, variando ligeiramente, no mesmo sentido, que a pressão. Para um mesmo débito, os bicos de 110° entopem com mais facilidade que os de ângulos mais pequenos. Para volumes/ha baixos os bicos de 80° são + indicados.

D.3.3.1.1.2- O calibre

O calibre é definido pelo débito, em L/min, à pressão de 3 bar. ($d = k * P^{1/2}$)

A dimensão das gotas depende do calibre dos bicos, da pressão e do ângulo do jacto. As gotas são mais pequenas quando:

- a pressão aumenta;
- o calibre diminui;
- o ângulo do jacto aumenta.

Relativamente ao afastamento dos bicos na rampa a distância de 50 cm tem vindo a impor-se ([D.3.3.1.1.1](#)).

Alguns construtores colocam os bicos com um ângulo de 5 - 7° na rampa, mas esta posição provoca uma má repartição:

- nos bicos de médio calibre, funcionando a baixa pressão;
- nos bicos de pequeno calibre, em todas as pressões.

Esta posição provoca também uma maior sensibilidade ao vento que passa entre os jactos.

O choque entre dois jactos aumenta a dimensão das gotas.

Os bicos de fenda utilizam-se:

- para aplicação de herbicidas, com pressões de 2 - 2.5 bar;
- para aplicação de fungicidas e insecticidas:
 - 4 bar para débitos > a 3 L/min;
 - 3 bar para débitos de 1.5 - 3 L/min;
 - 2 bar para débitos < que 1.5 L/min.

Outros tipos de bicos de fenda:

- bico de fenda de duplo jacto.
- bico de fenda de baixo débito e gotas grandes;
- bico de fenda para localização de pesticidas.

D.3.3.1.2- Bicos de turbulência

Nestes bicos o líquido é sujeito a rotação numa câmara de turbulência, antes de sair por um orifício circular, para formar um jacto cónico.

Este tipo de bico é especialmente indicado para aplicação de fungicidas em viticultura e arboricultura.

Os elementos que os constituem são:

- hélice;
- câmara de turbulência;
- pastilha com o orifício calibrado.

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

A hélice pode ter diferentes formas definindo as suas características geométricas e dimensões, a forma do jacto. Os canais, em número variável, são geralmente tangenciais.

As pastilhas tem um orifício calibrado cujo diâmetro é definido em décimas de milímetros. As medidas mais usuais são: 10, 12, 15, 18, 20, 24 e 30.

Conforme a sua concepção os jactos cónicos podem ser ocos ou cheios. Os cheios são mais utilizados em viticultura e arboricultura com PJT. Os ocos são mais utilizados nas rampas, devendo ter um ângulo de 80°.

Para uma mesma pastilha e pressão as características da pulverização variam conforme as hélices, ou seja:

Nº de canais	Turbulência	Ângulo do jacto	Débito do bico	Gotas	Penetração	Repartição
Pequeno	Forte	Grande	Baixo	Pequenas	Má	Média
Grande	Fraca	Pequeno	Alto	Grandes	Boa	Má

A repartição dos bicos de turbulência é medíocre e sensível às variações accidentais da altura da rampa. Os seus jactos, constituídos por gotas de DMV de 200 - 250 μ , são muito sensíveis à deriva; este problema é mais grave com os bicos de 80° em que a distância ao objecto, para se obter uma boa uniformidade, é de \pm 90 cm.

A utilização de bicos de turbulência separados de 33 cm só é interessante para aplicação de altos volumes (600 - 800 L/ha). Para espaçamentos de 50 cm os bicos de fenda de 110° são os + indicados

D.3.3.1.3- Bicos de espelho

Estes bicos possuem um deflector que origina a formação de um jacto plano de fraca espessura. A pressão de funcionamento é baixa, 0.7 a 2.8 bar, e o ângulo varia de 70 a 160°. A dimensão das gotas varia de 400 a 1000 μ .

D.3.3.1.4-Bicos de filete

São utilizados para a aplicação de adubos sendo o débito regulado com a utilização de pastilhas calibradas ou por um bico de fenda.

Diferentes tipos de bicos ([D.3.3.1](#))

D.3.3.1.5- Materiais de que são fabricados os bicos

Os materiais devem ser resistentes à abrasão e corrosão.

Os materiais mais utilizados são:

- o latão;
- o plástico;
- o aço inoxidável;
- o alumínio.

Os testes de resistência ao desgaste dos bicos são efectuados empregando caldas normalizadas à base de produtos abrasivos.

Quadro com dados relativos ao desgaste de um bico de fenda de 110° feito com diferentes materiais ([D.3.3.1.5](#))

D.3.3.1- Discos ou cilindros rotativos - pulverização centrífuga ([D.3.3.1](#))

Esta técnica consiste em fraccionar o líquido com a ajuda de um dispositivo rotativo, de velocidade variável, projectando-o sobre um objecto.

O fraccionamento das gotas é efectuado por:

- um cilindro perfurado, utilizado na pulverização aérea;
- um disco com um dentado na periferia, utilizado na pulverização terrestre.

A montagem dos discos é feita na vertical para melhorar a penetração e reduzir a deriva.

As regulações prendem-se com o volume/ha (25 - 40 L/ha) e com a velocidade de rotação que condiciona a dimensão das gotas.

A relação entre a dimensão das gotas (μ) e o regime (rpm) é a seguinte:

- 600 μ para 1200 rpm;
- 400 μ para 2000 rpm;
- 220 μ para 3000 rpm
- 180 μ para 4000 rpm.

O espectro, para uma determinada rotação, é mais uniforme que o obtido com bicos de fenda. A rampa deve estar a ± 75 cm do objecto.

D.3.3.2- Bico especial com venturi - pulverização pneumática ([D.3.3.2](#))

Na pulverização pneumática o líquido escoá-se sob o efeito de uma pressão baixa, sendo a pulverização assegurada graças a bicos especiais, sob o efeito de uma forte corrente de ar.

A dimensão das gotas varia de 5 - 500 μ , sendo bastante uniformes. Sendo o escoamento do líquido assegurado com uma pressão bastante baixa, qualquer pequena variação desta provoca variações significativas do volume/ha.

A pulverização pneumática é especialmente utilizada em viticultura e arboricultura.

A pulverização pneumática pode ser efectuada:

- pela velocidade do ar. Nesta situação o bico é um venturi no qual o líquido é aspirado e depois fragmentado e transportado para o objecto por uma corrente de ar de elevada velocidade (80 - 160 m/s);
- pela pressão do ar. Nesta situação o ar é misturado com o líquido. A intensidade de pulverização varia em função da pressão que pode ser de vários bar. O volume/ha varia de 35 - 125 L, as gotas têm diâmetros médios de 100 - 450 μ .

D.3.3.3- Escolha dos bicos

A escolha dos bicos começa pela selecção do seu tipo ([D.3.3.3](#))

D.3.3.3.1- Escolha do débito do bico e sua pressão

A escolha do débito dos bicos é função do volume/ha, da velocidade de avanço e da qualidade de pulverização desejada, que é um compromisso entre a dimensão das gotas que permitem uma boa cobertura e a que limita a deriva ([D.3.2.5](#)).

$$d = Q * V * E / 600$$

d- débito do bico (L/min);

Q- Quantidade a espalhar por ha (L/ha);

E- Distância entre dois bicos consecutivos (m);

V- Velocidade (km/h);

600 - coeficiente

Importante:

Caso o débito determinado, por exemplo 0.8 L/min, não seja referenciado para nenhum bico do fabricante que indicava, por exemplo, 0.75 L/min a 2.5 bar, deve-se proceder à correcção da pressão, ou seja:

$$P = (2.5 * 0.8^2) / 0.75^2 = 2.85 \text{ bar}$$

A BCPC estabeleceu um código que permite conhecer as características dos bicos existentes no mercado. ([D.3.3.3.1](#))

Dados de vários bicos cujos testes foram realizados pela BCPC ([D.3.3.3.2](#))

D.3.4- Montagem dos bicos

Os bicos são peças amovíveis e permutáveis fixas nos porta - bicos, que têm um corpo e uma rosca que pode ser do tipo baioneta com fixação rápida ou com passo de rosca.

D.3.4.1- Afastamento dos bicos

O afastamento mais comum são os 50 cm, que se generalizou com os bicos de fenda de 110°. O afastamento de 33 cm é mais utilizado para os bicos de turbulência de 80°.

D.3.4.2-Diferentes tipos de montagem de bicos ([D.3.4.2](#))

- jacto simples. Cada bico é montado num porta - bicos simples equipado ou não com sistema anti-gota;

- jactos múltiplos. O porta - bicos tem várias cabeças rotativas para montar 3, 4 ou 5 bicos, o que permite mudar rapidamente de bico. Alguns porta - bicos são de jactos direccionais o que permite orientá-los obliquamente para melhorar a penetração e cobertura em vegetação alta, densa e vertical.

D.3.5- Equipamentos complementares

D.3.5.1- Filtros

Os filtros existentes nos bicos permitem reduzir os riscos de entupimento destes. A obstrução parcial dos filtros altera as características do jacto pelo que a sua manutenção é fundamental.

Débito dos bicos (L/min)	< 0.4	0.4 - 0.8	0.8 - 3
Abertura das malhas (μ)	80	140 - 180	300
Nº de malhas	200	100 - 80	50

D.3.5.2- Sistemas anti-gota

A função dos sistemas anti - gota é de impedir o esvaziar completo da rampa e do circuito de calda quando da interrupção temporária da pulverização. A ausência deste elemento pode provocar a queima da vegetação ou falta de eficácia quando da interrupção e início da pulverização.

Princípios de funcionamento dos sistemas anti - gota:

- reaspiração;
- fecho do bico por uma válvula.

D.3.5.2.1- Sistemas anti-gota por reaspiração ([D.3.5.2](#))

Quando do fecho da rampa a calda é aspirada e reciclada para a cuba. No início da pulverização a pressão de pulverização só é atingida depois de alguns segundos.

D.3.5.2.2- Sistemas anti-gota fecho do bico por válvula ([D.3.5.2](#)).

Diferentes sistemas anti-gota fecho do bico por válvula:

- de membrana comandado por mola;
- de esfera;
- de válvula;
- pneumático.

D.3.5.3- Para assistência à deposição da calda

Permitem melhorar a penetração das gotas na vegetação.

Dispositivos mais utilizados:

- barra de plástico amovível, de altura regulável, suspensa na rampa e colocada à frente dos bicos, que inclina a vegetação facilitando a penetração da calda;
- corrente de ar colocado atrás dos bicos, que transporta as gotas ([D.3.5.3.1](#))
- outros dispositivos ([D.3.5.3.2](#))

D.3.6- Controlo e manutenção

O controlo do débito dos bicos pode ser efectuado por:

- um debímetro com indicação numérica ou com bóia;
- uma proveta graduada e um cronómetro.

Quando o débito do bico excede os 10% do débito normal, deve ser substituído; na prática a substituição faz-se comparando com a média do débito de todos os bicos. O mais importante é obter uma distribuição uniforme transversal da calda.

A manutenção dos bicos consta da sua lavagem regular, sendo o desentupimento efectuado por uma corrente de ar. A manutenção é tanto mais importante quanto maior for a concentração da calda, mais quente estiver o dia e a humidade for mais baixa.

D.3.7- Fabricantes de bicos. Características dos principais bicos (BCPC)

- escolha de bicos de fenda de 110° , em função do débito, em L/min e dimensão das gotas ([D.3.7.1](#))
- escolha de bicos de fenda de 80° , em função do débito, em L/min e dimensão das gotas ([D.3.7.2](#))

E - Outros tipos de pulverizadores

E.1- Pulverização aérea

A pulverização aérea por helicóptero, avião ou ULM, utiliza-se mais nas culturas arvenses, com uma densidade bastante elevada, na aplicação de insecticidas e, com menos frequência, com fungicidas.

E.1.1- Modo de tratamento

A repartição da calda, que deve ser homogénea, depende de vários factores, tais como:

- da turbulência atmosférica ou da resultante da deslocação do aparelho;**
- da altura do voo. Quanto mais alto maior a deriva;**
- da precisão do voo. É importante a sobreposição das faixas pulverizadas;**
- do volume pulverizado que determina a dimensão das gotas e seu número.**

Qualquer que seja o modo de pulverização e especialmente nos baixos volumes, a deriva tem de ser controlada.

A trajectória das gotas depende do seu diâmetro, da altura de libertação e da velocidade do vento. Para que a sobreposição obtida por passagens consecutivas seja uniforme é necessário que a velocidade do vento se mantenha uniforme, a altura seja a menor possível.

E.1.1.1- Pulverização aérea por helicóptero ([E.1.1.1](#))

O helicóptero adapta-se bem às parcelas pequenas.

Transportam 150 - 450 kg, a largura de trabalho varia de 9 - 18 m, a velocidade de deslocamento varia de 40 - 100 km/h e a altura é de 2 - 3 m.

E.1.1.2- Pulverização aérea por avião ([E.1.1.2](#))

Os aviões são mais utilizados em grandes extensões, sem obstáculos e necessitam de uma pista de aterragem perto.

As velocidades variam de 140 - 160 km/h, a altura é superior a 3 m, transportam 300 - 600 kg e a largura de pulverização varia de 16 - 22 m.

E.1.1.3- Pulverização aérea com ultra leves ([E.1.1.3](#))

Considerados como equipamentos de lazer podem ser utilizados para tratamentos. A velocidade varia de 60 a 100 km/h, a largura é de ± 12 m, podem transportar 100 kg e a altura de aplicação de 1.5 - 2.0 m.

Estes equipamentos não podem ser utilizados quando o vento tem + de 15 km/h.

E.1.2- Princípio da pulverização aérea

E.1.2.1- Pulverização aérea por pressão do líquido

É semelhante ao utilizado pelos meios terrestres.

A bomba é accionada por um motor térmico com um débito de 200 L/min nos helicópteros e 200 - 400 L/min nos aviões.

Os bicos utilizados são de turbulência ou de fenda, dispostos com intervalos de 30 cm, com sistema antigota de baixa pressão (< 0.5 bar).

E.1.2.2- Pulverização centrífuga aérea ([E.1.2.2](#))

Os elementos de pulverização são “bicos rotativos” montados sobre uma rampa com intervalos de 2 - 3 m, para uma largura de trabalho de 12 - 18 m.

Cada motor é accionado por um motor eléctrico, hidráulico ou eólico com uma velocidade de 2000 - 12000 rpm.

Estes bicos permitem aplicar volumes/ha muito baixos (5 - 40 L/ha), com caldas muito concentradas e gotas muito homogéneas.

E.2- Pulverização por contacto

Este processo utiliza herbicidas não selectivos de acção sistémica, como o glifosato, para destruir selectivamente as infestantes, em função da sua altura.

Este tipo de equipamento, que é montado, têm uma rampa, o depósito e os órgãos de aplicação, que são geralmente cordas que se impregnam com o produto que é depositado, por contacto, sobre as plantas a destruir.

E.2.1- Aplicação por contacto, com cordas

E.2.1.1- Cordas fixas ([E.2.1.1](#))

Nesta situação a alimentação do produto faz-se por intermédios de um reservatório que está ligado a várias cordas para aumentar a superfície de contacto

O modo de regulação não pode permitir o gotejamento do produto.

E.2.1.2- Cordas móveis ([E.2.1.2](#))

Nesta situação as cordas tem movimento dado por um motor eléctrico.

Antes de entrarem em contacto com as plantas as cordas passam num reservatório de nível constante onde se impregnam com o produto

E.2.2- Aplicação por contacto com rolos ([E.2.2](#))

Nesta situação existem rolos, cuja rotação é dada por um motor eléctrico, que são envolvidos por uma tela que impregna o produto.

F - Regulação e manutenção dos pulverizadores

F.1- Regulações

A regulação de um pulverizador tem por objecto permitir aplicar um volume/ha necessário, de forma tão regular quanto possível e com uma dimensão das gotas adaptada ao tipo de tratamento.

F.1.1- Controlos prévios às regulações

Antes de proceder à regulação de um pulverizador é necessário efectuar várias operações de controlo prévio, nomeadamente:

- a velocidade de rotação da TDF;
- a velocidade de avanço
- o débito da bomba
- a pressão de funcionamento
- o debímetro
- o débito dos bicos
- as pastilhas compensadoras do retorno

F.1.1.1- A velocidade de rotação da TDF

A velocidade da TDF é muito importante para o funcionamento e débito das bombas que são calculados para trabalhar a 540 rpm.

F.1.1.2- A velocidade de avanço

Para um dado volume/ha a velocidade do pulverizador é importante para a escolha do calibre dos bicos. Esta velocidade deve ser a mais alta permitida pela cultura mas de forma que a distribuição não seja afectada.

Para determinação da velocidade real deve ser efectuado um teste prévio na parcela que se vai tratar com o pulverizador cheio até metade da sua capacidade.

F.1.1.3- O débito da bomba

As prestações da bomba são indicadas no manual do pulverizador. O seu controlo faz-se da seguinte forma:

- encher com água o reservatório;
- desligar a conduta de retorno à saída da bomba;
- fazer girar a TDF às 540 rpm;
- fazer debitar água durante alguns minutos (t);
- medir o volume de água (Q) necessário para repor o nível inicial.

O débito é dado por:

$$D \text{ (L/min)} = Q \text{ (L)} / t \text{ (min)}$$

F.1.1.4- A pressão de funcionamento

O manómetro é o instrumento de controlo da pressão.

É importante comparar a pressão do manómetro do sistema com a pressão de um outro de precisão. A montagem deste próximo do fim do circuito da calda indica as perdas de carga neste sistema entre os dois pontos (regulador e junto aos bicos).

F.1.1.5- Debímetro

Quando da sua presença é importante proceder à sua limpeza, verificar o estado dos rolamentos e da turbina. Para nos certificarmos do seu funcionamento é necessário fazer passar um volume conhecido de água e observar se o valor determinado corresponde ao utilizado.

F.1.1.6- Débito dos bicos ([F.1.1.6](#))

Antes de proceder à determinação do débito dos bicos é necessário verificar o estado de funcionamento do sistema antigota, pois este pode interferir com os débitos, especialmente nas baixas pressões.

A determinação do débito consiste em recolher, durante alguns minutos, o volume pulverizado ou em utilizar um debímetro.

Nos pulverizadores DPA, em que o accionamento da bomba é efectuado por uma roda, é necessário fazer deslocar o pulverizador durante uma dada distância, por exemplo, recolhendo de seguida o líquido.

Quando o débito de um bico se afasta 10 % da média dos restantes deve-se proceder à sua substituição.

Nesta situação deve-se verificar:

- a limpeza, o tipo e desgaste do bico;
- a limpeza dos filtros da rampa e dos bicos;
- o funcionamento dos sistemas antigota
- o estado e disposição das condutas.

F.1.1.7- As pastilhas do retorno

A presença de pastilhas nas condutas de retorno, dos distribuidores equipados com orifícios calibrados, permite que, quando do fecho de um ou mais sectores da rampa, a pressão nos restantes se mantenha inalterada.

Para que isto se verifique o orifício do retorno compensador deve ser equivalente à soma dos orifícios dos bicos do sector o que implica que, sempre que se altere o calibre dos bicos é necessário modificar o orifício do retorno.

F.1.2- Verificação do débito pulverizador

Antes de se proceder à regulação de um pulverizador é necessário proceder à verificação do seu débito por forma a saber se os dispositivos de regulação funcionam bem.

Pra verificar o débito é necessário:

- que a rampa tenha líquido e os bicos estejam equipados de antigotas;
- que os bicos sejam homogéneos;
- montar duas provetas em cada sector da rampa;
- marcar um trajecto de 100 m;
- percorrer o trajecto com a velocidade de trabalho e cronometrar o tempo gasto;
- medir o volume de calda de cada proveta e fazer a sua média.

Exemplo:

- tempo gasto no trajecto - 55 s;
- velocidade (v) - $100 * 3600 / 55 = 6.55$ km/h;
- volume médio recolhido nas provetas - 0.70 L;

Débito médio de um bico (d), em L/min :

$$d = 0.70 * 60 / 55 = 0.763$$

Volume/ha (Q), em L/ha:

$$Q = d * 600 / v * e = 0.763 * 600 / 6.55 * 0.5 = 140$$

e- espaço entre bicos (m)

F.1.3- Regulações anteriores à pulverização

A regulação de um pulverizador deve permitir aplicar:

- um dado volume de calda/ ha;
- a calda deve ser distribuída de forma homogénea em toda a superfície;
- as gotas devem ter uma dimensão adaptada ao tratamento e às condições do meio.

Para se obterem estas condições é necessário escolher ou calcular:

- o volume/ha da calda a espalhar;
- a velocidade de trabalho;
- o débito dos bicos;
- a dimensão das gotas;
- a altura da rampa

F.1.3.1- Regulação do volume/ha

F.1.3.1.1- Pulverização a pressão constante, débito proporcional ao motor.

Depois de escolhido o tipo de bico, definida a velocidade de trabalho e o volume/ha a aplicar, é necessário proceder à regulação da pressão que permita obter o débito dos bicos que dê o volume/ha desejado.

Esta pressão deve estar de acordo com a pressão indicada pelo fabricante e ser corrigida tendo em consideração a densidade da calda e o valor da contrapressão dos sistemas antigota (± 0.5 bar).

Exemplo:

- valor indicado pelo fabricante - 2.3 bar;**
- densidade da calda - 1.1**
- pressão do manómetro = $(2.3 * 1.1) + 0.5 = 3$ bar**

F.1.3.1.2- Pulverizadores DPM com fixação do volume/ha

Nesta situação a regulação faz-se girando o comando da válvula de regulação para obter o valor correspondente à intercepção da curva do volume/ha e da velocidade inscrita no disco ou tambor, correspondente ao bico escolhido.

O manómetro serve apenas para controlo da pressão (dimensão das gotas)

F.1.3.1.3- Pulverizadores equipados com bomba de curso variável

Nos pulverizadores DPA é a própria bomba que constitui o sistema de regulação.

Os fabricantes apresentam uma tabela com índices correspondentes ao curso do êmbolo que permite obter um dado volume/ha.

F.1.3.2- Regulação do volume/ha em tratamentos localizados

Nos tratamentos localizados a aplicação dos produtos é efectuada em bandas estreitas, pelo que é necessário uma grande precisão na condução e regulação da altura da rampa.

Um pequeno afastamento vertical da rampa faz variar a sua altura e, portanto, a largura da faixa tratada; a altura da rampa deve ser < que 50 cm para limitar a deriva pelo vento. ([F.1.3.2.1](#))

Exemplo :

Aplicação localizada de 5 L/ha de produto, volume de água - 200 L, área - 8 ha, largura das bandas - 20 cm; distância entrelinhas - 50 cm.

Superfície a tratar = $20 / 50 * 8 = 1.6$ ha;

Quantidade de produto = $5 * 1.6 = 8$ L

Quantidade de água = $200 \text{ L/ha} * 1.6 = 320$ L;

Determinação do débito do bico ([F.1.3.2.2](#)) :

$$d = (V * v * l) / 600$$

d- débito do bico (L/min); V- Volume/ha (L/ha); v- velocidade (km/h); l- largura da faixa (m)

F.1.3.3- Preparação da calda

A preparação da calda consiste em juntar a quantidade de produto necessário para uma dada superfície, no reservatório do pulverizador; os produtos estão acondicionados em embalagens que é necessário despejar na água do reservatório.

Durante esta operação deve-se ter em atenção todos os cuidados para proteger o operador e o meio ambiente.

As caldas devem ser:

- homogéneas;
- fluidas;
- Sem grumulos ou agregados

As caldas não devem:

- floccular sob o efeito da agitação ou retorno;
- formar musses;
- depositar-se no fundo do reservatório;
- entupir os filtros e os bicos.

F.1.3.3.1- Preparação da calda a partir de produtos sólidos

Pós molháveis

É aconselhável fazer uma preparação prévia, ou seja:

- deitar num recipiente uma determinada quantidade de água (duas a três vezes o volume do produto);**
- deitar lentamente, o mais junto possível da água, o produto;**
- agitar ao mesmo tempo para permitir a dispersão do produto na água;**
- deitar esta preparação, depois de filtrada, no reservatório que deve ter um volume de água importante (2/3 do volume a aplicar) em agitação.**

Granulados

Podem ser deitados directamente no reservatório parcialmente cheio (2/3), desde que o sistema de agitação seja eficaz.

A presença de um misturador - incorporador ou de um aspirador, permite uma mistura progressiva, sem que o operador tenha contacto com os produtos.

Produtos líquidos

Podem ser deitados directamente no reservatório parcialmente cheio (2/3), tendo o sistema de agitação em funcionamento.

A presença de um reservatório incorporador de líquidos evita o contacto do operador com os produtos.

F.1.3.4- Regulações no campo

Condições do meio que condicionam os tratamentos:

- condições culturais;
- condições climáticas;
- organização do trabalho;
- altura da rampa;
- jactos vs gotas

F.1.3.4.1- Condições culturais

F.1.3.4.1.1- Estado do solo

A sustentabilidade do solo condiciona a transitabilidade dos equipamentos. Para aplicação de herbicidas de pós-emergência e insecticidas no solo a terra deve :

- estar suficientemente fragmentada, mas não em demasia para não se compactar;
- estar suficientemente húmida para que a matéria activa se espalhe e se fixe sobre os agregados para se evitar a sua lexiviação.

F.1.3.4.1.2- Estado da cultura ou parasita

Em função do seu desenvolvimento, as infestantes, os insectos e os fungos e a própria cultura têm susceptibilidades diferentes aos produtos, pelo que é necessário conhecer o estado de maior sensibilidade para otimizar o tratamento.

F.1.3.4.1.3- Condições climáticas ([D.3.1.2.5](#))

As condições climáticas interferem com a decisão da realização dos tratamentos

F.1.3.4.1.4- Organização do trabalho

Cuidados a ter ao nível da parcela:

- deixar uma faixa em volta da parcela com uma largura de uma, duas vezes a largura da rampa, fazendo só a aplicação desta faixa no fim;
- determinar com precisão o local das cabeceiras onde deve interromper a pulverização para não haver uma duplicação de faixas tratadas;
- não pulverizar nas inversões de marcha.

Cuidados a ter ao nível de cada passagem:

Evitar sobreposições ou faixas não tratadas.

As faixas tratadas devem-se tocar para o que é necessário utilizar:

- bandeiras de referência. Na pulverização aérea;
- musses. Aplicada na extremidade das rampas. É uma solução cara.
- marcações durante a sementeira. É um método muito preciso mas que precisa de uma adaptação no seeador.

Cuidados a ter ao nível do aprovisionamento de água:

É tanto mais importante quanto mais distantes estiverem os pontos de água e maiores os volume/ha aplicados.

Diferentes soluções para reduzir o tempo de enchimento e transporte da água:

- utilização de uma cisterna anexa para encher o reservatório;
- utilização de dispositivos que permitam reduzir o tempo de enchimento (ex. bomba centrífuga);
- reduzir os volume/ha.

F.1.3.4.1.5- Altura da rampa

A altura da rampa deve ser regulada em função do objecto a tratar, tendo em consideração a taxa de sobreposição escolhida (200, 300 ou 400%) e o risco de deriva.

Para verificar a altura da rampa pode-se fazer um teste numa superfície seca devendo, para a altura indicada, toda a superfície secar ao mesmo tempo.

F.1.3.4.1.6- Jactos vs gotas

A qualidade do jacto, especialmente a dimensão das gotas, vai condicionar o grau de cobertura do objecto.

O controlo no campo pode-se fazer com a utilização de folhas de papel hidrosensível, colocadas no solo ou na vegetação.

F.1.3.5- A aplicação de baixos volumes

A importância económica da redução dos volumes/ha é óbvia, pois os rendimentos em trabalho aumentam, devido à maior autonomia dos pulverizadores e redução do número de operações de enchimento e aprovisionamento de água.

A redução dos volumes/ha permite utilizar equipamentos de menor dimensão, menos pesados, diminuindo-se a compactação do solo.

A aplicação de volumes de ± 300 L/ha, permite uma margem de segurança resultante da falta de manutenção e/ou regulação que conduza a variações de $\pm 10\%$ mas, em volumes 3 - 4 vezes mais baixos, aqueles factores podem conduzir a afastamentos de 30 - 40 % relativamente ao volume/ha desejado.

F.1.3.5.1- Riscos resultantes da redução do volume/ha

Entupimento dos bicos

As caldas concentradas, especialmente quando o produto é em pó, aumentam o risco de entupimento dos bicos; a pulverização em dias quentes e secos provoca a secagem rápida dos depósitos nos bicos.

Sedimentação das caldas

A baixa velocidade de circulação da calda nas rampas provoca a sedimentação dos depósitos.

Agitação excessiva

A utilização de bombas dimensionadas para aplicação de 300 - 400 L/ha, quando utilizadas em equipamentos de menor dimensão, provocam uma agitação excessiva com a consequente formação de espumas e musses responsáveis pelo entupimento dos bicos.

Pressão insuficiente nos bicos

A redução do volume/ha implica, geralmente, uma diminuição da pressão de funcionamento, o que condiciona o funcionamento dos sistemas antigota.

Velocidade de trabalho alta

A redução do volume/ha pode ser obtida pelo aumento da velocidade de deslocamento.

Por exemplo, um bico que debite 0.60 L/min a 6 km/h dá um volume/ha de 120 L mas, a 10 km/h, aplica 70 L. A utilização de velocidades altas diminui o tempo de vida útil dos pulverizadores, especialmente das rampas.

Riscos de erros

Uma variação de 10 L/ha corresponde a um erro de 2% quando se aplicam 500 L/ha e 10 % quando se aplica 100 L/ha.

Risco de deriva

Os bicos de baixo calibre produzem gotas mais sensíveis à deriva.

F.1.3.5.2- Precauções, melhoramentos e regulações

Limpeza e vazamento

É aconselhável a utilização de um solvente para remover os depósitos da cuba.

É importante a remoção completa da calda do circuito não só para evitar que seque como também para não se misturar com a calda seguinte.

Filtração

A utilização de volumes/ha baixos implica a utilização de bicos de baixo calibre o que torna ainda mais importante o bom funcionamento dos filtros.

Ao nível da aspiração os filtros devem ter uma malha de 300 μ e, nas rampas, de 150 μ . A utilização de filtros ao nível dos bicos só deve acontecer nos sistemas de circulação contínua e com autolimpeza.

Débito da bomba

O débito das bombas é, muitas vezes, superior aos necessários para aplicar volumes reduzidos, o que faz com que o excesso de calda seja canalizado para o retorno.

Para limitar o retorno para o reservatório existem várias soluções possíveis, nomeadamente o baixar o regime de rotação da TDF.

Circulação na rampa

O risco de sedimentação nas rampas e o entupimento dos bicos é maior quando se aplicam baixos volumes/ha quando a circulação é descontínua.

Em circulação contínua, mesmo quando se fecha parte da rampa, o risco da sedimentação nos bicos com sistema antigota pneumático é menor.

Rampas

As oscilações e as interrupções bruscas do circuito da calda afectam a repartição do produto; esta é tanto mais acentuada quanto menor for o volume/ha.

Controlo da pressão

A precisão da leitura da pressão é tanto mais importante quanto menor for o volume/ha. A medição da pressão devia-se fazer o mais próximo dos bicos.

A redução do volume/há implica pressões mais altas que aumentam o risco de deriva.

Existem bicos de baixa pressão para a aplicação de baixos volumes/ha.

Velocidade

Quanto menor for o volume/ha maior terá de ser a precisão da medição da velocidade. Esta depende da regularidade do terreno e estabilidade da rampa. É aconselhável utilizar a velocidade mais alta e bicos menos sensíveis ao entupimento.

Bicos

Os bicos de fenda, pela maior uniformidade da repartição e menor sensibilidade à variação da altura da rampa, são os que melhor se adaptam à redução dos volumes.

Quanto mais concentrada for a calda maior é o desgaste dos bicos, pelo que a sua verificação tem de ser mais frequente.

Um bico com um débito $>$ que 10% da média dos restantes deve ser substituído.

A pressão dos bicos de fenda situa-se entre 1.5 – 2.5 bar para evitar a formação de gotas muito finas.

Os bicos de fenda de 80° produzem gotas maiores que os de 110° e são menos sensíveis ao entupimento porque o seu orifício é mais redondo.

Os sistemas antigota pneumáticos são os melhores.

F.2- Manutenção

Todas as caldas deixam uma película maior ou menor no circuito da calda, e a sua acumulação pode provocar incidentes e deterior o material, pelo que é necessário assegurar a sua limpeza e manutenção.

F.2.1- Diária

A manutenção regular de um pulverizador deve permitir:

- evitar avarias e entupimentos durante o trabalho;
- aumentar a vida útil do pulverizador;
- obter regulações precisas e uma repartição homogénea da pulverização.

É importante a utilização de roupa adequada durante estas operações.

F.2.1.1- Ao fim do dia

Operações mais importantes:

- retirar a calda do pulverizador. Os restos de calda podem ser diluídos e aplicados na cultura a grande velocidade;
- não deitar a calda junto de cursos de água;
- juntar $\pm 20\%$ do volume do reservatório com água limpa e fazer funcionar o pulverizador;

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

- desmontar os bicos e os sistemas antigotas;
- limpar o exterior do pulverizador;
- lubrificar as peças moveis nomeadamente a transmissão;
- se a temperatura ambiente for muito baixa esvaziar todo o equipamento, mesmo a bomba.

A limpeza do reservatório deve ser efectuada tendo em consideração o produto utilizado, ou seja:

- com produtos oleosos, deve-se utilizar água e um detergente e só depois limpar com água limpa;
- com herbicidas hormonais, deve-se utilizar uma solução amoniacal a 2% e só depois utilizar água limpa;
- com produtos à base de cobre, deve-se utilizar 1 L de vinagre por cada 100 L de água, deixar actuar durante uma hora e só depois lavar com água limpa.

Na limpeza dos bicos é recomendado utilizar uma escova macia e um solvente apropriado ou ar comprimido.

Nunca utilizar arames ou qualquer outro material duro nem mesmo soprar.

F.2.1.2- Mudança de produto

Quando se muda de produto é fundamental remover todos os vestígios do produto anteriormente utilizado por forma a reduzir os riscos de fitotoxicidade.

Nesta operação deve-se encher parcialmente o reservatório (20 %) e juntar uma solução detergente.

F.2.2- Anual

F.2.2.1- Para o Inverno

Antes de guardar o pulverizador é necessário:

- efectuar uma limpeza completa do pulverizador;**
- limpar com água limpa por forma a não ficar qualquer produto no circuito;**
- proteger contra o gelo;**
- limpar os filtros e bicos;**
- retocar a pintura;**
- lubrificar e substituir o óleo segundo as indicações do fabricante;**
- aliviar a tensão das correias da transmissão**
- descomprimir as molas e o regulador de tensão;**
- tirar o ar do amortecedor**

F.2.2.2- Para o início da campanha

Antes de iniciar a campanha deve-se:

- encher parcialmente com água e fazê-lo funcionar para humedecer as juntas;**
- introduzir ar no amortecedor;**
- verificar a pressão dos pneus (se existirem);**
- substituir os bicos e filtros;**
- proceder aos diferentes controlos prévios**

F.2.3- Principais acidentes e avarias

F.2.3.1- Acidentes mais frequentes ([F.2.3.1](#))

F.2.3.2- Avarias mais frequentes ([F.2.3.2](#))

A.1.2- Doses (autorizadas e preconizadas)

Produto X	Gramíneas anuais		Gramíneas vivazes
	2 - 3 folhas	No fim do tallage	
Dose autorizada (L/ha)	0.75		1.5
Dose preconizada (L/ha)	Vulpin: 0.5 Azevém : 0.6	Vulpin : 0.6 Azevém : 0.7	1.5

A.1.3.1- Importância das características do solo na eficácia dos herbicidas

Tipo de solo	Riscos	Notas
Arenoso	Fitotoxicidade	Baixar as doses
Franco (< 35 % de argila)	Boa selectividade Boa eficácia	Doses normais
Pesado (> 35 % de argila e 4 % de MO)	Risco de ineficácia	Aumentar a dose ou utilizar outro produto

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Quadro A.2.2- Principais categorias de produtos (CEB)

Produto	Definições
Herbicidas	Substância activa / produto formulado que mata os vegetais
Fungicidas	Substância activa / produto formulado que mata os fungos
Insecticidas	Substância activa / produto formulado que mata os insectos
Acaricidas	Substância activa / produto formulado que mata os ácaros
Nematicidas	Substância activa / produto formulado que mata os nemátodos
Molusquicidas	Substância activa / produto formulado que mata os moluscos
Reguladores de crescimento	Produtos que, em pequenas doses, e depois de penetração e difusão no interior da planta, influenciam os mecanismos fisiológicos como; exemplo da diferenciação e crescimento celular

<

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

C.2- Escolha da categoria de um pulverizador

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

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Quadro C.3- Princípios de pulverização vs volumes/ha aplicados

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

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

Quadro C.6- Diferentes princípios de regulação

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 =

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Quadro C.7- Escolha dos bicos

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

[Cont.](#)

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Quadro C.7- Escolha dos bicos (cont)

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

Tipo de pulverização	
	Aconselhado
	Possível
	Desaconselhado

Aptidão	
	Forte
	Média
	Fraca

Sensibilidade	
	Fraca
	Média
	Forte



Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

C.8- Influência dos diferentes componentes do pulverizador e das condições de emprego na repartição da calda

Repartição	Suspensão	Regulação	Bico	Vento	Velocidade de avanço
Lateral	+++	+	+++	++	+
Longitudinal	++	+++	+	+++	+

+	Influência fraca
++	Influência forte
+++	Influência muito forte

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

A.2.3- Formulações (códigos das principais - ACTA)

	Formulação	Definição
CS	Suspensão de cápsulas	Suspensão de cápsulas num líquido diluível em água
EC	Concentrado emulsionável	Formulação líquida homogénea destinada a ser aplicada depois de diluição na água sob a forma de emulsão
EO	Emulsão oleosa	Formulação fluida heterogénea constituída pela dispersão de pequenas partículas de solução aquosa de produtos fitossanitários numa fase líquida orgânica continua
EW	Emulsão aquosa	Formulação fluida constituída pela dispersão numa fase aquosa contínua de gotas contendo o produto
SC	Suspensão concentrada	Suspensão estável da sa num líquido para emprego depois de diluído na água
SG	Granulados solúveis em água	Formulação constituída por grânulos destina a ser aplicada sob a forma de solução, na água, da sa, mas podendo conter matérias inertes insolúveis.
SL	Concentrado solúvel	Formulação líquida homogénea destinada a ser aplicada depois de diluída na água sob a fórmula de solução verdadeira da sa
SP	Pó solúvel em água	Formulação pulverulenta destinada a ser aplicada depois de dissolvida na água sob a forma de solução verdadeira da sa, mas podendo conter matérias inertes solúveis
WG	Granulados para dispersar em água	Formulação constituída de grânulos destinada a ser aplicada depois de ??? E dispersão na água
WP	Pó molhável	Formulação pulverulenta destinada a ser dispersa na água para a sua aplicação

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

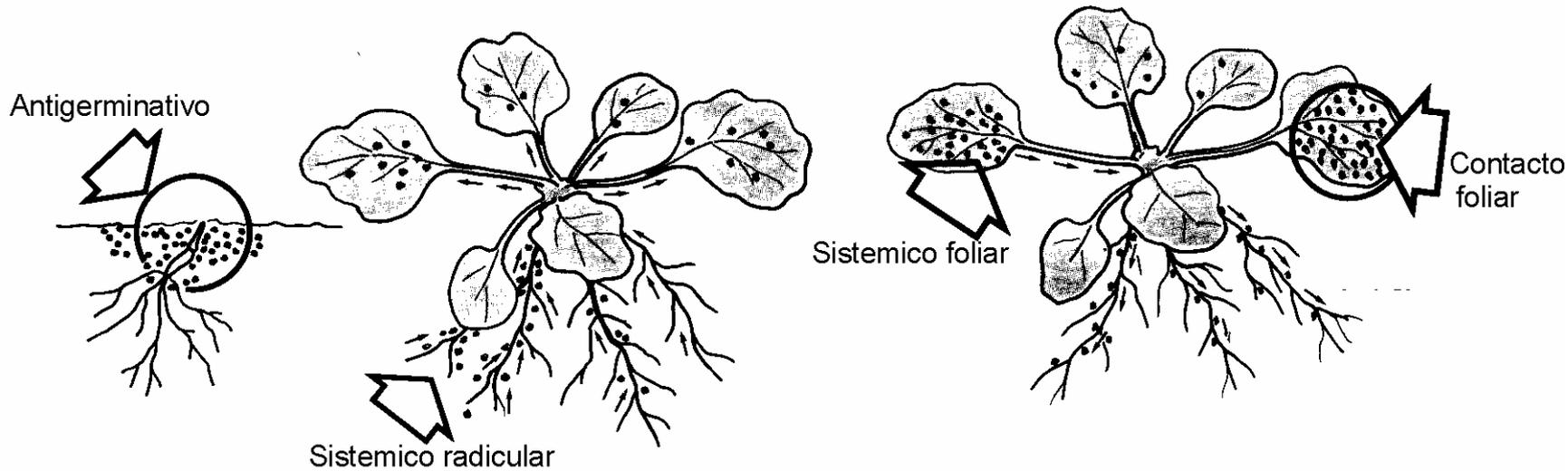
A.2.3(1)- Principais tipos de adjuvantes

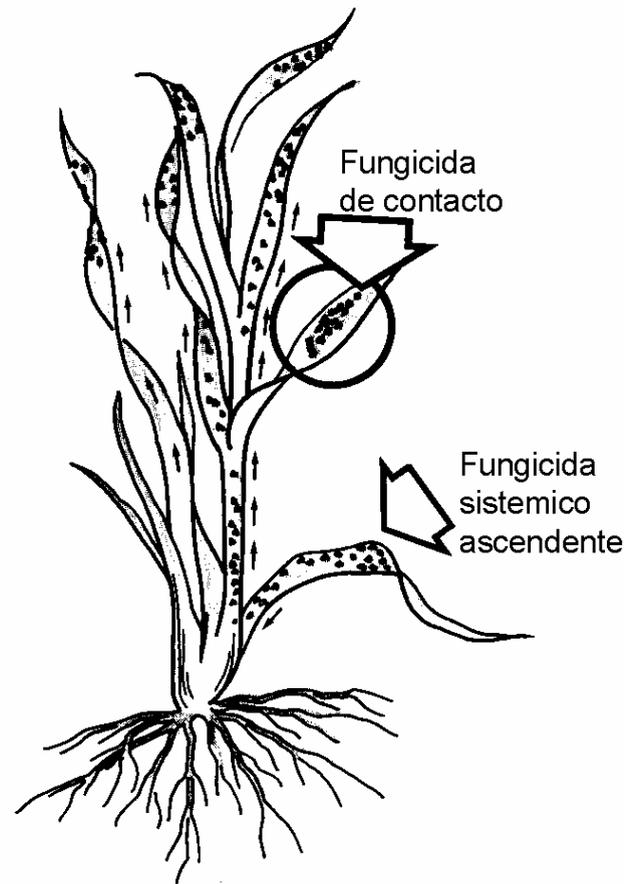
Natureza dos adjuvantes	Tipos de formulação							
	EC	SC	SL	WP	EW	CS	SG	WG
Água		+	(+)		+			
Solvente orgânico miscível na água	(+)	(+)	(+)			(+)		
Solvente orgânico não miscível na água	+				+			
Óleo	(+)	(+)			+			
Agente de superfície molhante			+		(+)	(+)	+	
Agente de superfície dispersante		+		+		(+)	(+)	+
Emulsionador	+	(+)			+			
Pó inerte insolúvel, mineral ou orgânico		(+)		+				+
Antimusse ???		+		+		(+)	+	(+)
Conservantes		(+)						(+)
Suporte granulado								
Estabilizador	(+)			(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Macromoléculas (estabilisantes)		+		(+)	(+)	(+)		
Pigmentos		(+)		(+)	(+)	(+)		(+)
Corantes	(+)	(+)	(+)	(+)		(+)	(+)	(+)

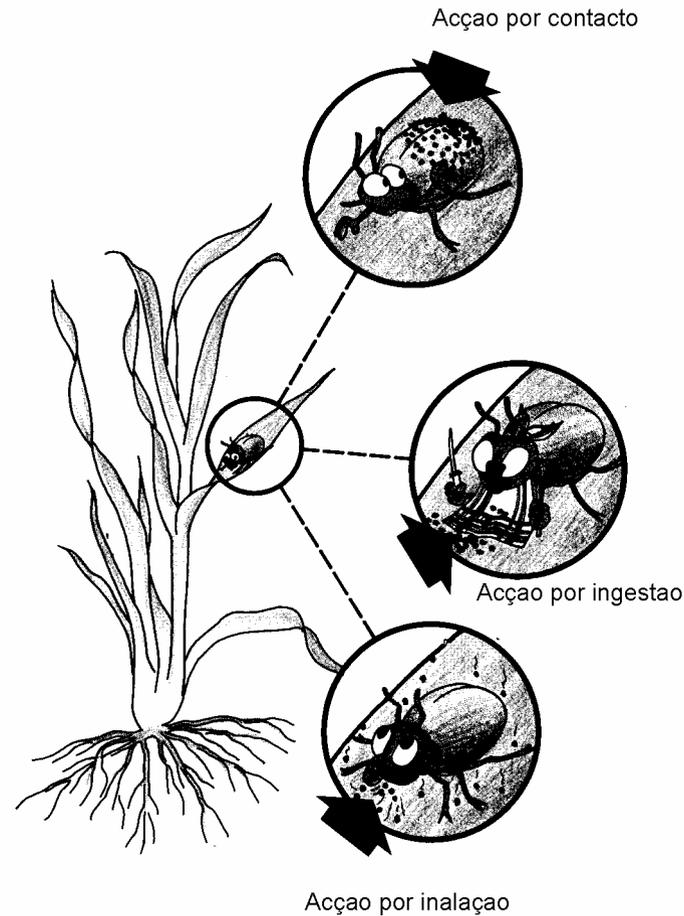
Adjuvantes obrigatórios: + adjuvantes facultativos: (+)

EC- Concentrados emulsionáveis; SC- Suspensões concentradas; SL- Concentrados solúveis; WP- Pó molhável; EW- Emulsão aquosa; CS- Suspensão de cápsulas; SG- Granulados solúveis em água; WG- Granulados dispersíveis em água

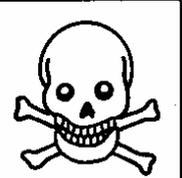
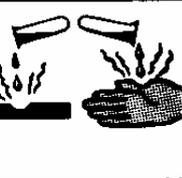
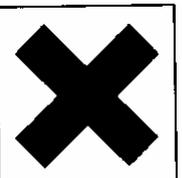
Figura A.2.4- Modos de acção das herbicidas, fungicidas e insecticidas



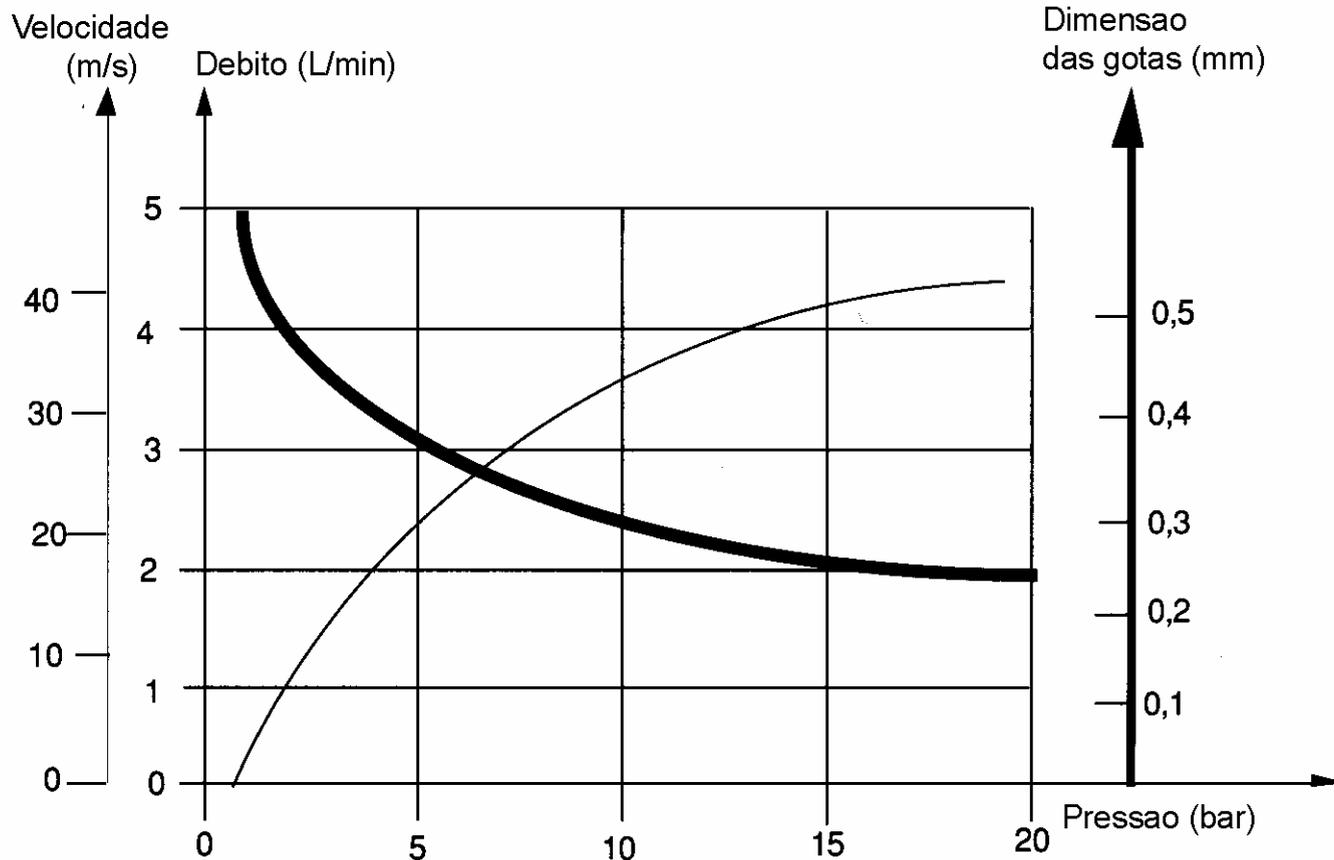




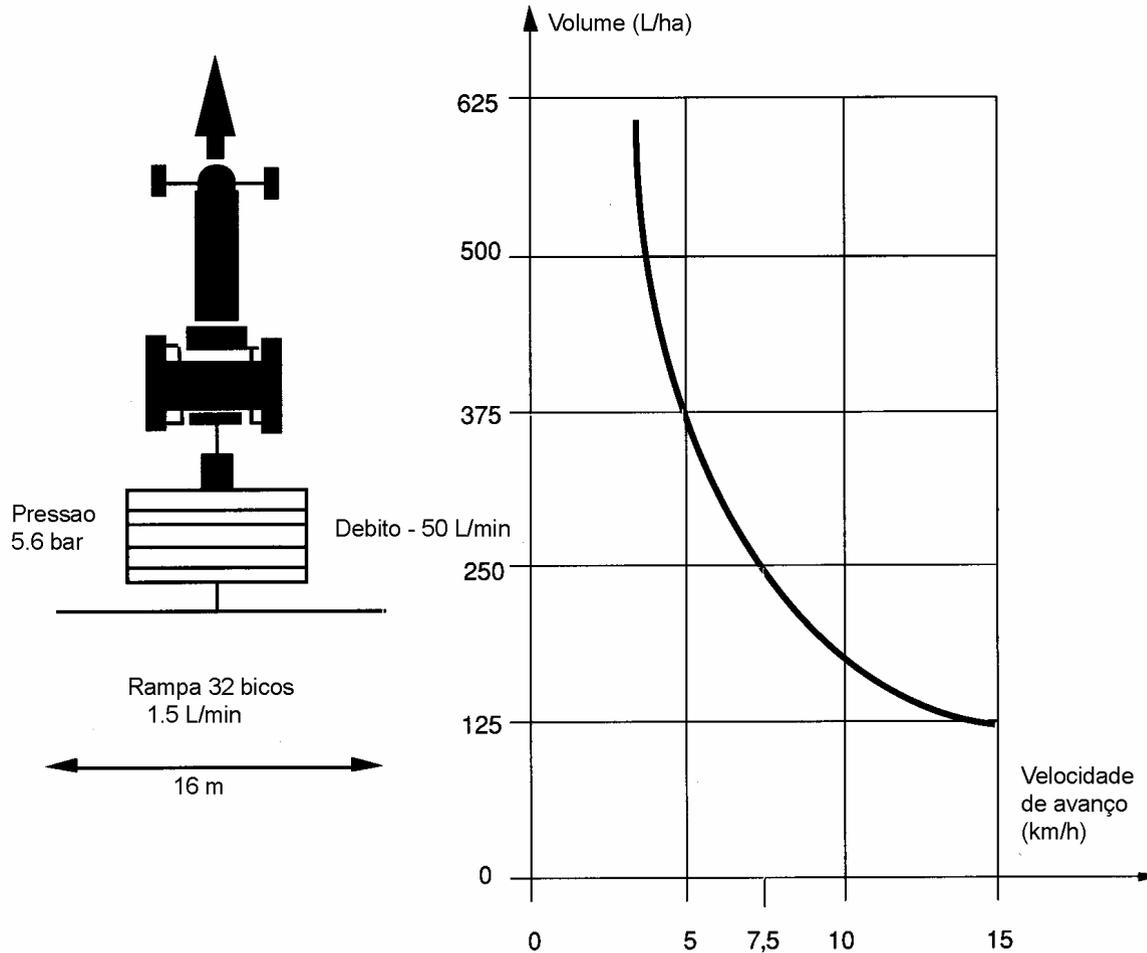
Quadro A.3.1- Símbolos e indicações de perigo

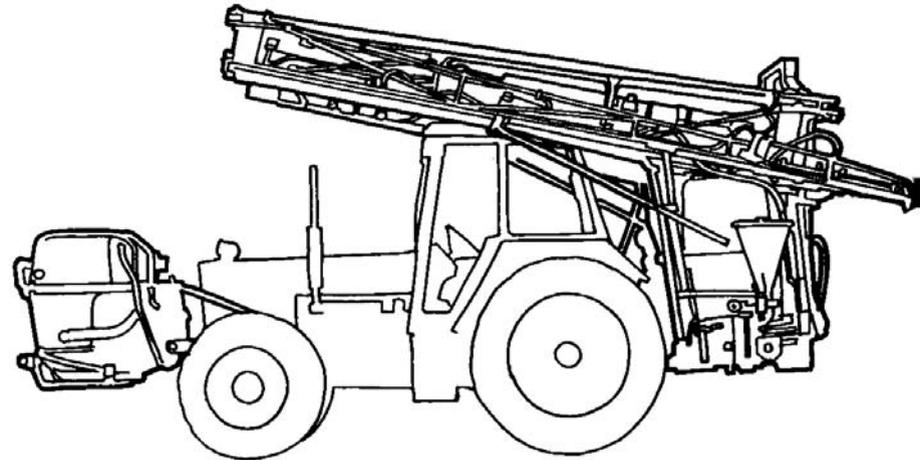
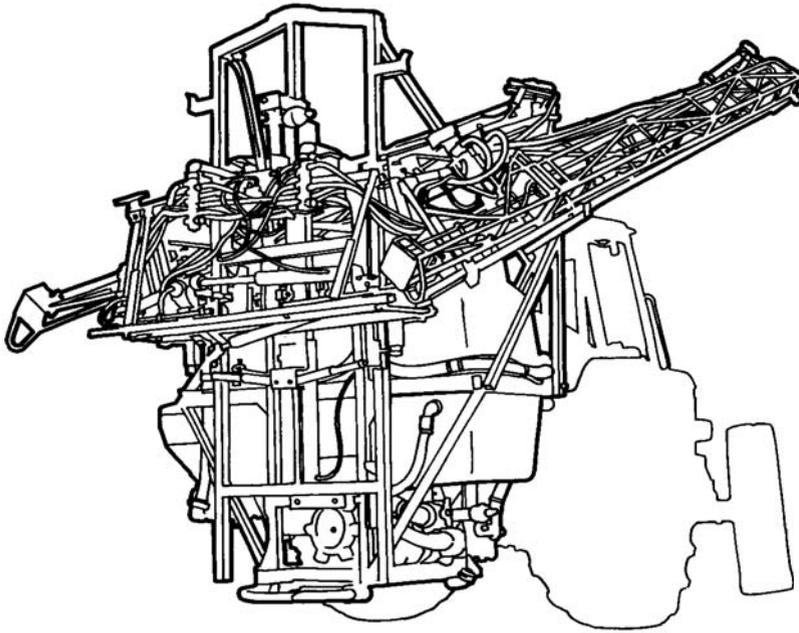
B.2.2.1- Variação da velocidade, débito e dimensão das gotas em função da pressão



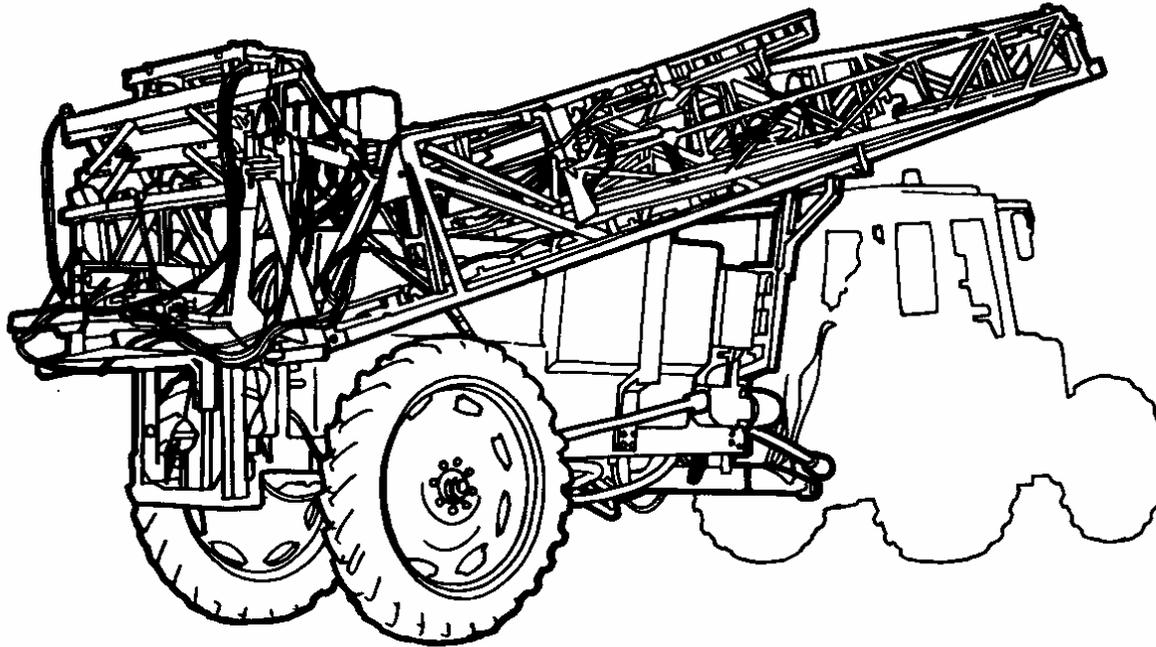
B.2.2.2- Variação entre a velocidade de avanço e o volume/ha aplicado

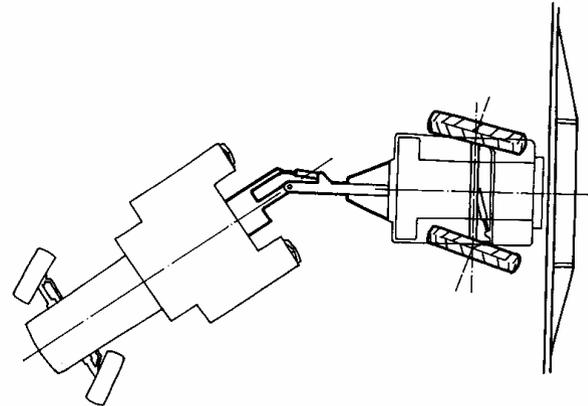
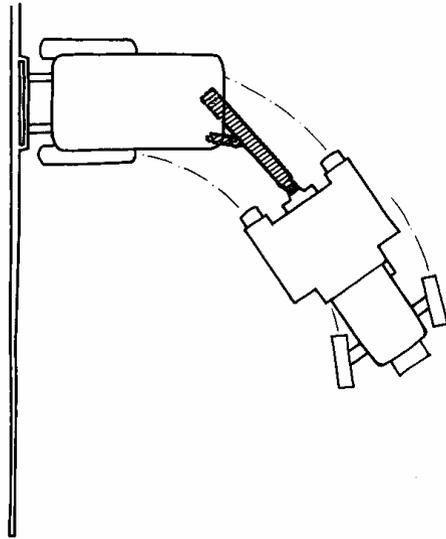


C.2.1.1- Pulverizadores montados com cuba traseira e dianteira

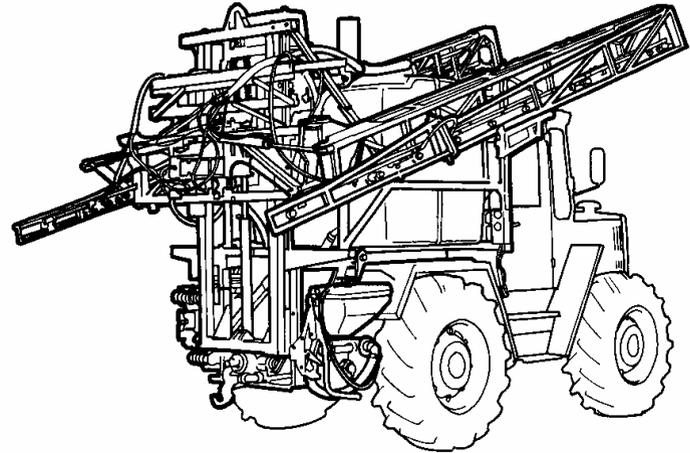
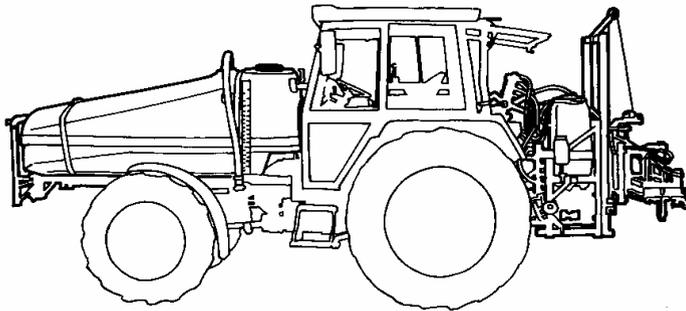


C.2.1.2- Pulverizadores rebocados

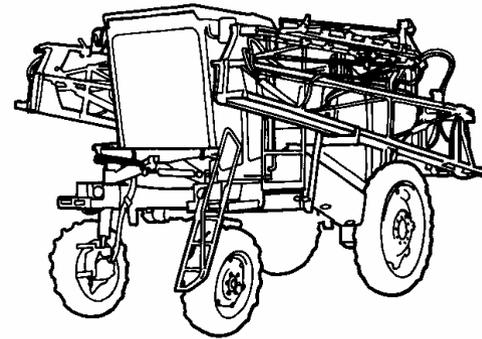
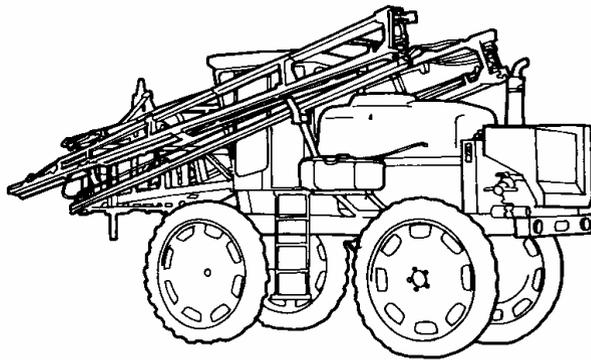




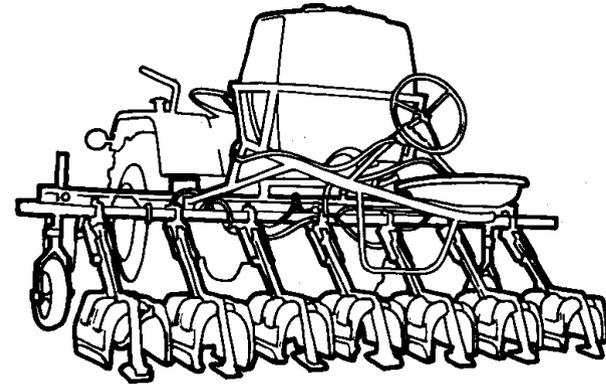
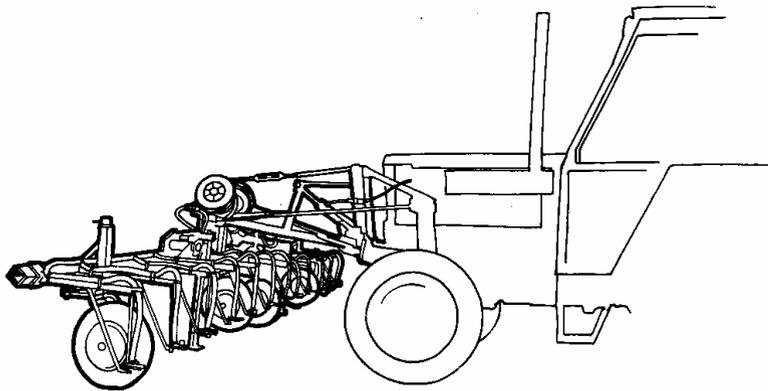
C.2.1.3- Pulverizadores integrais



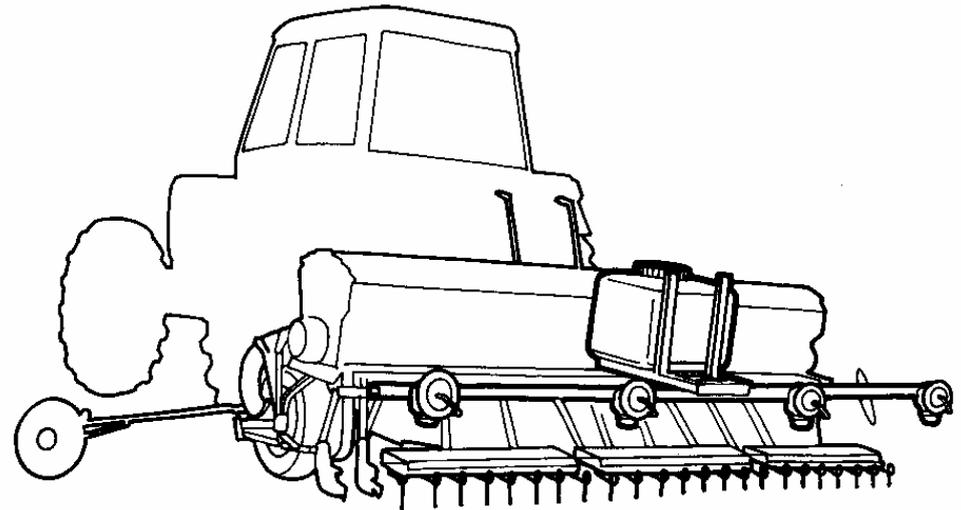
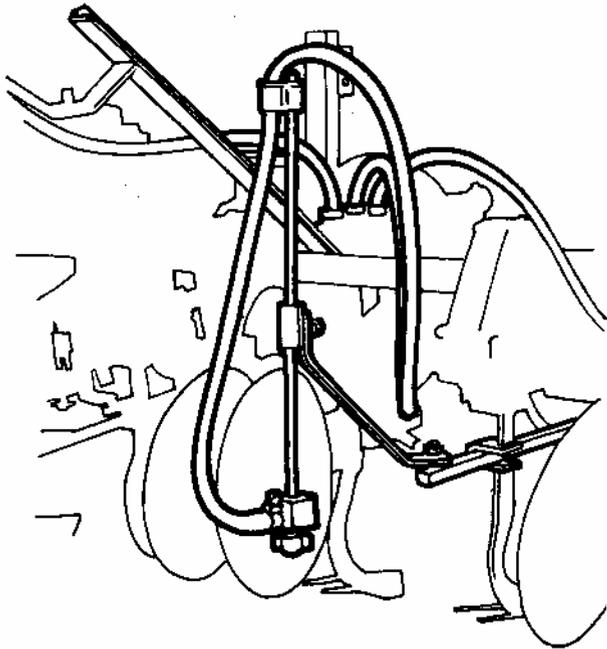
C.2.1.4- Pulverizadores automotrizes



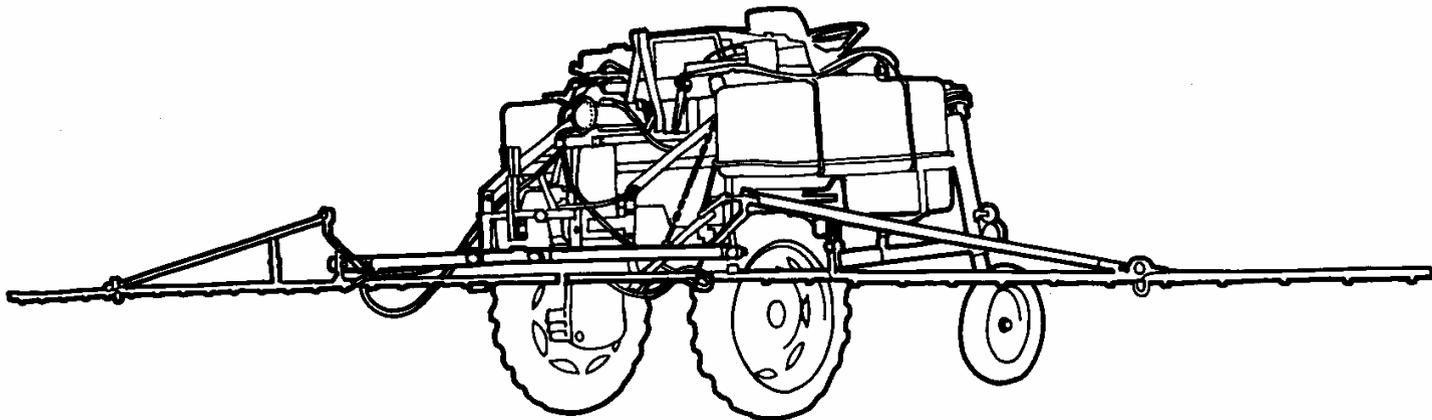
C.2.1.5- Localizadores



C.2.1.6-Pulverizadores combinados



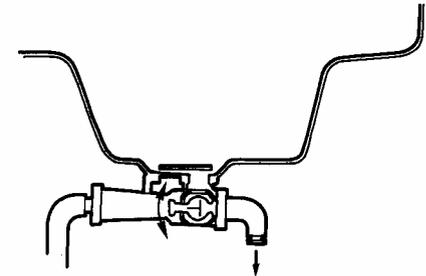
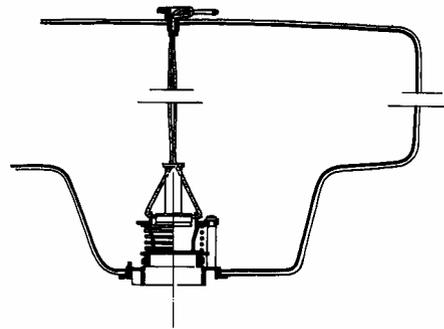
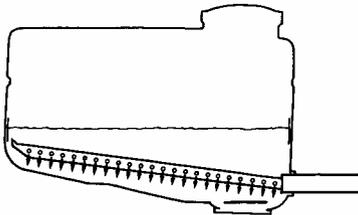
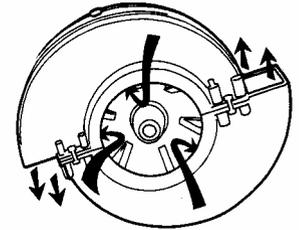
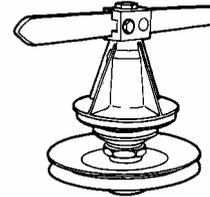
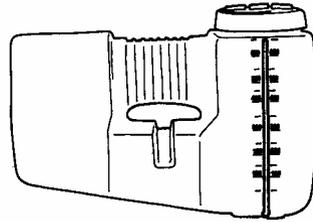
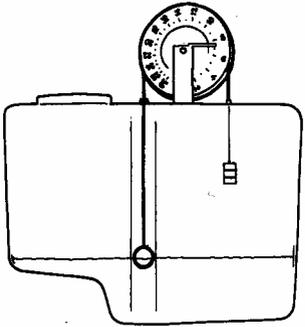
C.2.1.7- Pulverizadores “enjambeurs”



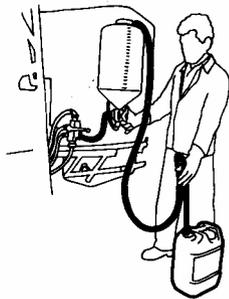
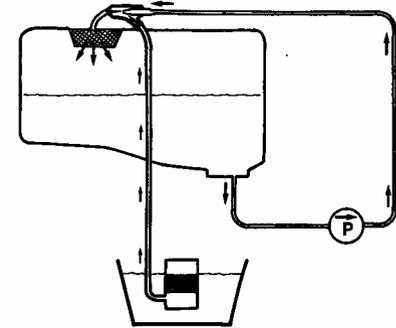
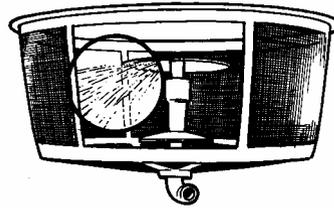
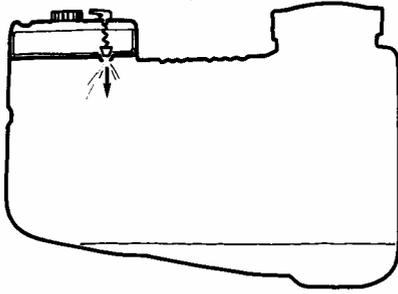
D.1.1- Capacidade das cubas para as várias categorias de pulverizadores

Categoria de pulverizador	Volume mínimo (L)	Volume máximo (L)
Montado	200	1650
Rebocado	1500	4500
Automotriz	2000	5000
Integral	1500	2500

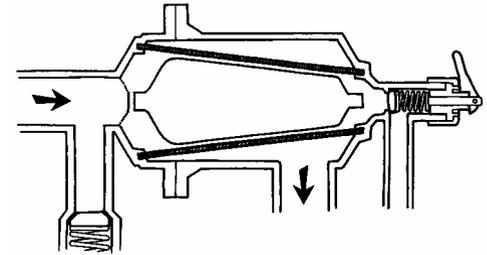
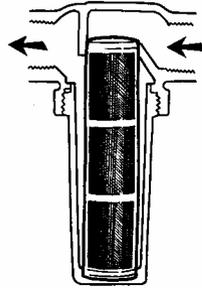
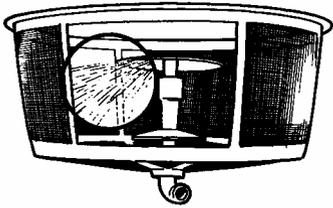
D.1.1.1- Reservatório (equipamentos funcionais)



D.1.1.2- Reservatório (equipamentos complementares)



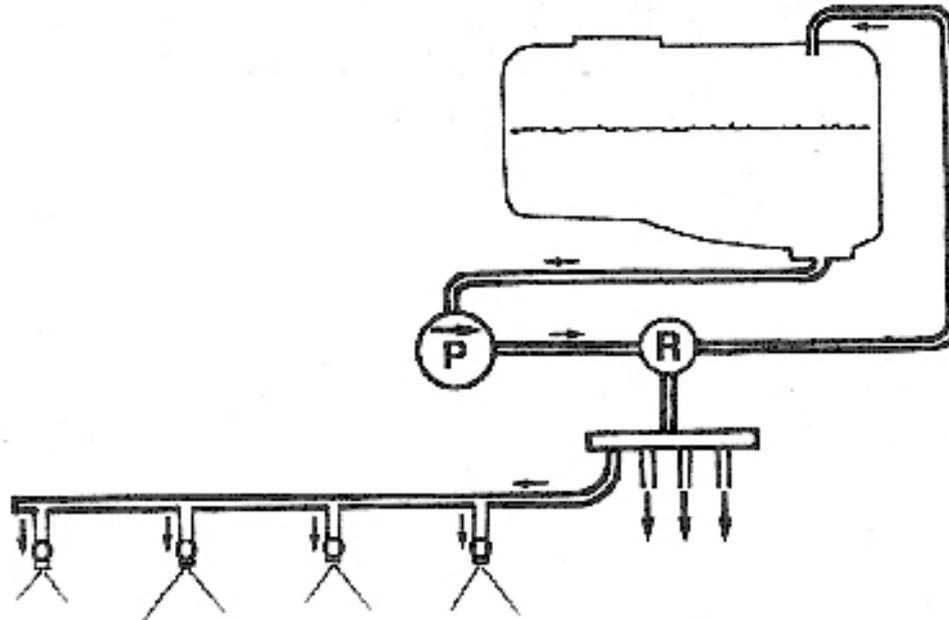
D.1.2.2.2- Diferentes tipos de filtros



D.1.2.3- Categoria dos filtros em função do débito dos bicos

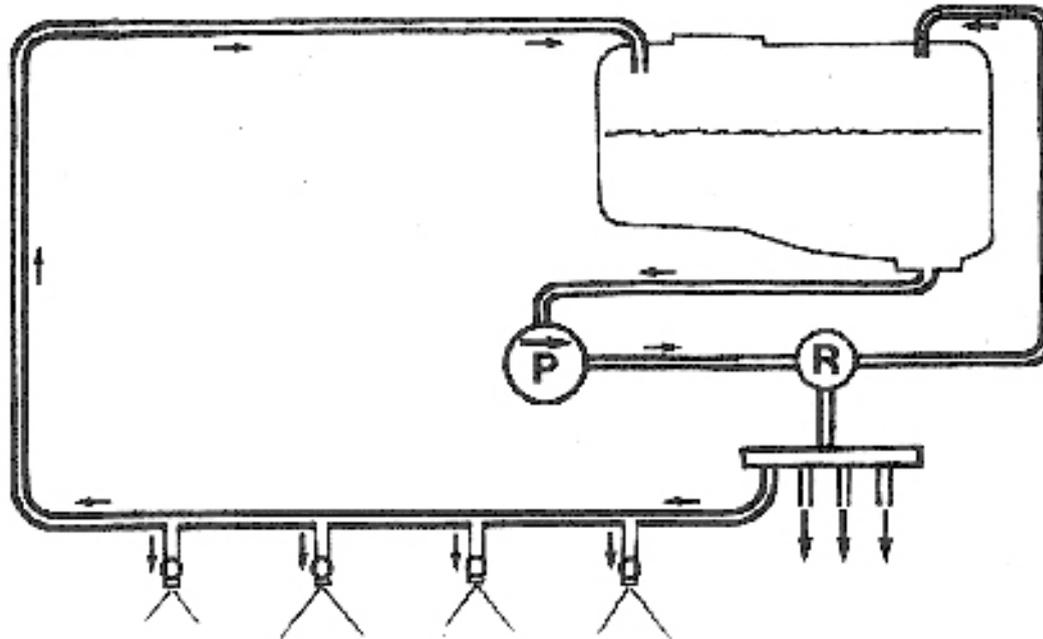
Débito dos bicos (L/min)	Volume/ha a 8 km/h (L/ha)	Dimensão dos filtros (μ)		
		Aspiração	Saída	Rampa
< 0.8	< 120	300	150 - 180	150
0.8 - 3.0	120 - 450	600	180 - 600	150 - 300
> 3.0	> 450	800	600 - 800	300 - 600

D.1.3.1- Tipos de circulação do líquido - descontínua



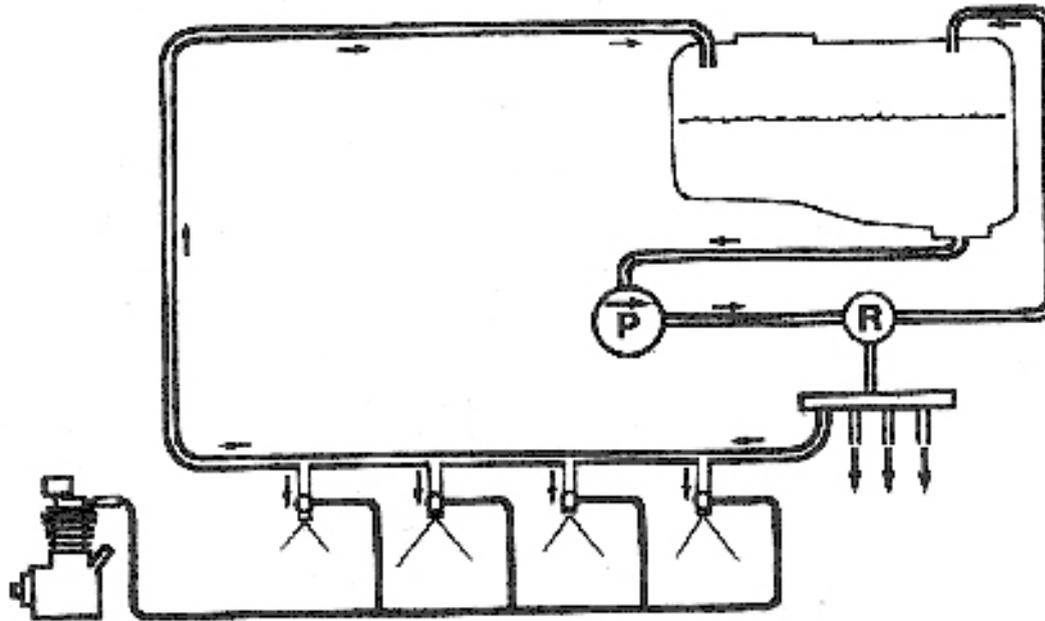
P- Bomba R- Regulador

D.1.3.2- Tipos de circulação do líquido - semi-contínua



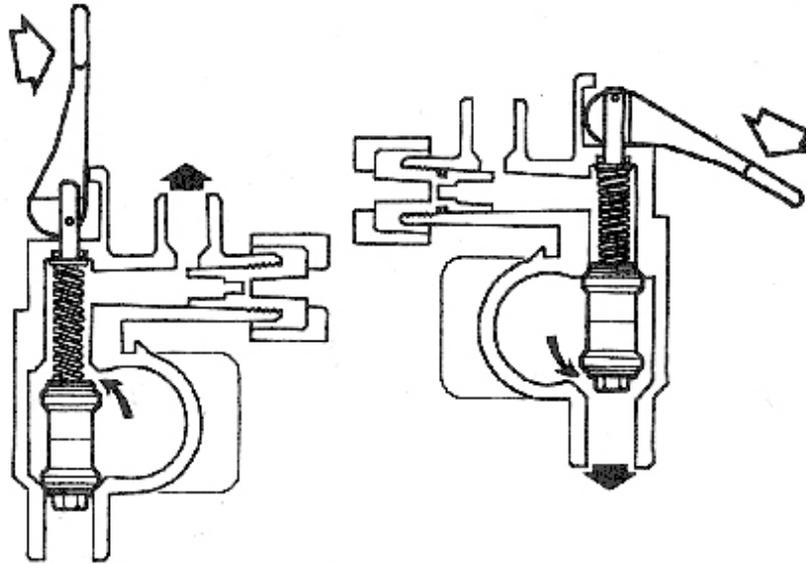
P- Bomba R- Regulador

D.1.3.3- Tipos de circulação do líquido - contínua

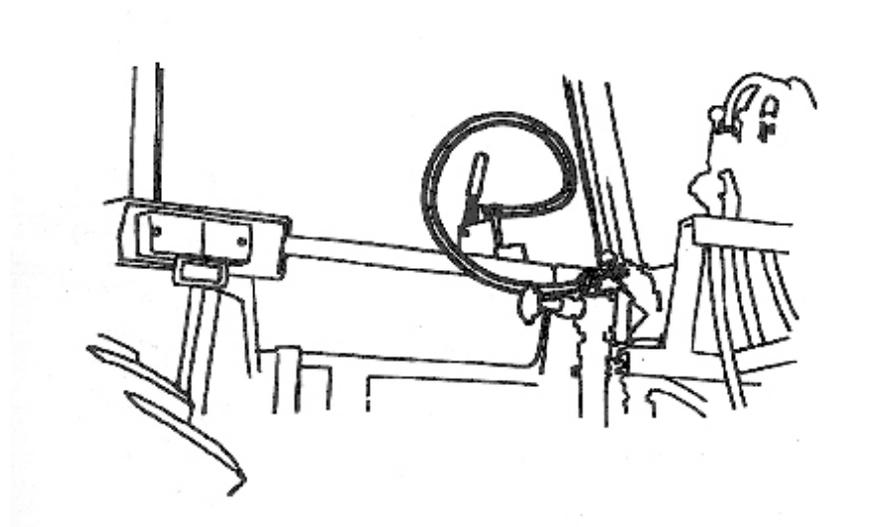


P- Bomba R- Regulador

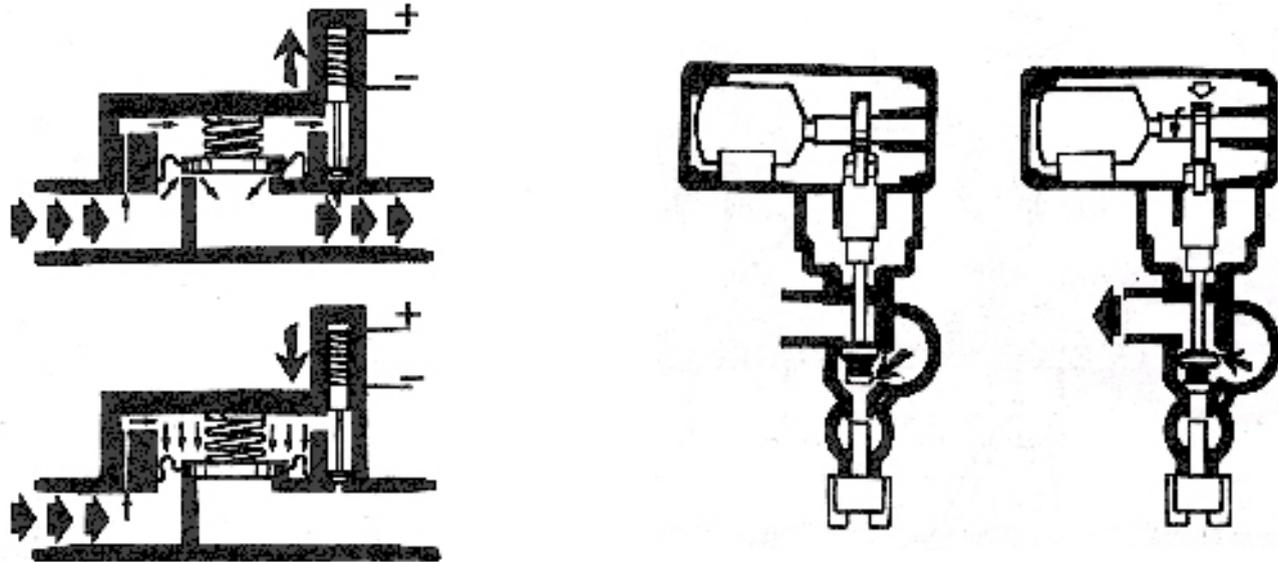
D.1.4.1- Válvulas de accionamento manual



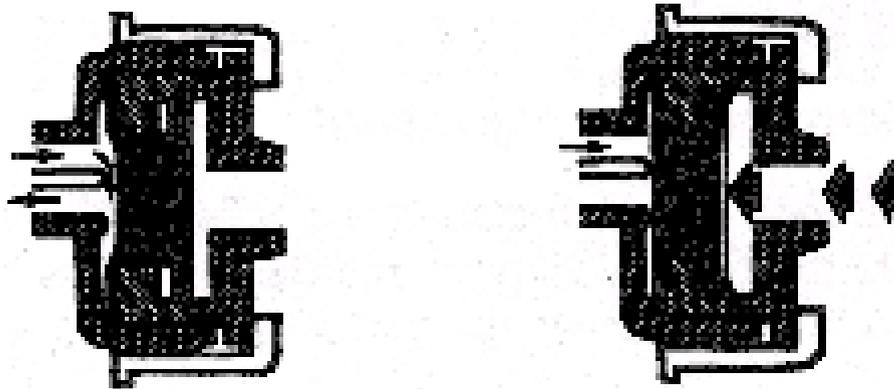
D.1.4.2- Válvula de accionamento mecânico



D.1.4.3- Válvulas de accionamento eléctrico



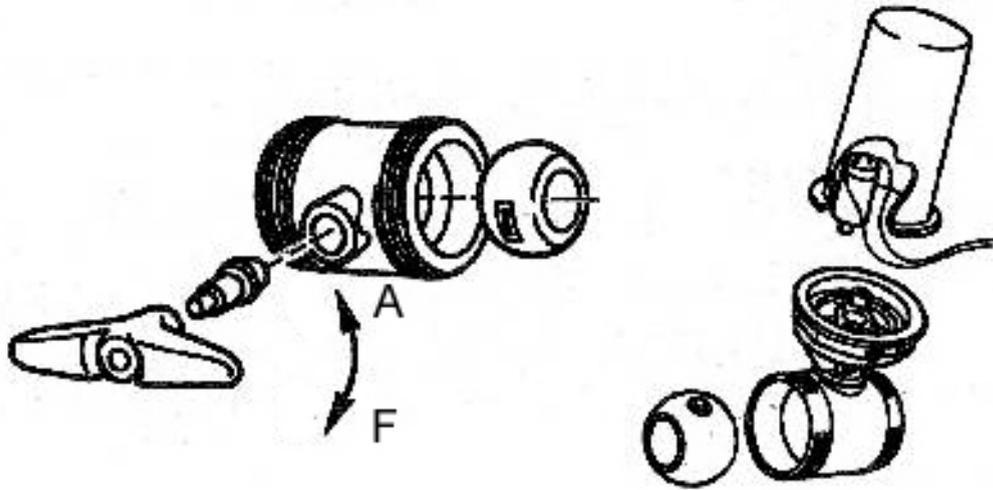
D.1.4.4- Válvulas de accionamento pneumático



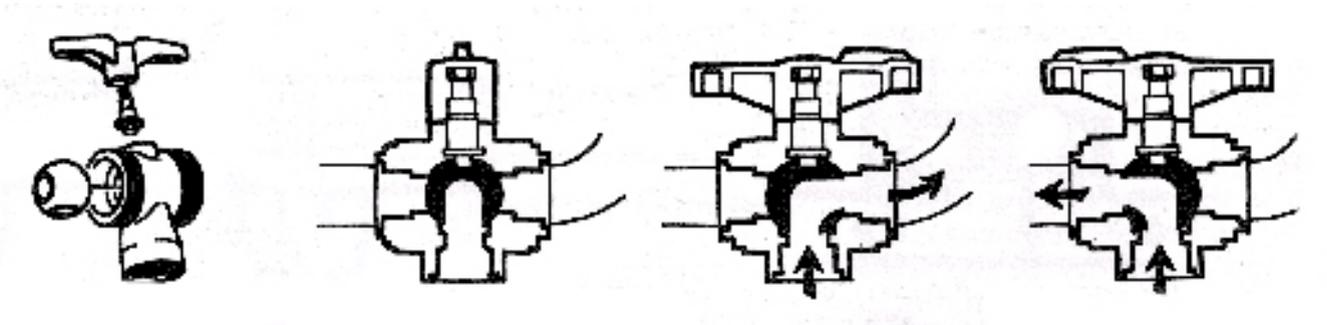
D.1.4.5- Válvulas de accionamento hidráulico



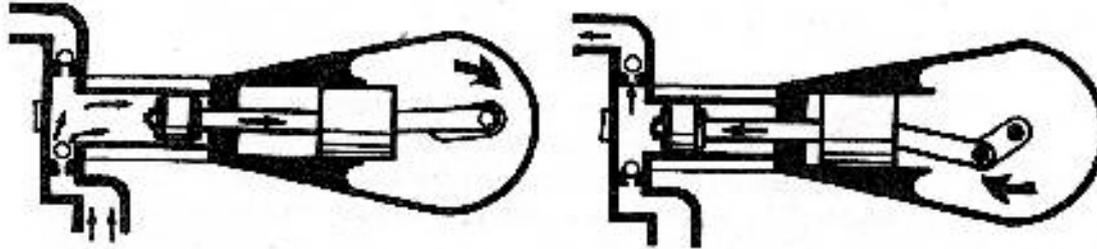
D.1.4.6- Válvulas de duas vias



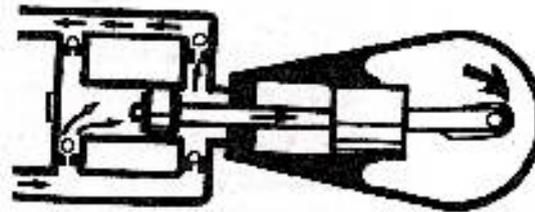
D.1.4.6- Válvulas de três e quatro vias



D.1.6.1.1- Bombas de pulverização, de êmbolos, de simples e duplo efeito

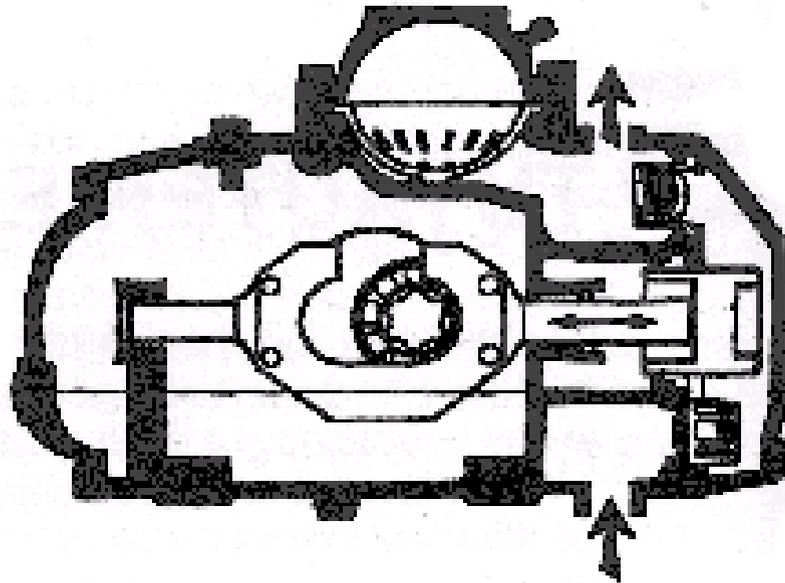


Simple effect

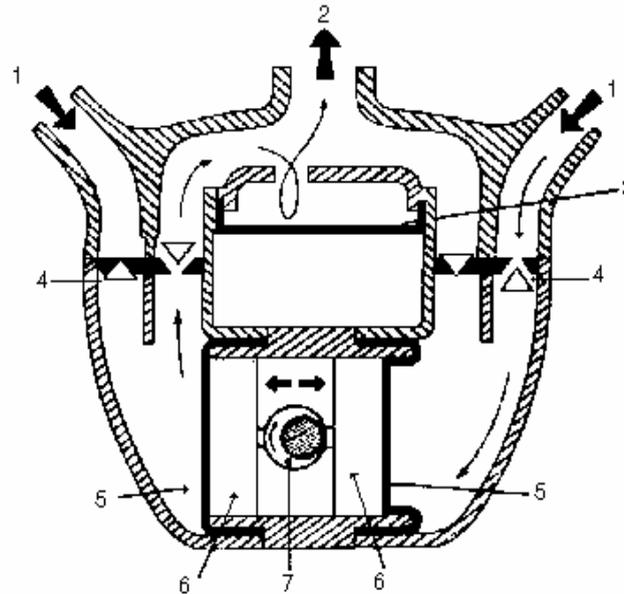


Double effect

D.1.6. 2- Bombas de pulverização com êmbolo mergulhador

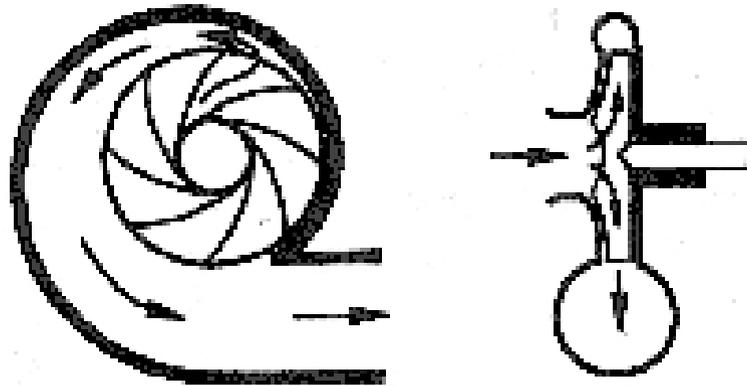


D.1.6.1.2- Bomba de êmbolo - membrana

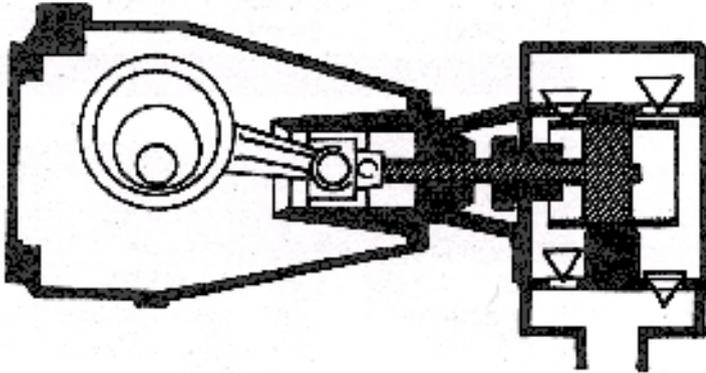


Corte esquemático de uma bomba de êmbolo - membrana
1- Aspiração 2- elevação 3- amortecedor 4- válvula 5- membrana 6- êmbolo
7- excêntrico

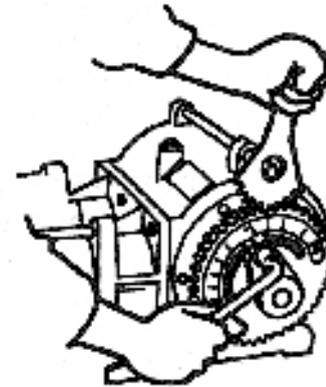
D.1.6.1.3- Bomba centrífuga



D.1.6.5- Bomba específicas

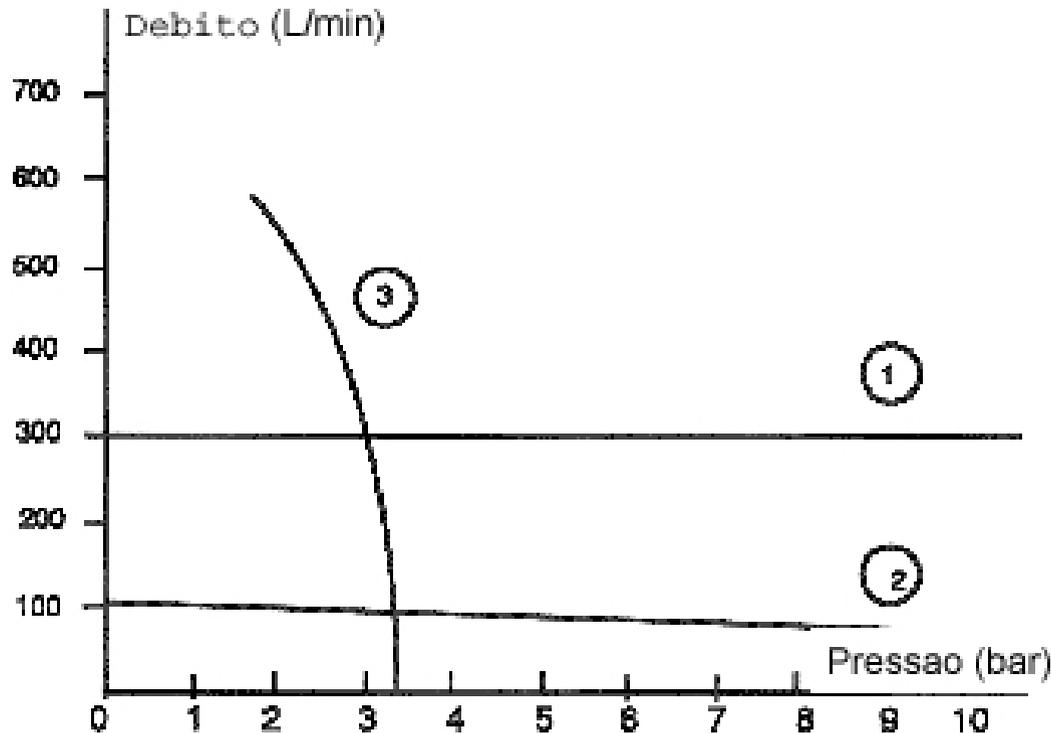


Bomba de êmbolo com curso variável



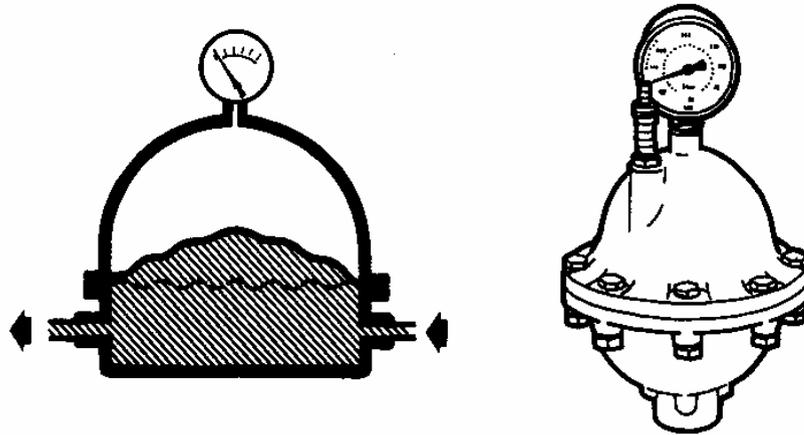
Bomba com velocidade de rotação variável

D.1.6.1- Comparando as curvas de débito - pressão

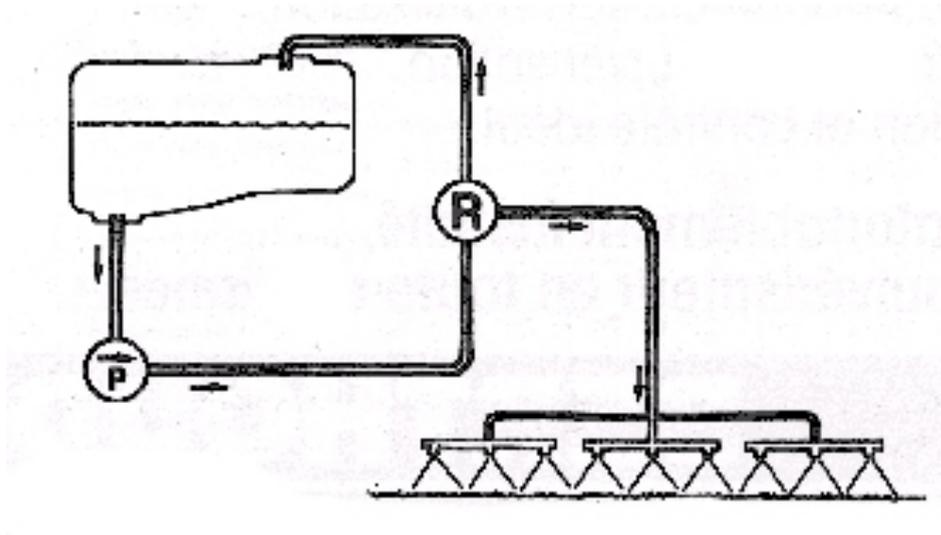


- 1- Bomba de 2 êmbolos; débito max.- 300 L/min; Velocidade- 400 rpm
- 2- Bomba de 3 êmbolos; débito a 0 bar- 106 L/min e a 10 bar- 93 L/min; Velocidade- 540 rpm
- 3- Bomba centrífuga; débito a 1 bar- 570 L/min e a 3 bar- 100 L/min.

D.1.6.2- Amortecedor

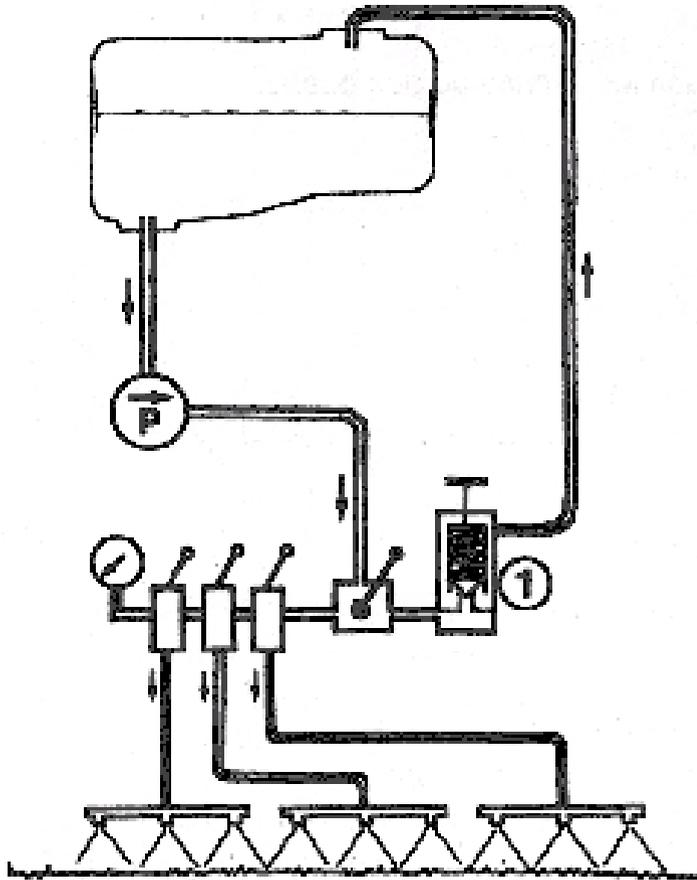


D.2.2- Sistema de regulação

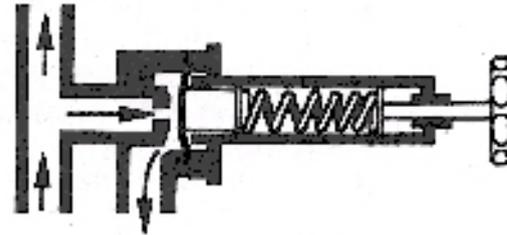


P- Bomba R- Regulador

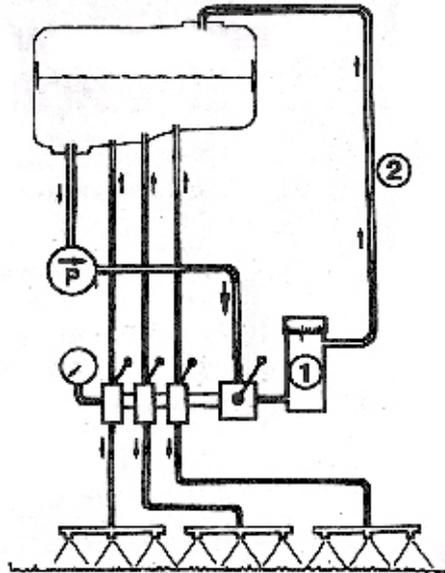
D.2.2.1- Regulação a pressão constante



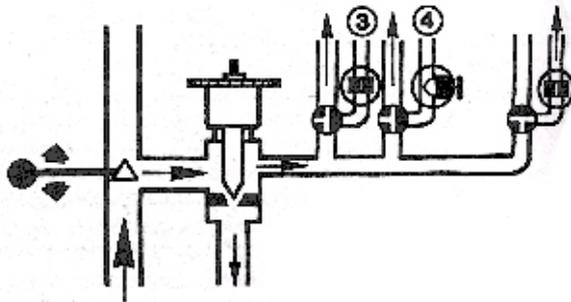
1- Regulador de pressão



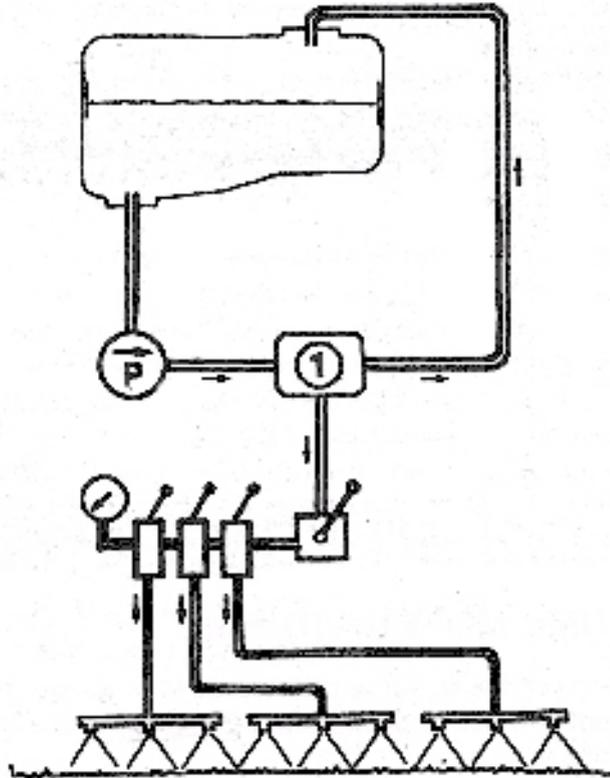
D.2.2.2.1- Regulação do débito proporcional ao regime motor (DPM)



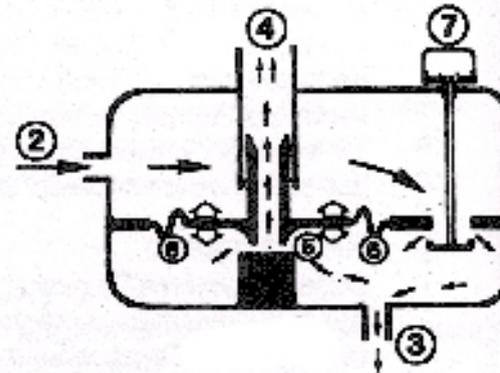
- 1- Regulador de débito
- 2- Retorno para a cuba
- 3- Pastilhas calibradas
- 4- Torneiras para regulação do retorno



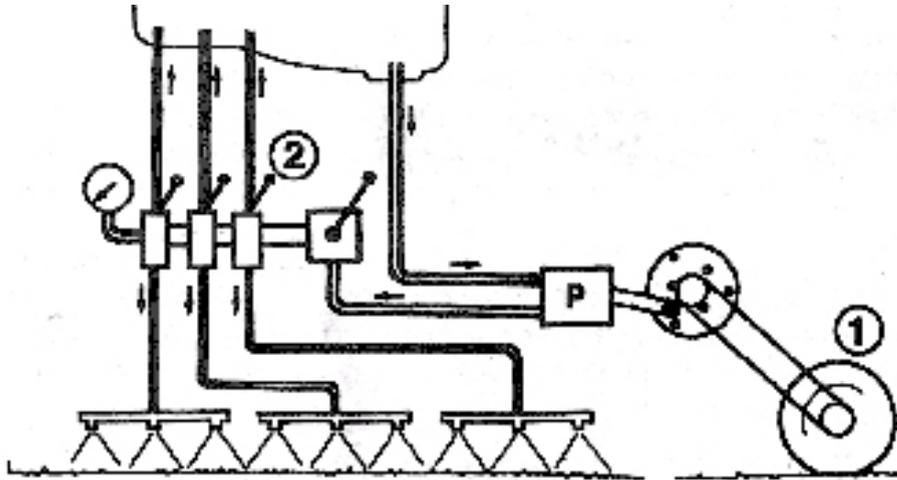
D.2.2.2.2- Sistema DPM com válvulas de membrana



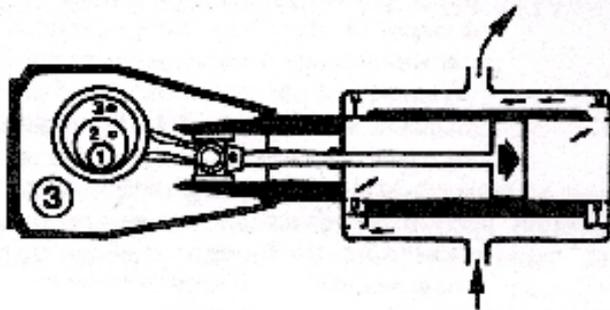
- 1- Válvula para regular v volume/ha
- 2- Bomba
- 3- Saída para a rampa
- 4- Retorno para a cuba
- 5- Válvula de abertura
- 6- Membrana
- 7- Botão para accionamento da válvula



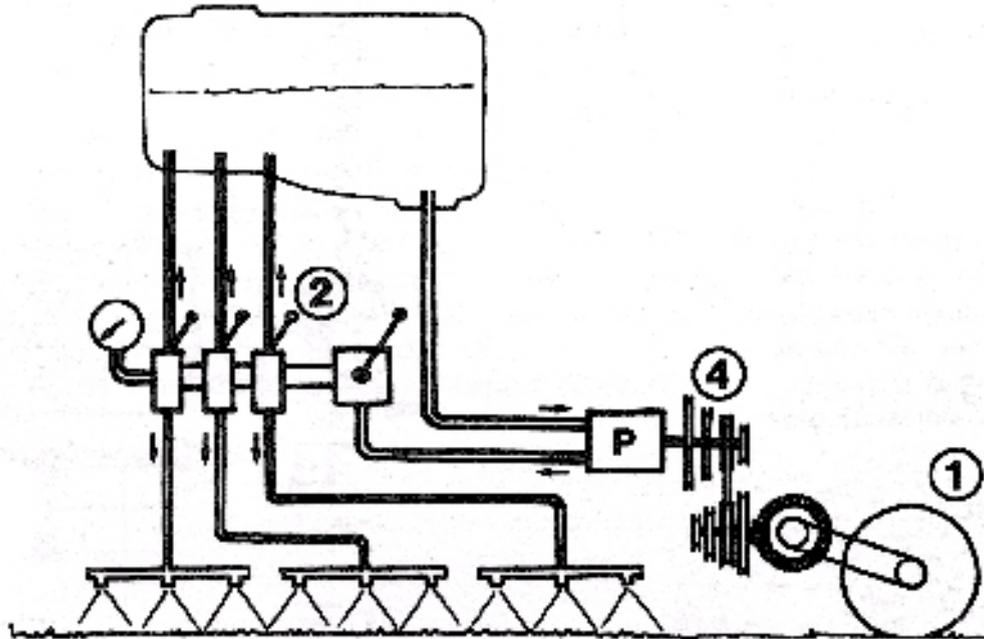
D.2.2.3.1- DPA sem retorno para a cuba e com bomba de curso variável



- 1- Roda de accionamento
- 2- Distribuidor
- 3- Variador do curso do êmbolo

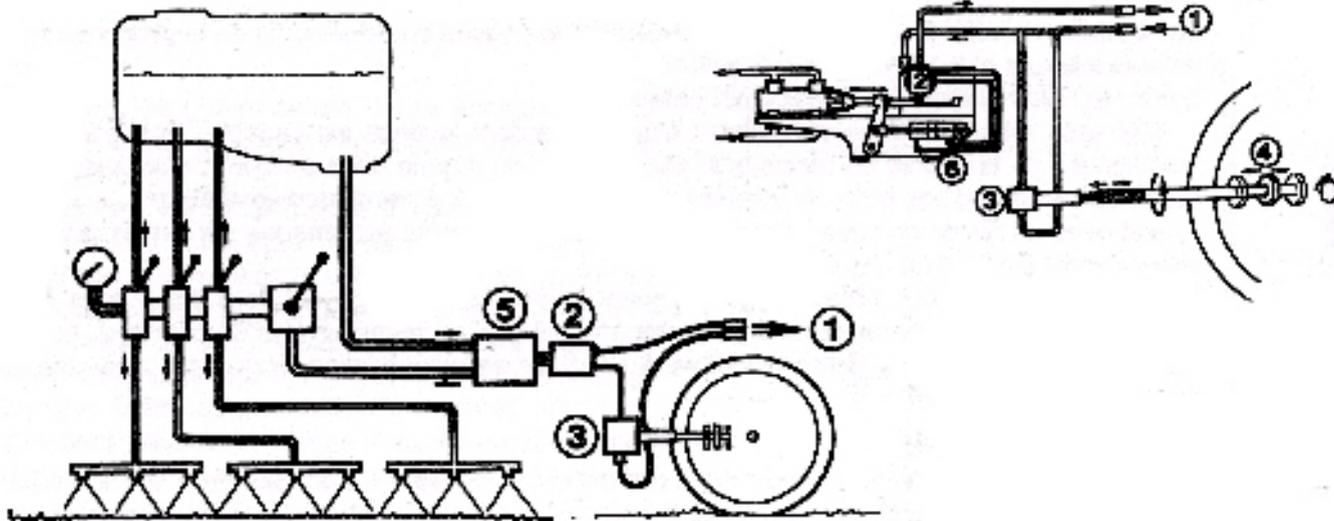


D.2.2.3.2- DPA sem retorno para a cuba e com uma bomba de velocidade variável



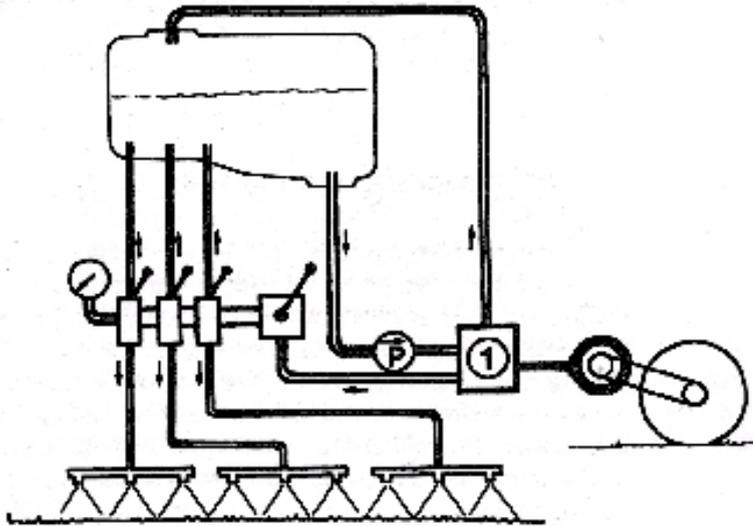
1- Roda de accionamento 2- Distribuidor 4- Caixa de velocidades

D.2.2.3.3- DPA sem retorno para a cuba e com bomba de comando hidráulico

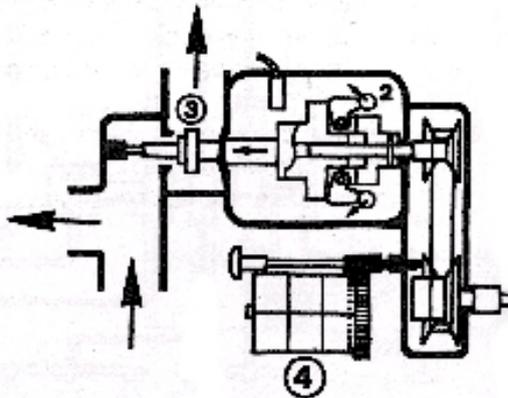


1- Circuito hidráulico do tractor 2- Caixa de inversão 3- Distribuidor rotativo volumétrico 4- Distribuidor rotativo, 5- Bomba de pulverização

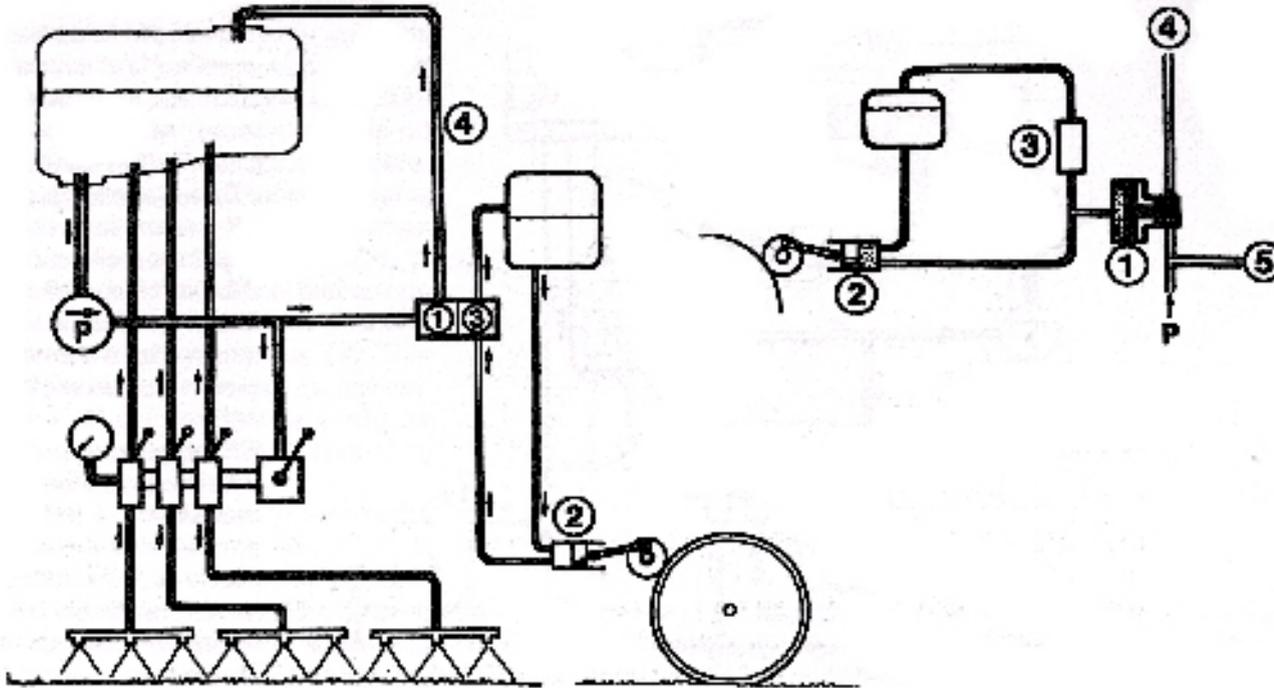
D.2.2.3.2- DPA com retorno para a cuba e regulador centrífugo



- 1- Regulador centrífugo
- 2- Massas centrífugas
- 3- Válvula (retorno para a cuba)
- 4- Tambor graduado

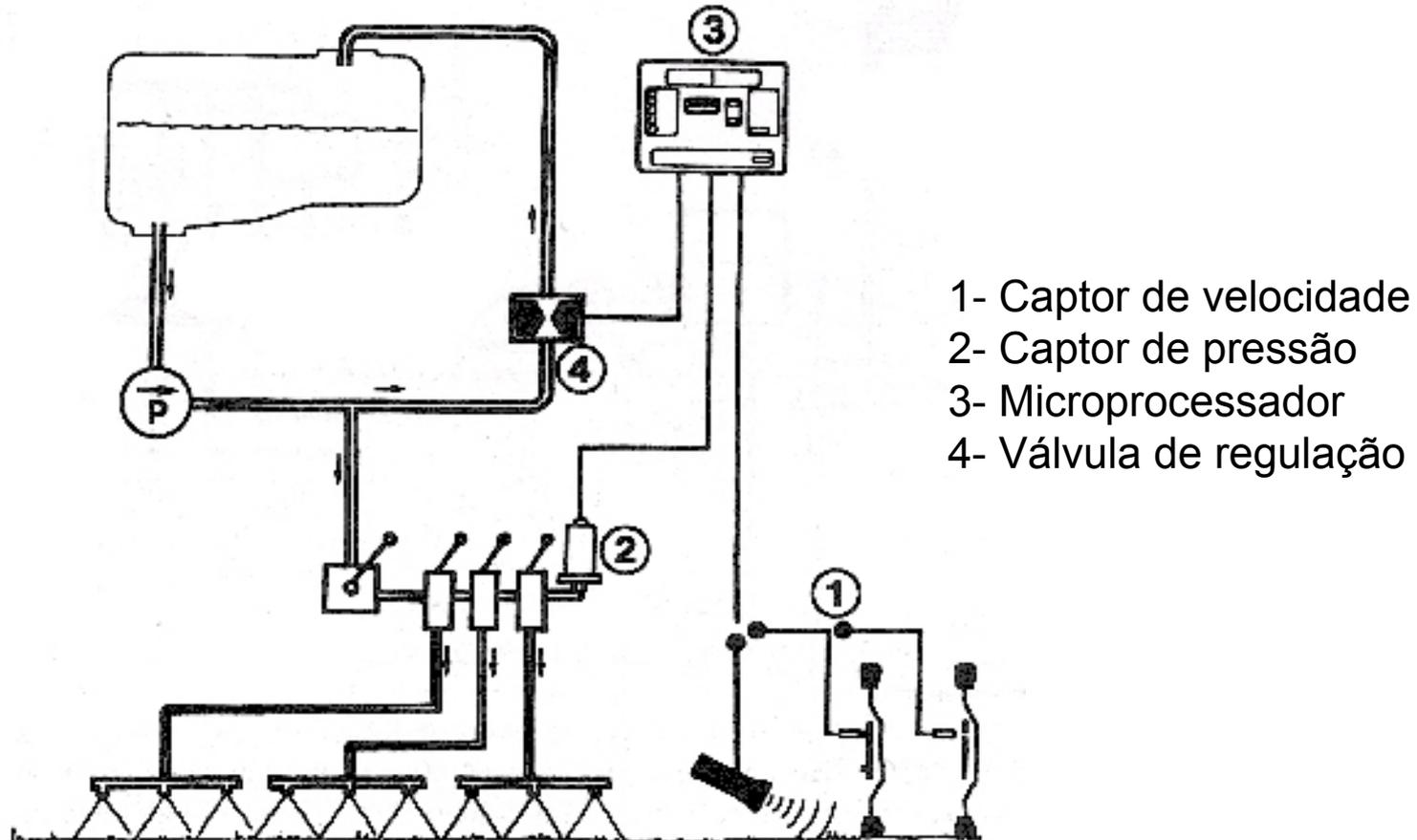


D.2.2.3.2- DPA com retorno à cuba e regulador de êmbolo

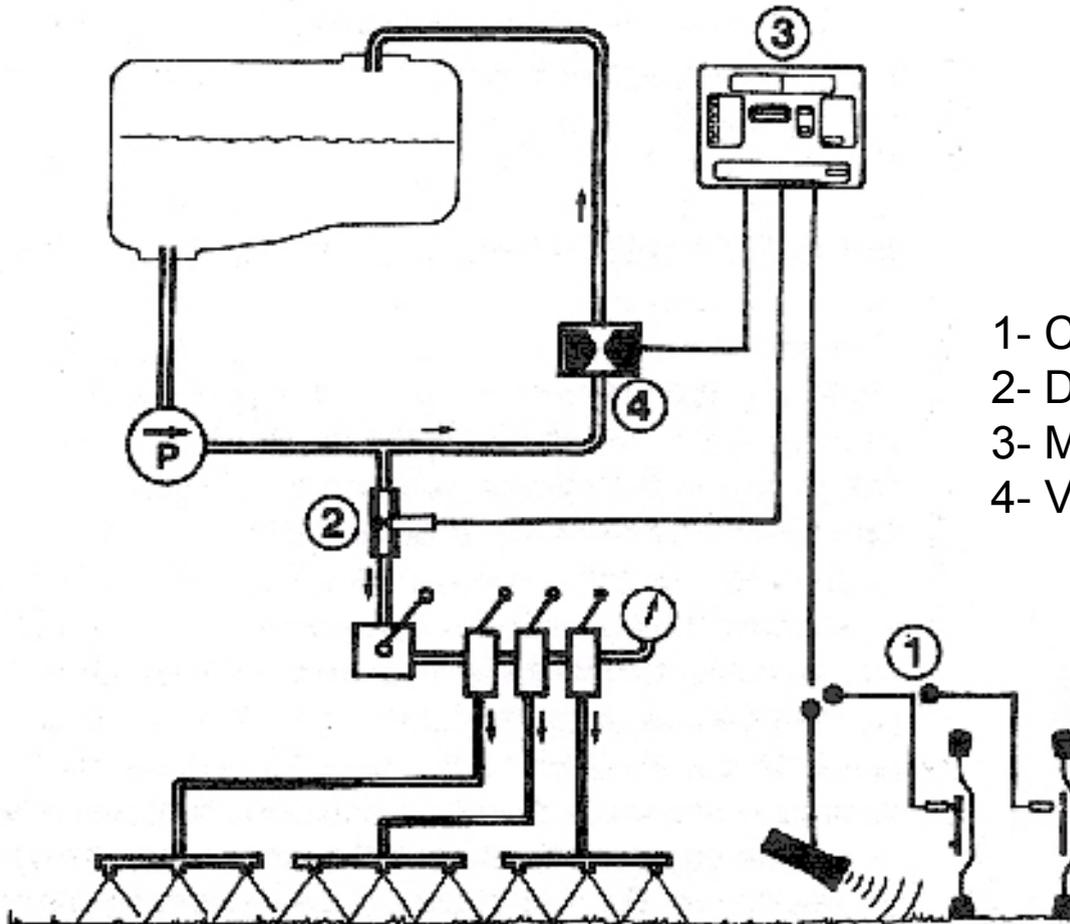


- 1- Retorno para a cuba 2- Bomba hidráulica 3- Calibrador de débito 4- Retorno para a cuba 5- Saída para a rampa ???

D.2.2.4.1- Captores de velocidade de avanço e pressão

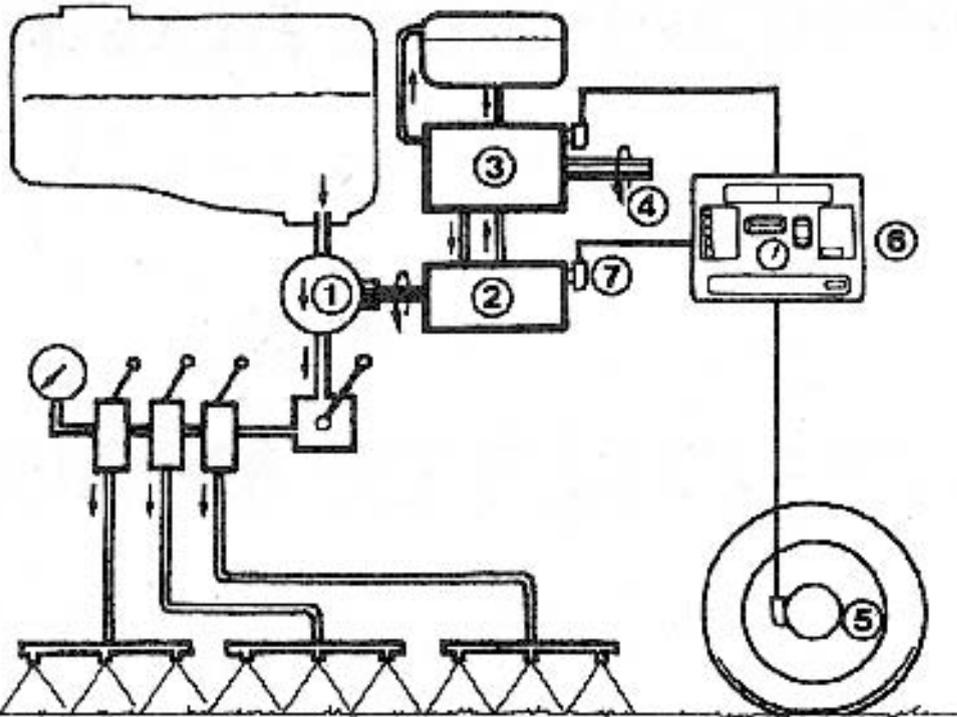


D.2.2.4.2 - Captores de velocidade de avanço e débito



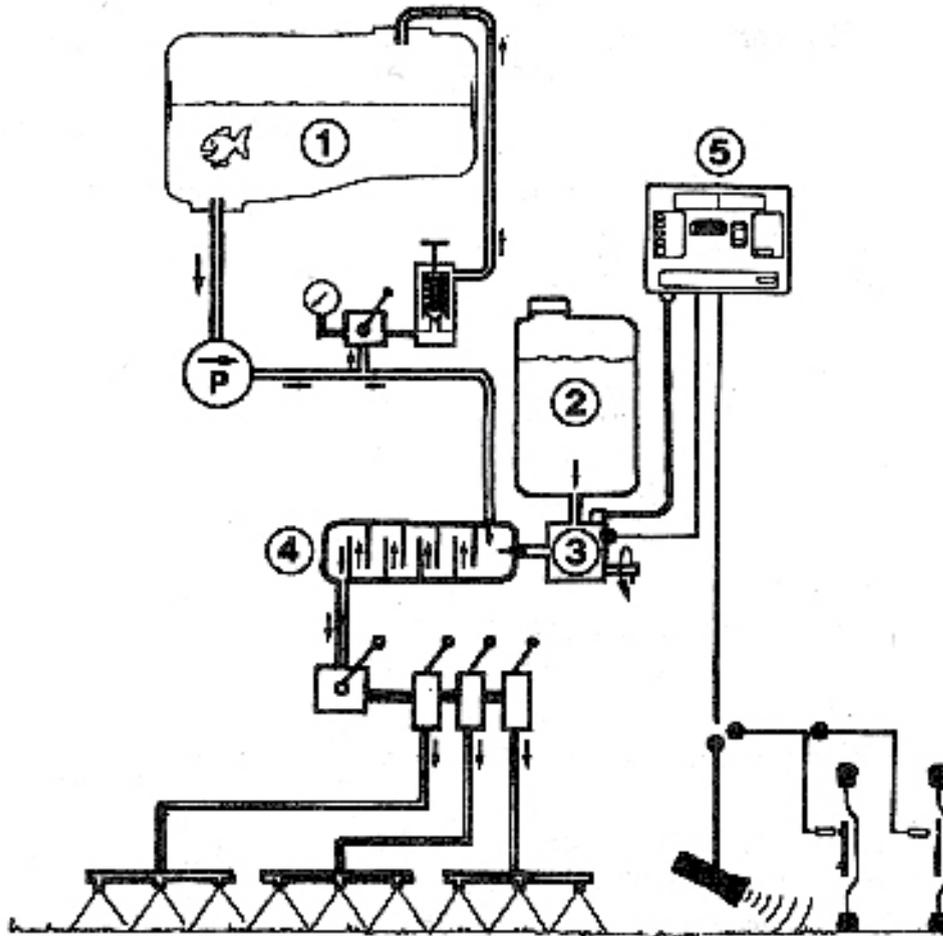
- 1- Captor da velocidade de avanço
- 2- Debímetro
- 3- Microprocessador
- 4- Válvula de regulação

D.2.2.4.3- Captores de velocidade de avanço e velocidade de rotação da bomba



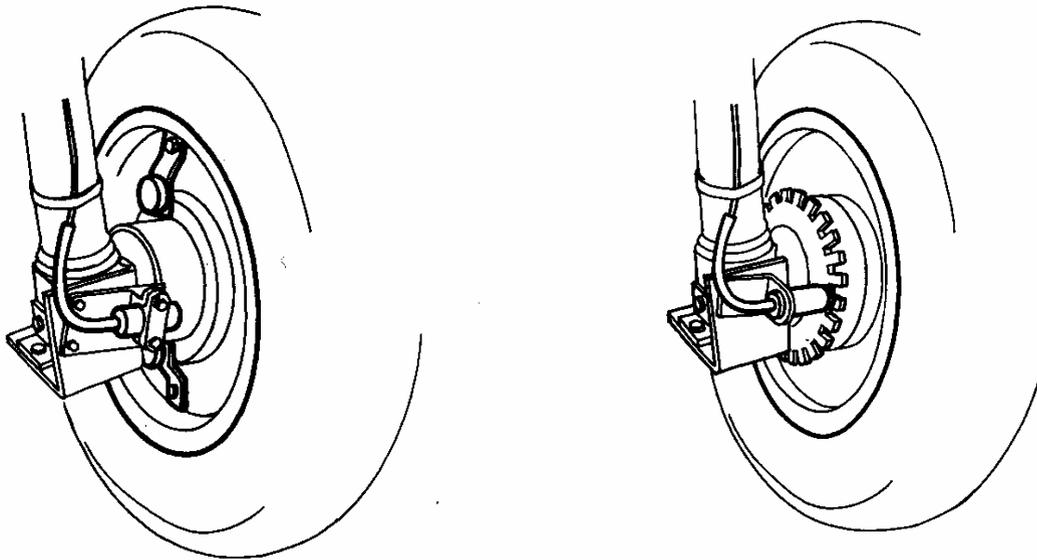
- 1- Bomba
- 2- Motor hidráulico
- 3- Gerador hidráulico
- 4- TDF
- 5- Dínamo - taquimétrico (velocidade da roda)
- 6- Calculador
- 7- Dínamo - taquimétrico (velocidade da bomba)

D.2.2.5- Concentração proporcional ao avanço (CPA)

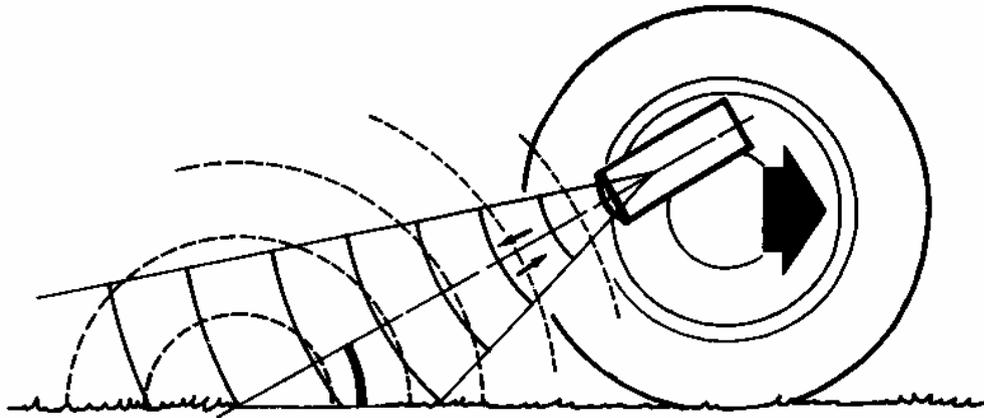


- 1- Circuito da água
- 2- Circuito do produto
- 3- Bomba doseadora
- 4- Misturador
- 5- Microprocessador

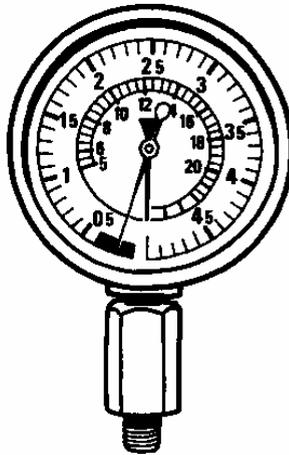
D.2.4.1.1.1- Captor electromagnético



D.2.4.1.1.2- Radar

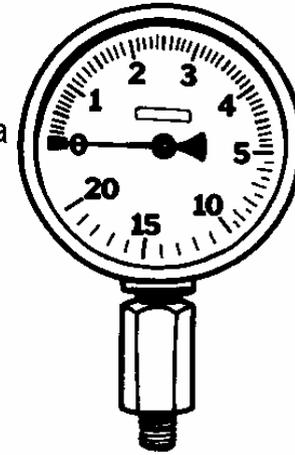


D.2.4.1.2.1- Manómetro

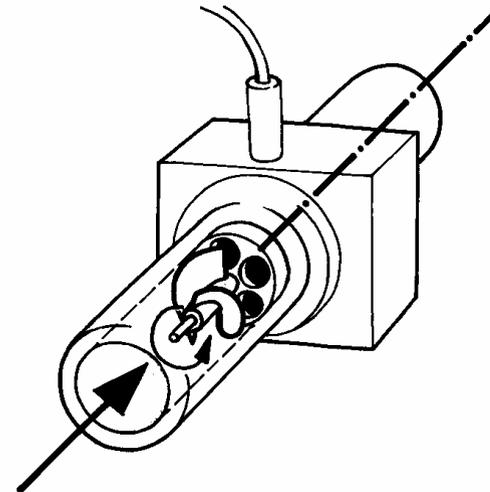
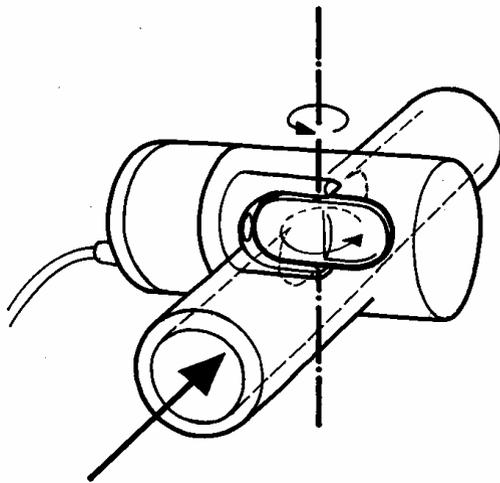


Manómetro de duas agulhas

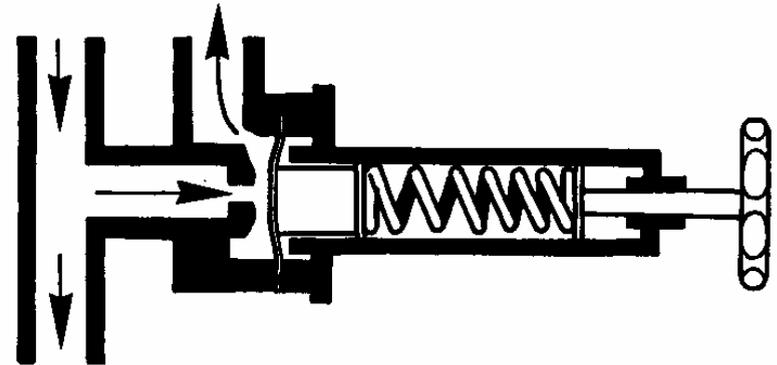
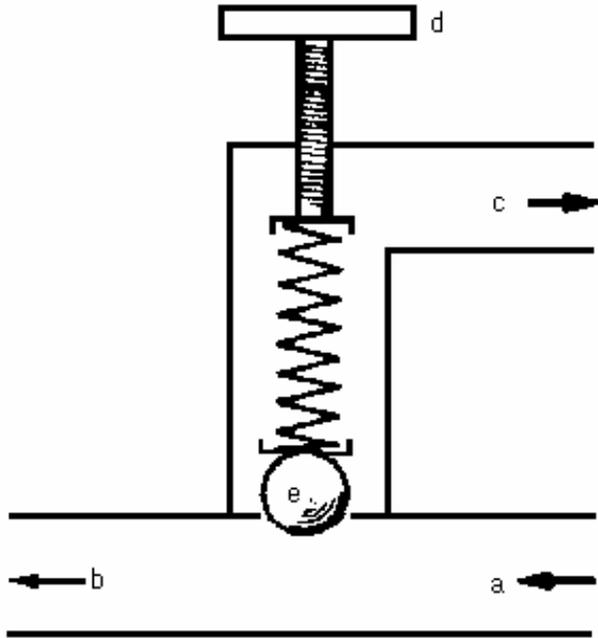
Manómetro de escala aumentada



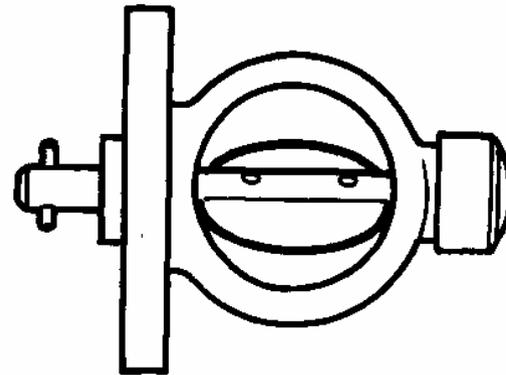
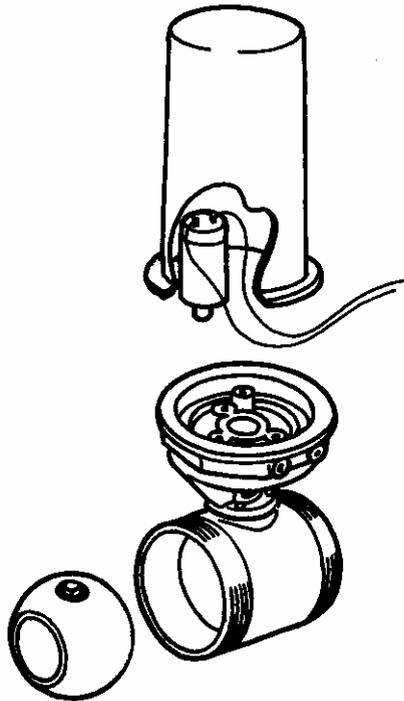
D.2.4.1.3- Medidores de débitos



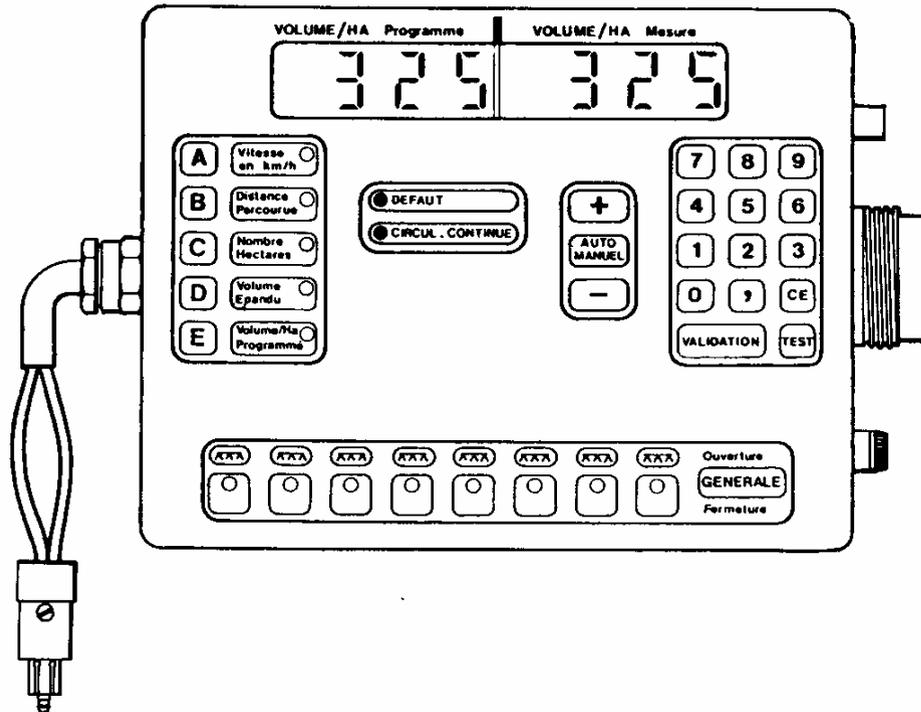
D.2.4.2.1- Regulador de pressão por mola



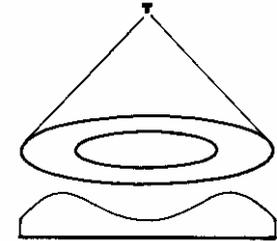
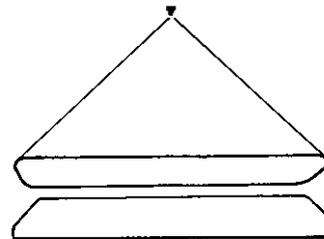
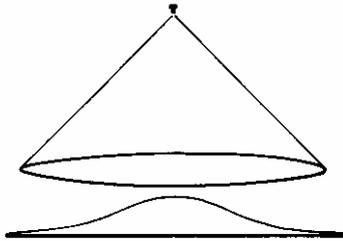
D.2.4.3.1- Reguladores de débito de válvulas



D.2.4.4- Calculador

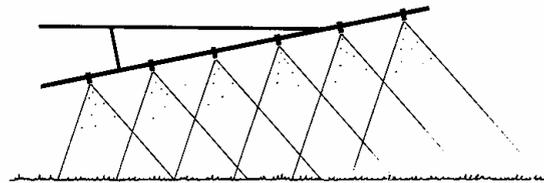
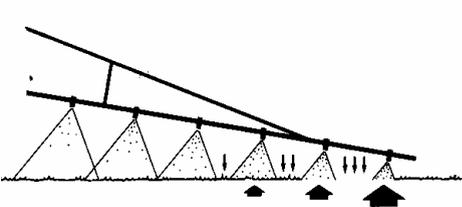
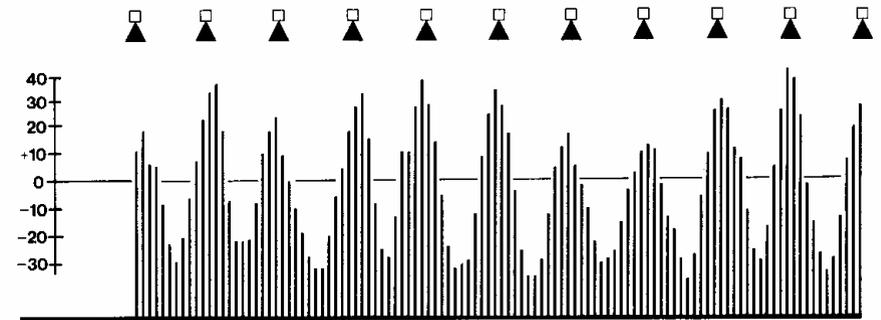


D.3.1.1.1- Jactos planos

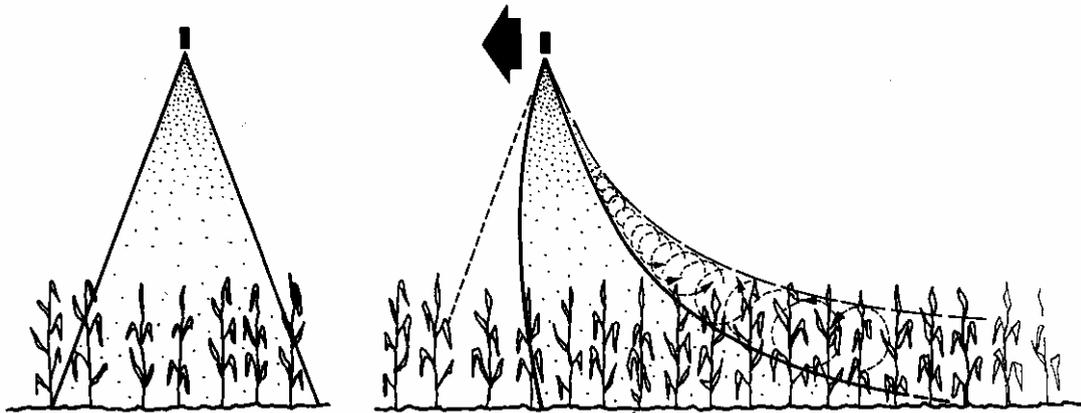


D.3.1.1.2- Jactos cónicos

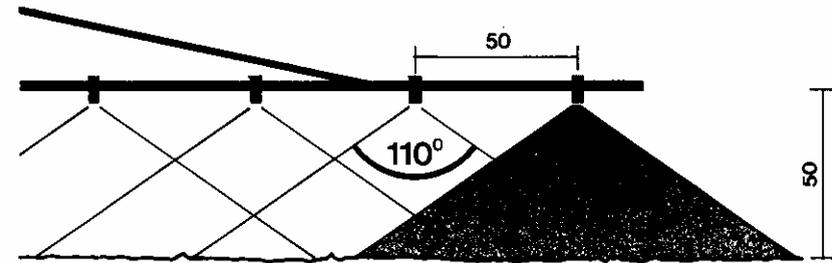
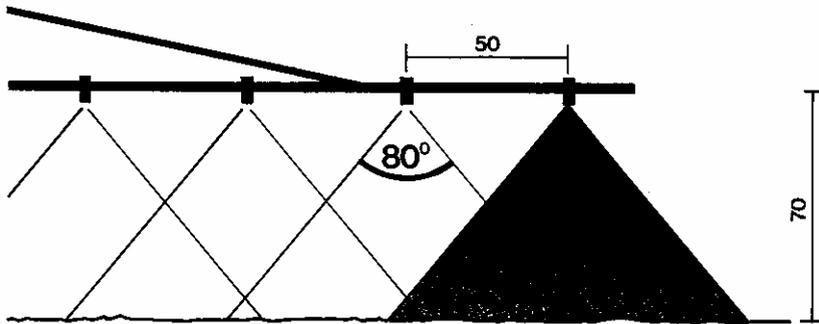
D.3.1.2.1- Repartição transversal



D.3.1.2.1- Repartição longitudinal



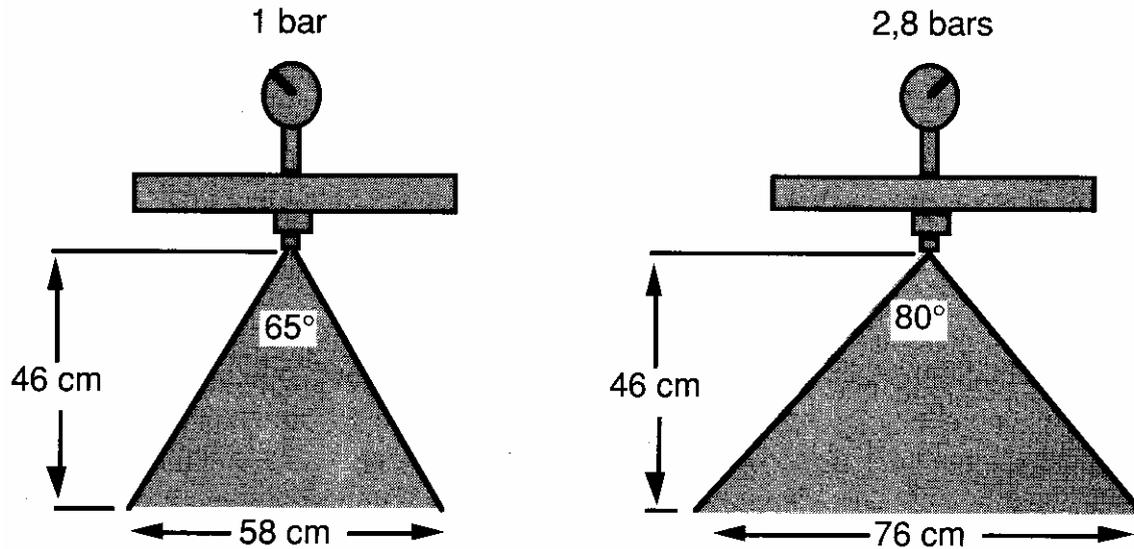
D.3.1.2.3- Efeito da altura



Quadro D.3.1.2.3- Altura teórica dos jactos (cm) em função da taxa de sobreposição

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

D.3.1.2.4- Efeito da pressão na repartição dos jactos



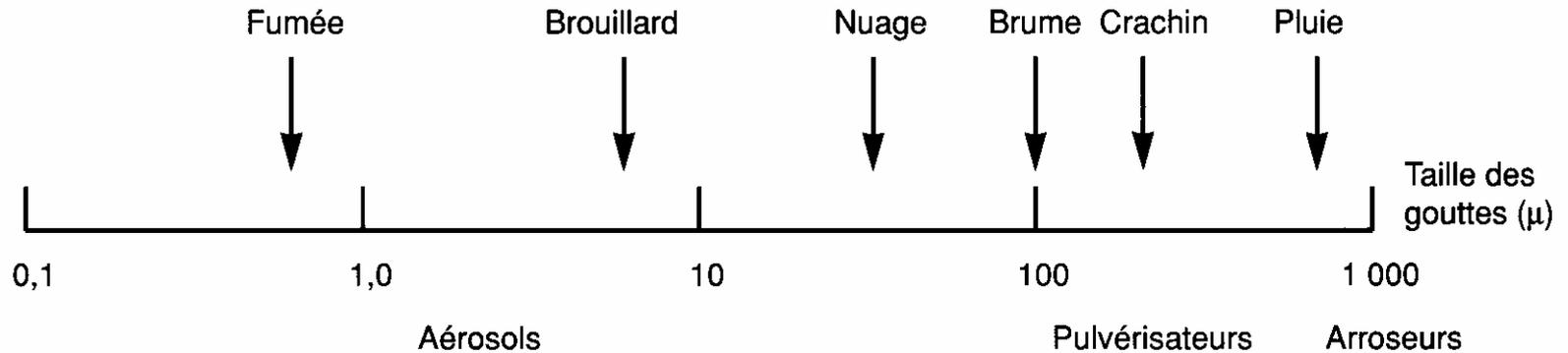
Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

D.3.1.2.5- Efeito das condições do meio

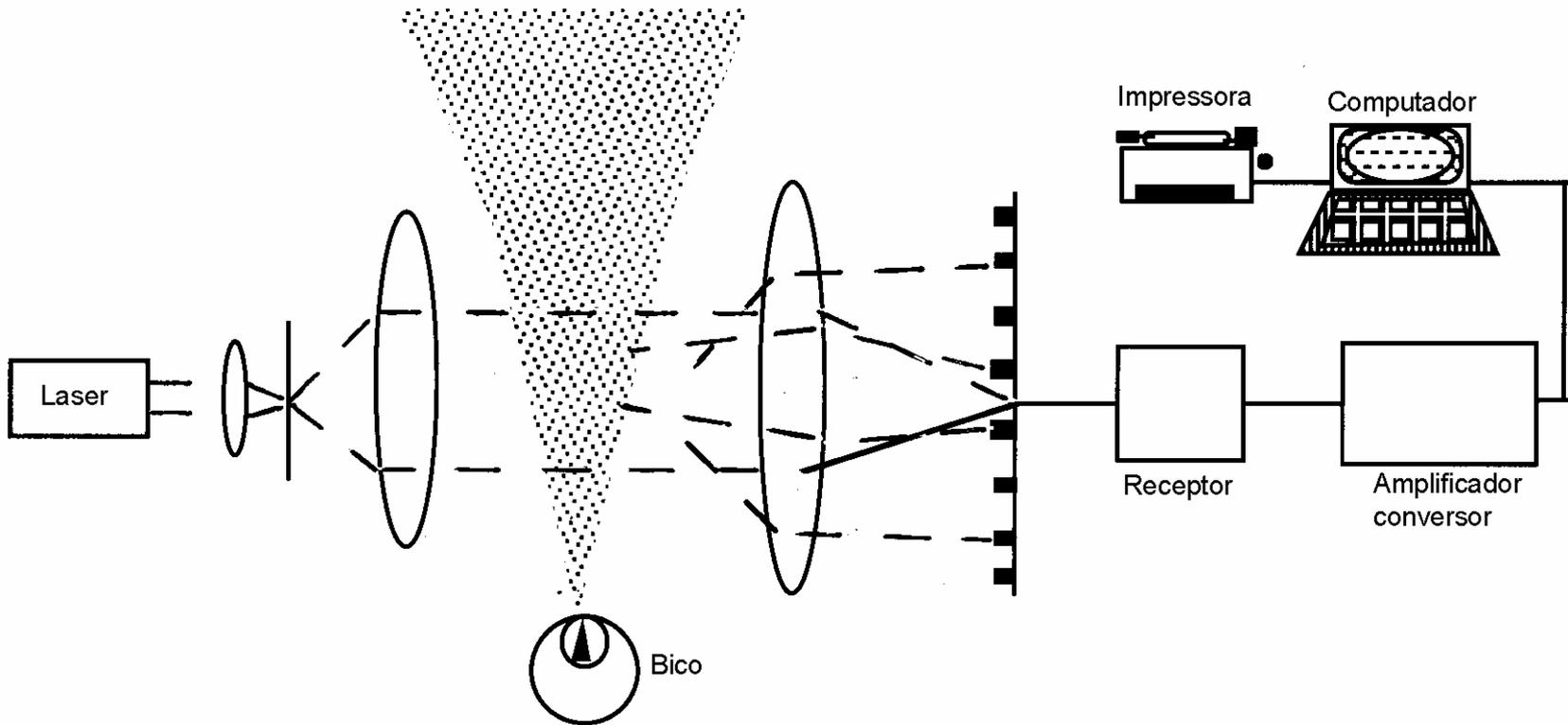
≤ ≤

Velocidade do vento, junto à rampa	Escala Beaufort (altura - 10 m)	Descrição	Sinais visíveis (figura)	Sinais visíveis	Pulverização
< 2 km/h	Força 0	Calma		Fumos subindo na vertical	Atenção aos dias quentes
2 - 3.5 km/h	Força 1	Brisa muito ligeira		Fumos inclinados na direcção do vento	Atenção aos dias quentes
3.5 – 6.5 km/h	Força 2	Brisa ligeira		Movimento das folhas. Brisa na face	Condições ideais para tratar
6.5 – 10 km/h	Força 3	Brisa		Folhas e pecíolos em movimento	Evitar aplicar herbicidas
10 – 15 km/h	Força 4	Vento moderado		Pequenos ramos em movimento	Não Aconselhado

D.3.2.2- Dimensão das gotas



D.3.2.2.1- Analisador de partículas por raio laser

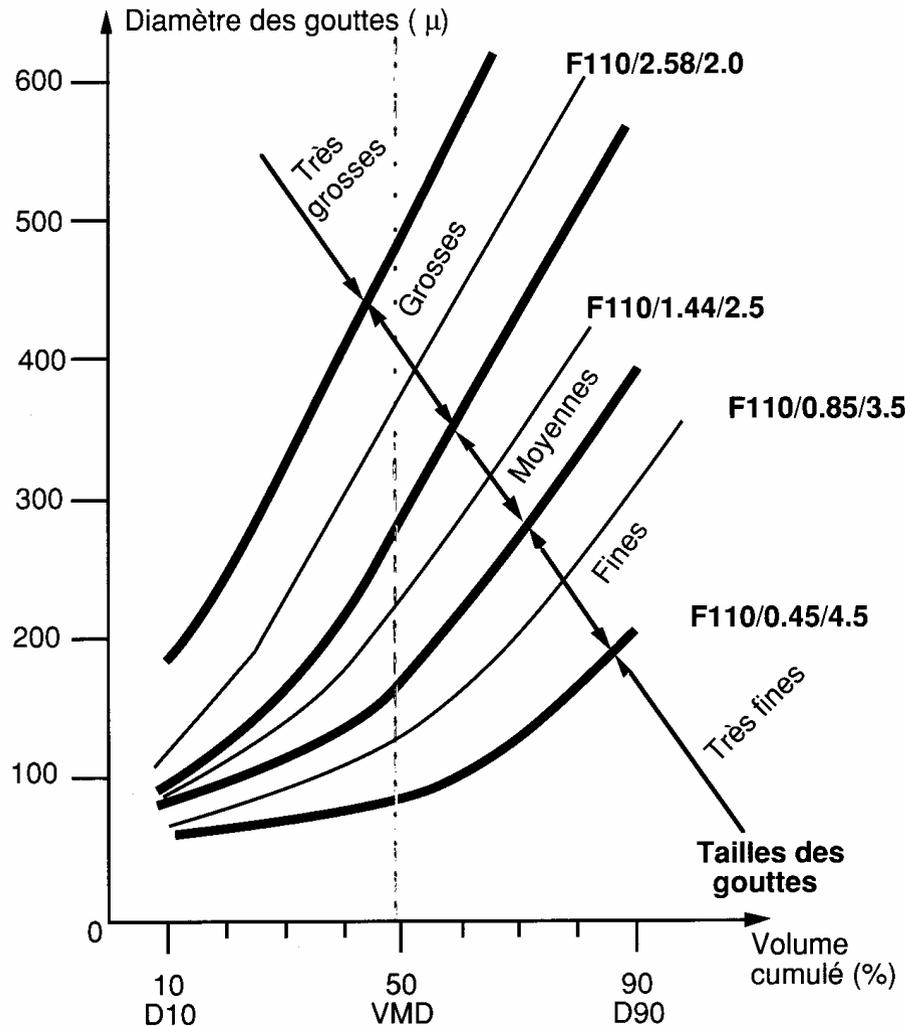


Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

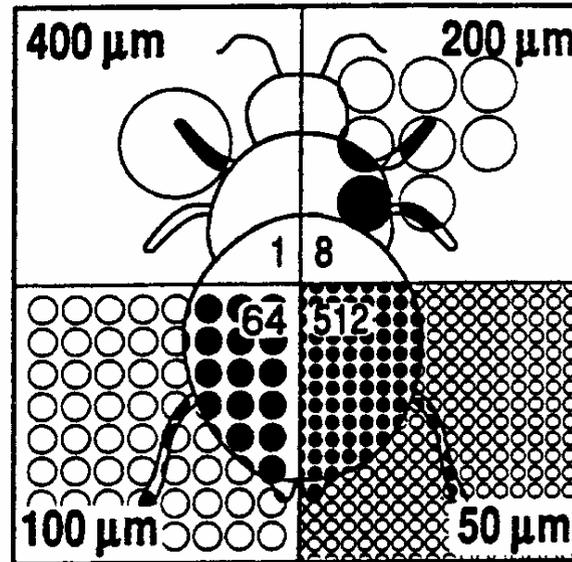
D.3.2.2.3- Quadro com as categorias dimensionais de uma população de gotas

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

D.3.2.2.3- Gráfico com as categorias dimensionais de uma população de gotas



D.3.2.3- Número de gotas vs sua dimensão



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

D.3.2.3.1- Relação entre o número teórico de gotas/cm², seu diâmetro e volume/ha

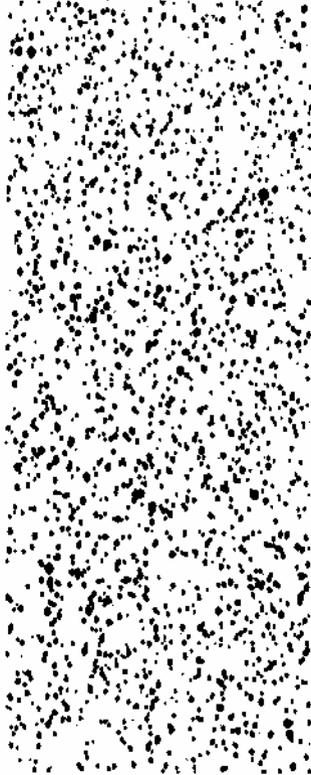
Volume/ha	Diâmetro das gotas (μ)				
	100	200	300	400	600
L	100	200	300	400	600
40	760	92	28	12	3.6
80	1520	184	56	24	7
100	1900	230	70	29	9
200	3800	460	140	58	18
300	5700	710	210	90	26
400	7600	920	280	116	35
600	9400	1380	420	174	53

D.3.2.4- Número dos impactos (densidade das gotas)

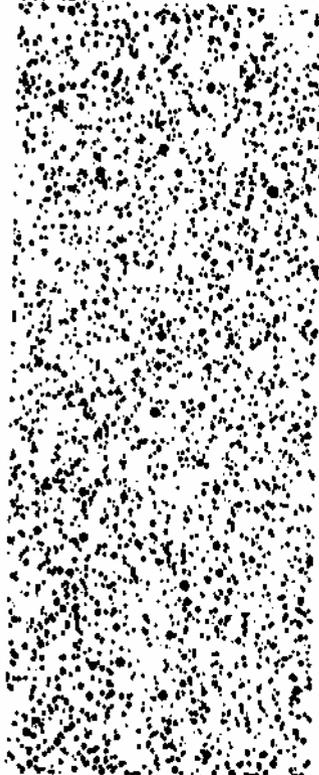
Nº mínimo de impactos / cm²	Tipo de produto
20 - 30	Insecticidas
20 - 40	Herbicidas em pré-emergência
30 - 40	Herbicidas de contacto e pós-emergência
30 - 50	Herbicidas de acção radicular
50 - 70	Fungicidas

D.3.2.5- Folhas hidrosensíveis de referência (pg 107)

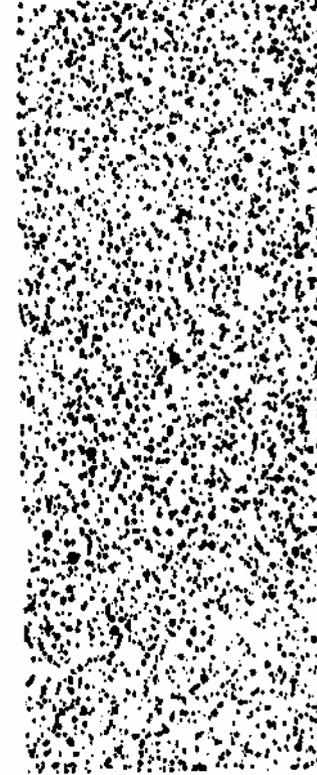
129 gotas/cm²



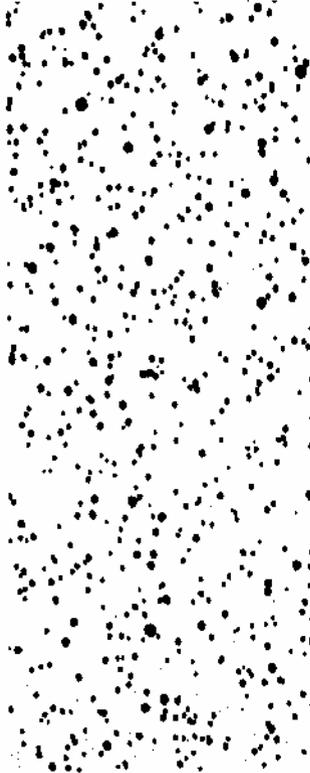
194 gotas/cm²



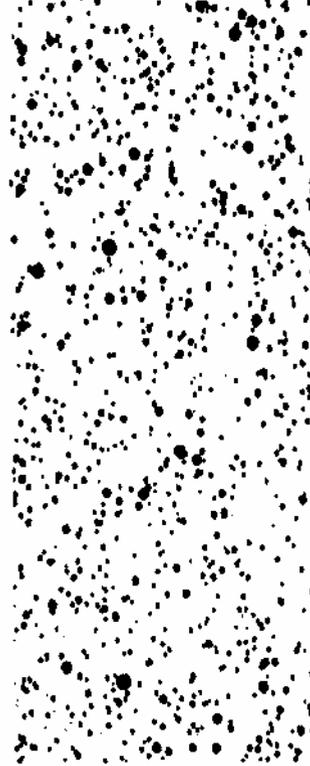
258 gota/cm²



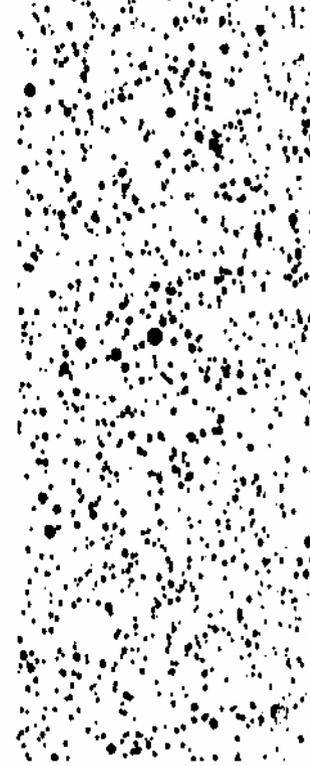
38 gotas/cm²

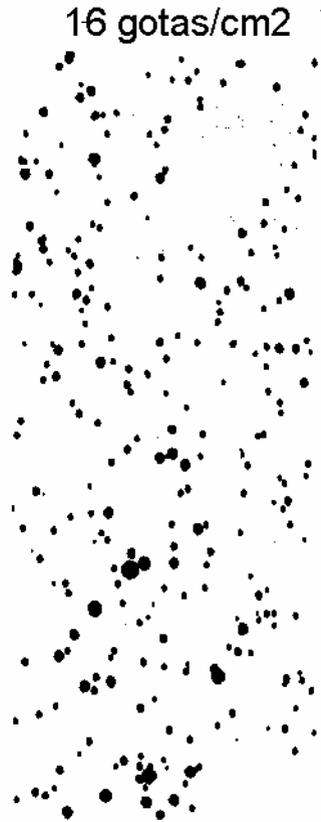


51 gotas/cm²



76 gotas/cm²



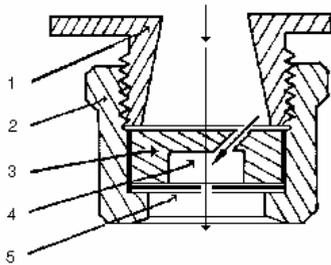


D.3.2.5- Escolha da dimensão das gotas



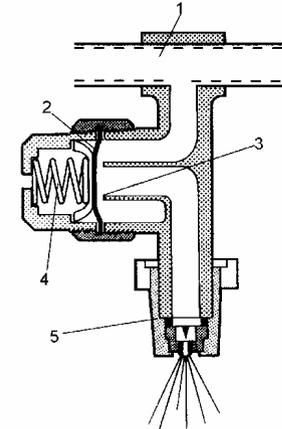
Características da população	Dimensão das gotas (DVM)	Fixação sobre as folhas	Utilização	Risco de deriva
Muito finas	↑ < 90 μ	Boa	A evitar, só em casos excepcionais	↑ Muito elevada
Finas	90 - 200 μ Algumas gotas grandes	Boa	Boa cobertura	Elevada
Médias	200 - 300 μ Gotas muito heterogéneas	Boa	Aceitável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

D.3.3.1- Diferentes tipos de bicos



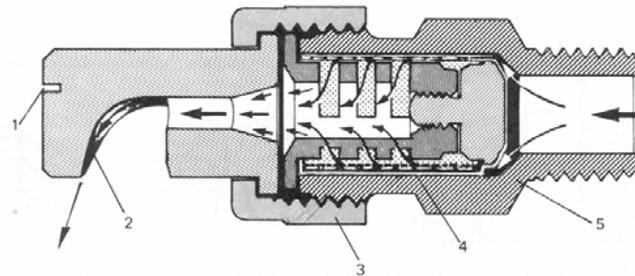
Bico de câmara de turbulência.

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



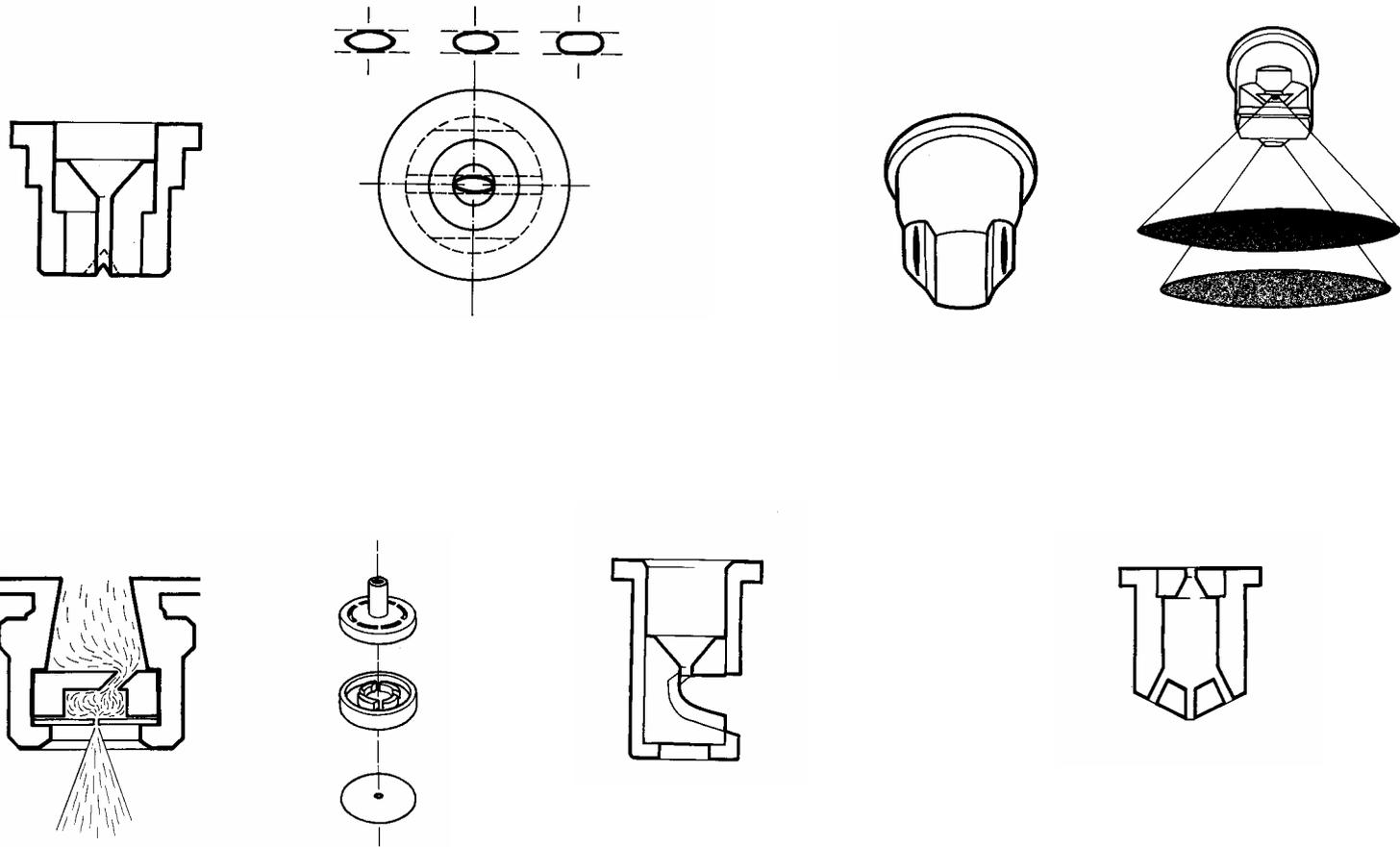
Bico de fenda com antigota

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



Corte esquemático de um bico de espelho

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



D.3.3.1.1.1- Altura da rampa (cm) em relação ao objecto

Sobreposição dos jactos	Dupla 200 %	Tripla 300 %	Quadrupla 400 %
Afastamento - 50 cm: Jacto de 80°	60	90	120
Jacto de 110 °	35	53	70
Afastamento - 33 cm Jacto de 80 °	40	60	80

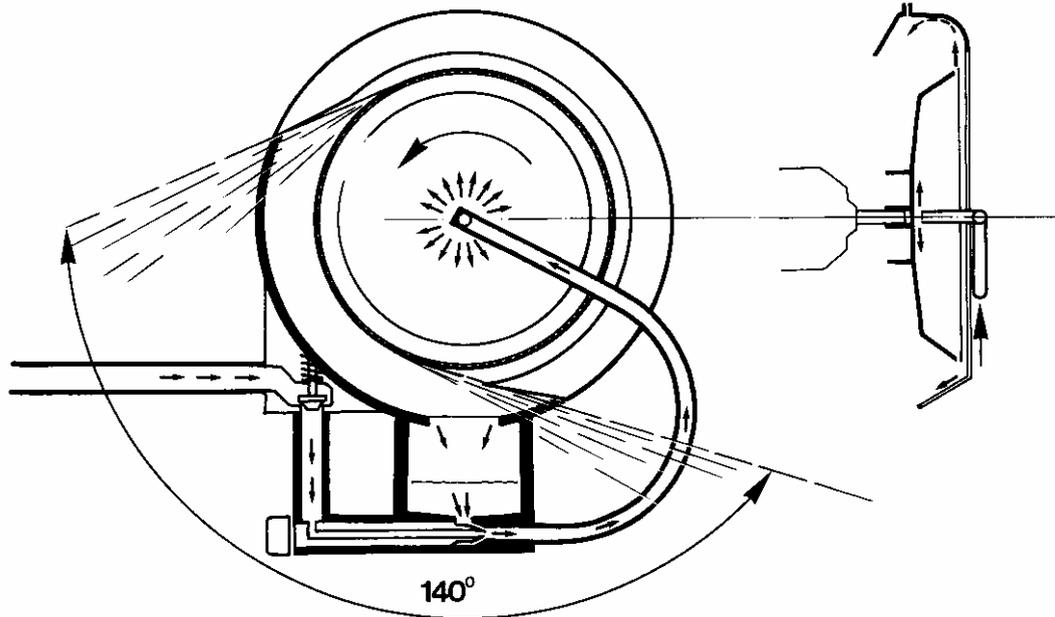
Com um bico de 80° é necessário passar para um afastamento de 33 cm se se pretender diminuir a altura (deriva).

Considerando as oscilações das rampas uma sobreposição de 300 e 400 % assegura uma melhor repartição no solo.

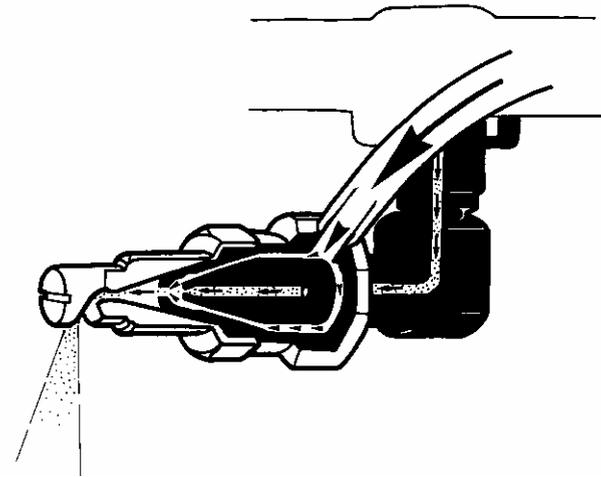
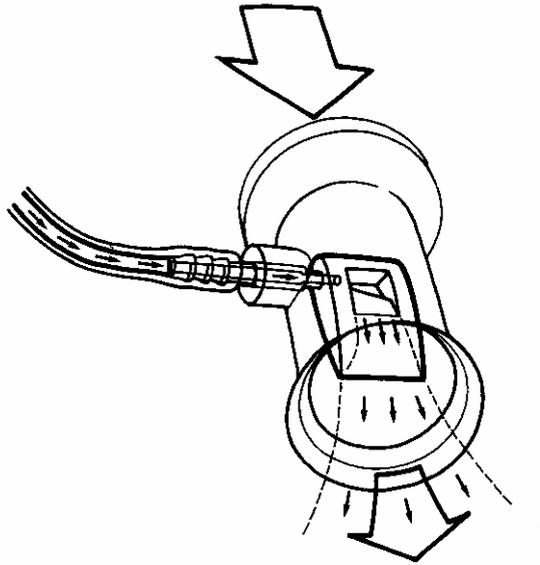
D.3.3.1.5- Materiais de que são fabricados os bicos

Material	Débito inicial (L/min)	Débito após 40 h (L/min)	Variação (%)
Latão	0.85	1.60	+ 88.2
Kematal	0.84	1.20	+ 42.9
Inox	0.90	1.10	+ 22.2
Polipropileno	0.64	0.77	+ 20.3
Inox endurecido	0.91	1.07	+ 17.6
Alumínio	1.66	1.70	+2.4

D.3.3.1- Discos ou cilindros rotativos - pulverização centrífuga



D.3.3.2- Bico especial com venturi - pulverização pneumática



D.3.3.3.1 – Código da BCPC para conhecer as características dos bicos

Tipo de bico	Ângulo	Débito	Pressão
F- Bico de fenda (jacto plano, repartição em curva)	graus	L/min	3 bar
FE - Bico de Fenda (para tratamentos localizados, repartição rectangular)	graus	L/min	3 bar
FLP - Bico de fenda (para baixos volumes, jacto plano, baixa pressão)	graus	L/min	1 bar
HC – Bico de turbulência (jacto cónico oco)	graus	L/min	3 bar
D – bico de espelho	graus	L/min	1 bar

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

D.3.3.3.2- Ensaios efectuados pela BCPC

Código do fabricante	A 110° vermelho	A 110° amarelo	A 110° laranja	A 110° verde	A 110° azul	A 110° preto
Dimensão das gotas	Pequenas		Médias		Grandes	
Pressão (bar)	Débitos (L/min)					
1.5	0.37	0.75	1.23	1.83	2.37	3.36
2.0	0.43	0.90	1.43	2.20	2.82	3.88
2.5	0.48	1.02	1.59	2.45	3.13	4.32
3.0	0.54	1.15	1.75	2.70	3.44	4.76
3.5	0.58	1.22	1.88	2.90	3.68	5.14
4.0	0.63	1.30	2.01	3.10	3.93	5.53
Código BCPC	F110/0.54/3	F110/1.15/3	F110/1.75/3	F110/2.70/3	F110/3.44/3	F110/4.76/3

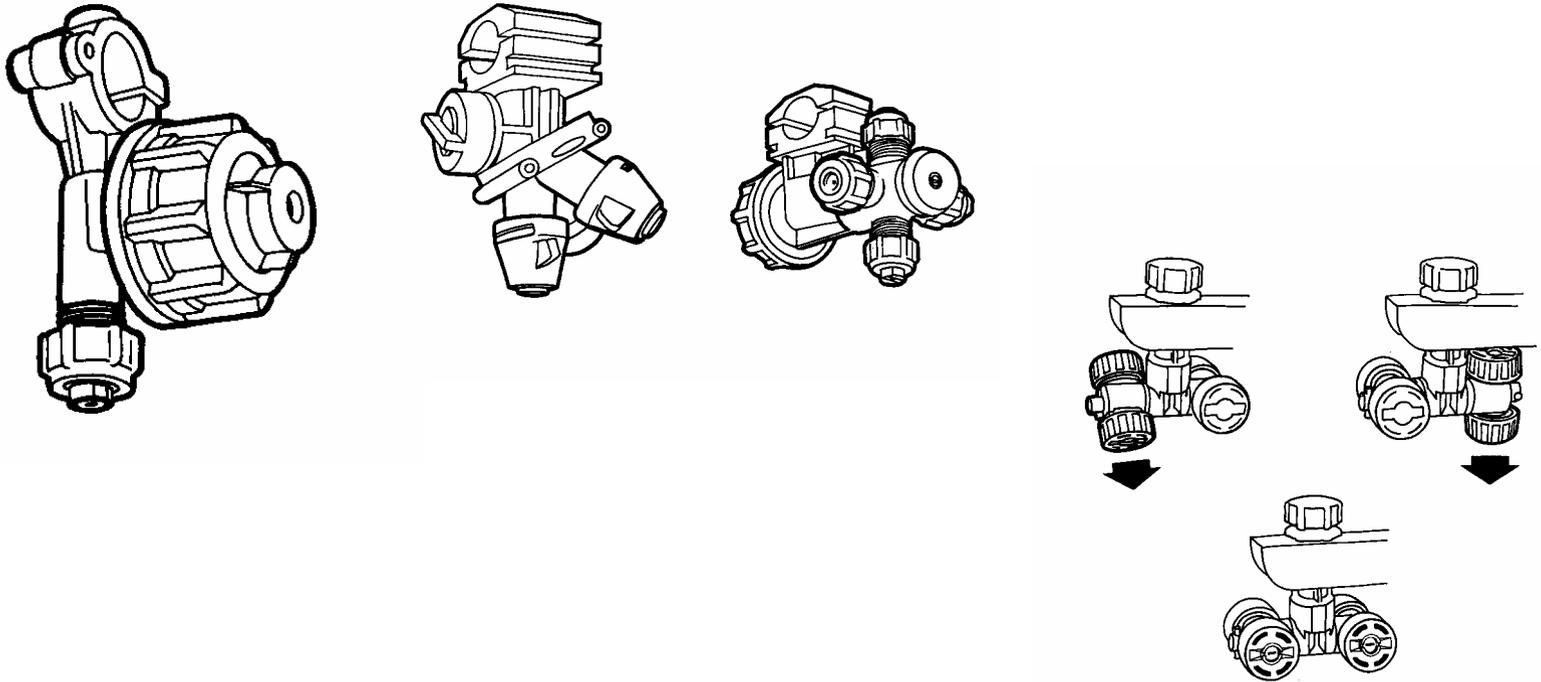
Bicos A110 vermelho dão gotas finas entre 1.5 - 4 bar;

Bicos A110 laranja dão gotas médias entre 1.5 - 3.5 bar e pequenas a + que 4 bar;

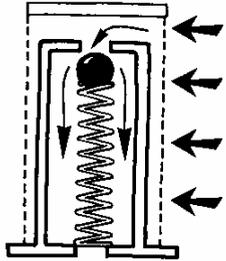
Bicos A110 verde dão gotas médias entre 1.5 - 4 bar;

Bicos A110 azul e preto dão gotas grandes entre 1.5 - 4 bar;

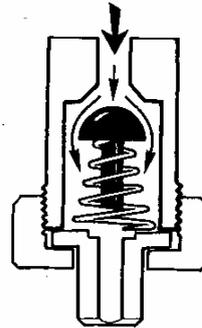
D.3.4.2-Diferentes tipos de montagem de bicos



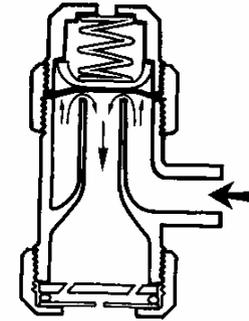
D.3.5.2- Sistemas anti-gota



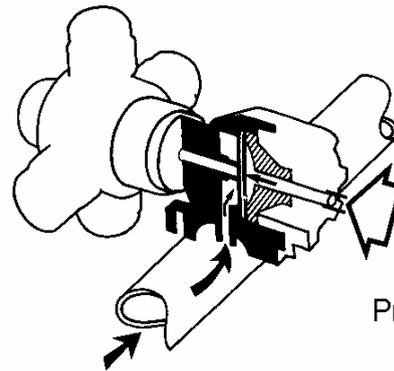
Esfera



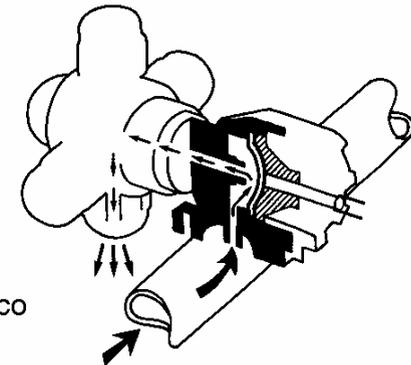
Valvula



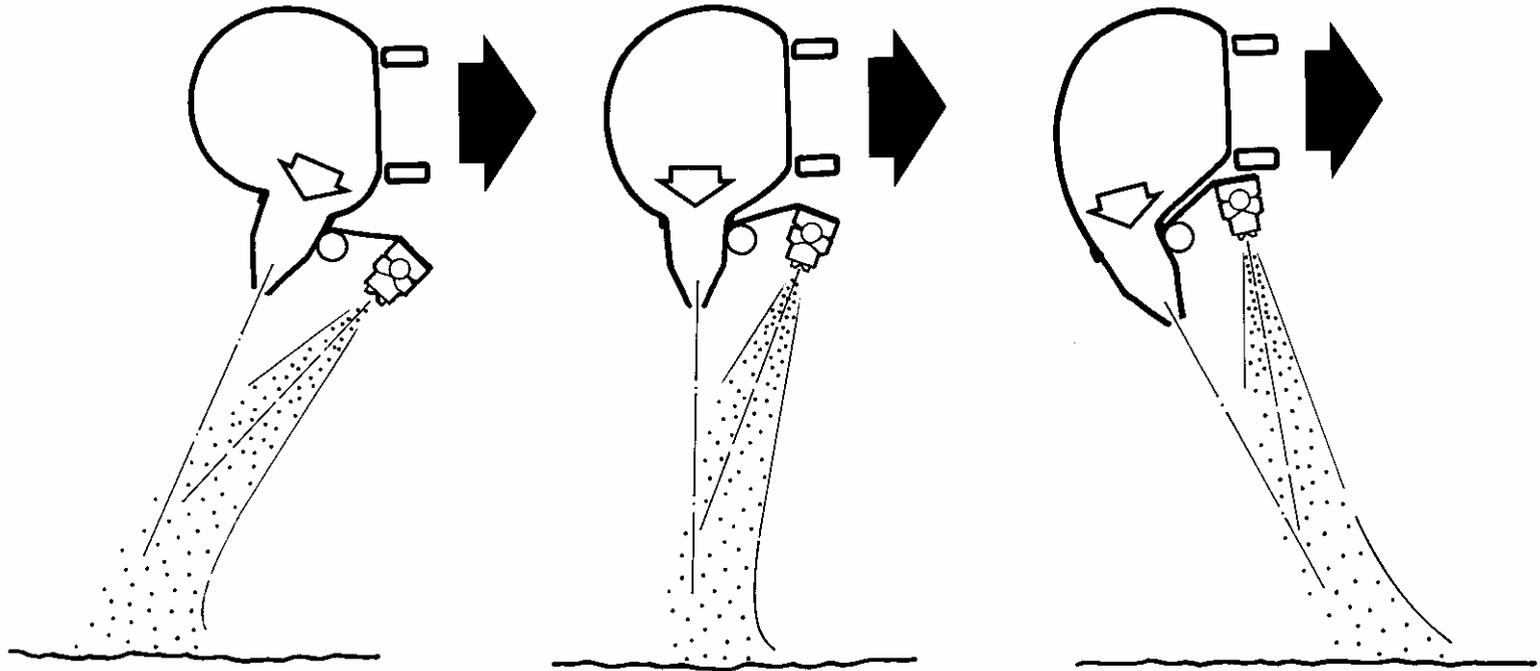
Membrana



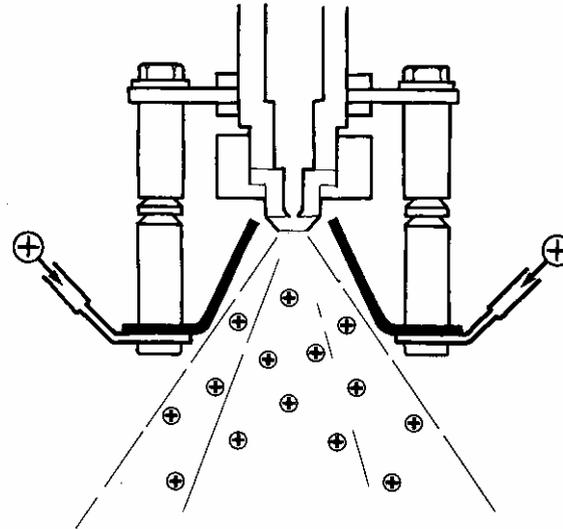
Pneumatico



D.3.5.3.1- Dispositivo para transporte das gotas para o interior da vegetação



D.3.5.3.2- Dispositivo para assistência à deposição da calda



Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

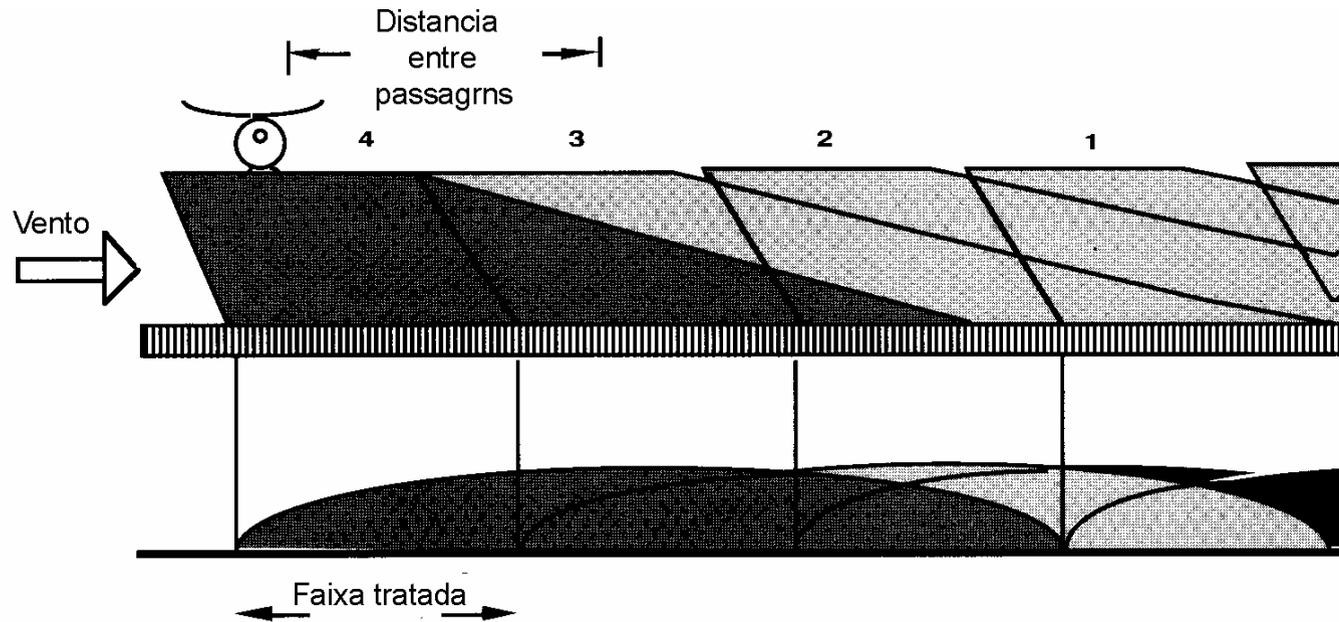
D.3.7.1- Escolha de bicos de fenda de 110° Tecnoma – bico de fenda 110° Alumínio

Pressão (bar)	AR 110° vermelho	AJ 110° amarelo	AO 110° Laranja	AV 110° verde	AB 110° azul
2.0	0.43	0.90	1.43	2.20	2.82
2.5	0.48	1.02	1.59	2.45	3.13
3.0	0.54	1.15	1.75	2.70	3.44
3.5	0.58	1.22	1.88	2.90	3.68
Dimensão das Gotas	Gotas pequenas		Gotas médias		Gotas grandes
BCPC	F110/0.54/3	F110/1.15/3	F110/1.75/3	F110/2.7/3	F110/3.44/3

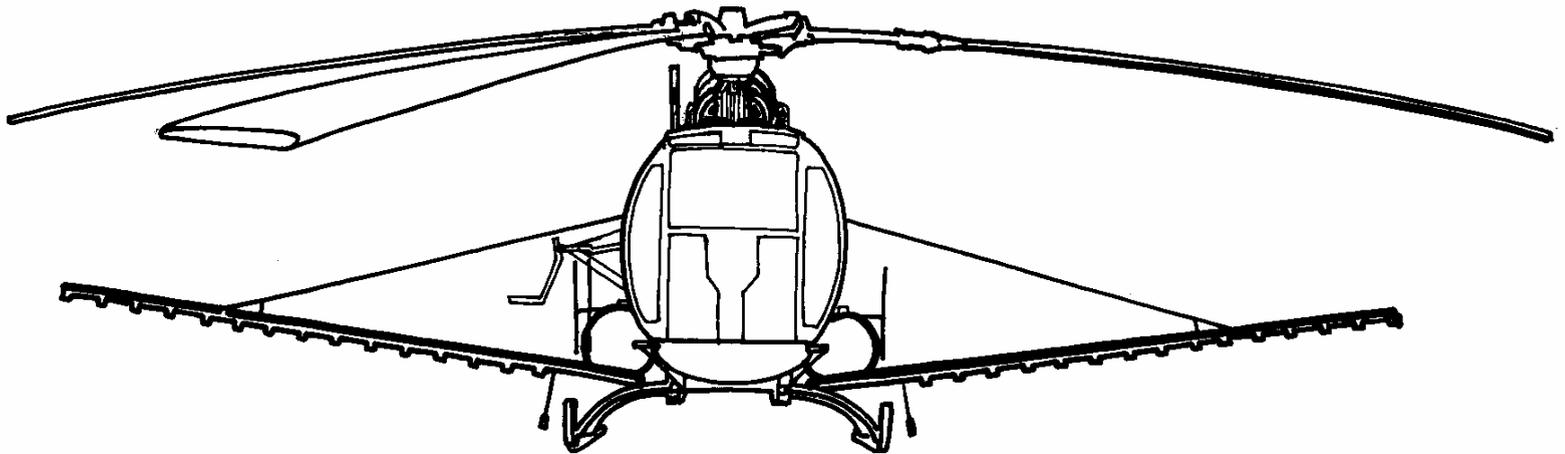
Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

D.3.7.2- Escolha de bicos de fenda de 80° Albuz – bico de fenda 80° Alumínio

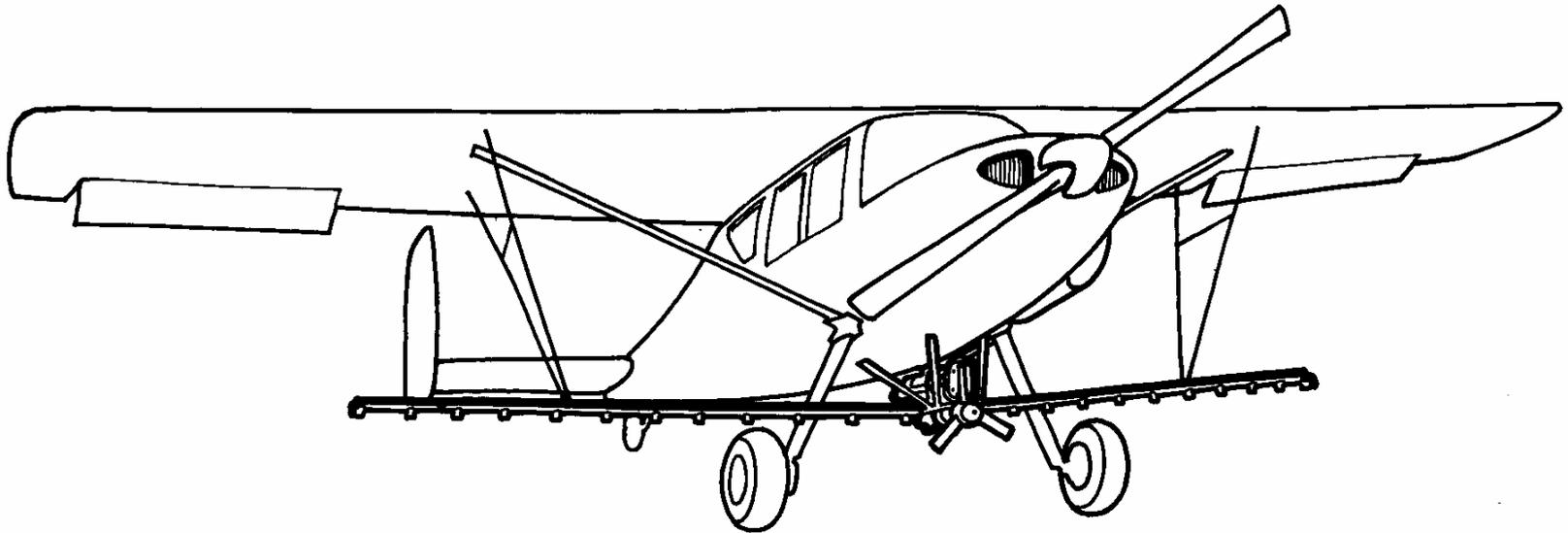
Pressão (bar)	APG 80 laranja	APG 80 vermelho	APG 80 verde	APG 80 azul	APG 80 cinzento
2.0	0.70	0.99	1.40	1.98	2.79
2.5	0.79	1.10	1.56	2.21	3.12
3.0	0.86	1.21	1.71	2.42	3.42
3.5	0.93	1.31	1.85	2.61	3.69
Dimensão das Gotas	Gotas pequenas	Gotas médias			Gotas grandes
BCPC	F80/0.86/3	F80/1.21/3	F80/1.71/3	F80/2.42/3	F80/3.42/3



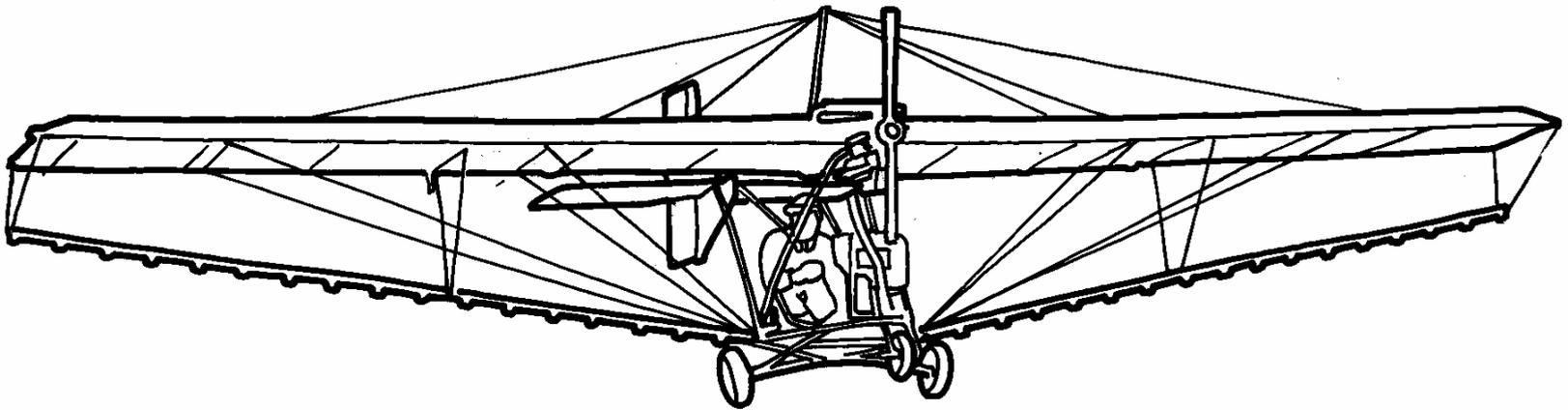
E.1.1.1.1- Pulverização aérea por helicóptero



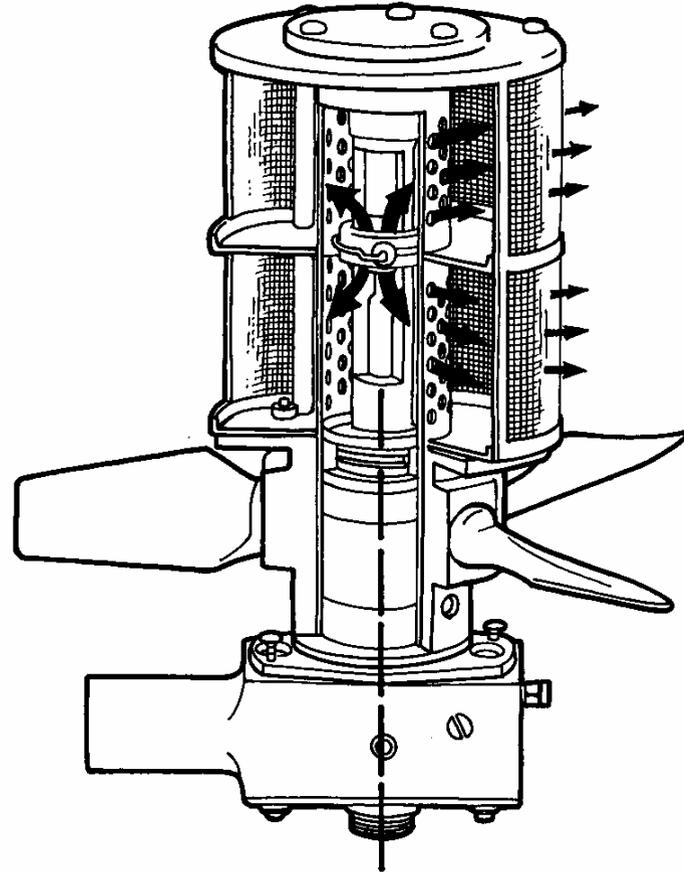
E.1.1.1.2- Pulverização aérea por avião



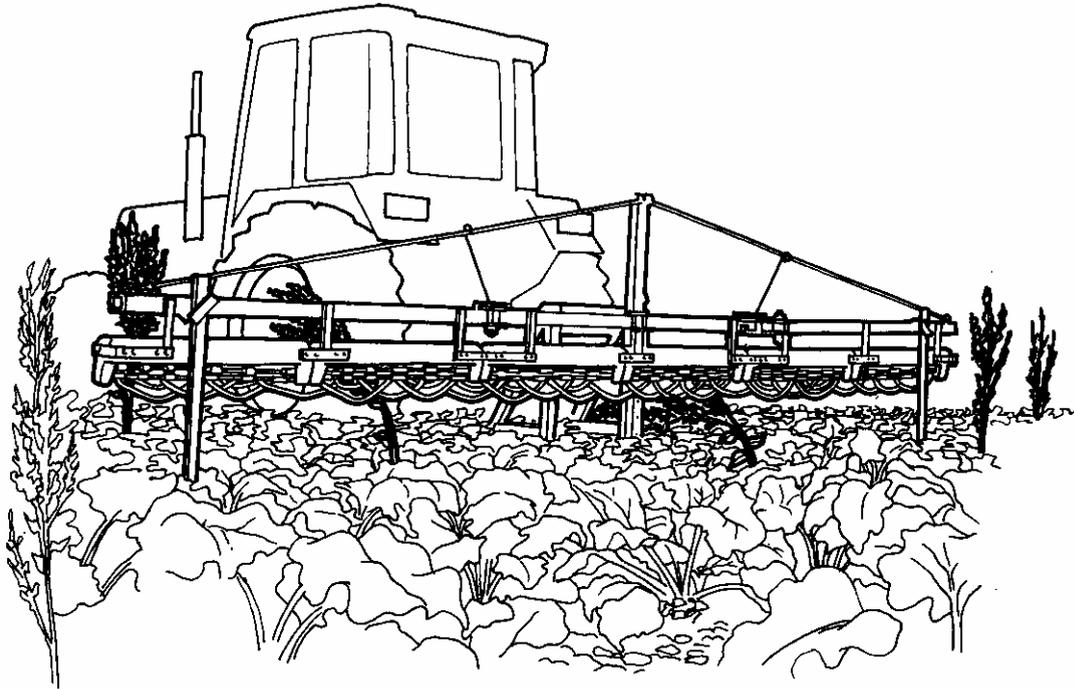
E.1.1.1.3- Pulverização aérea com ultra leves



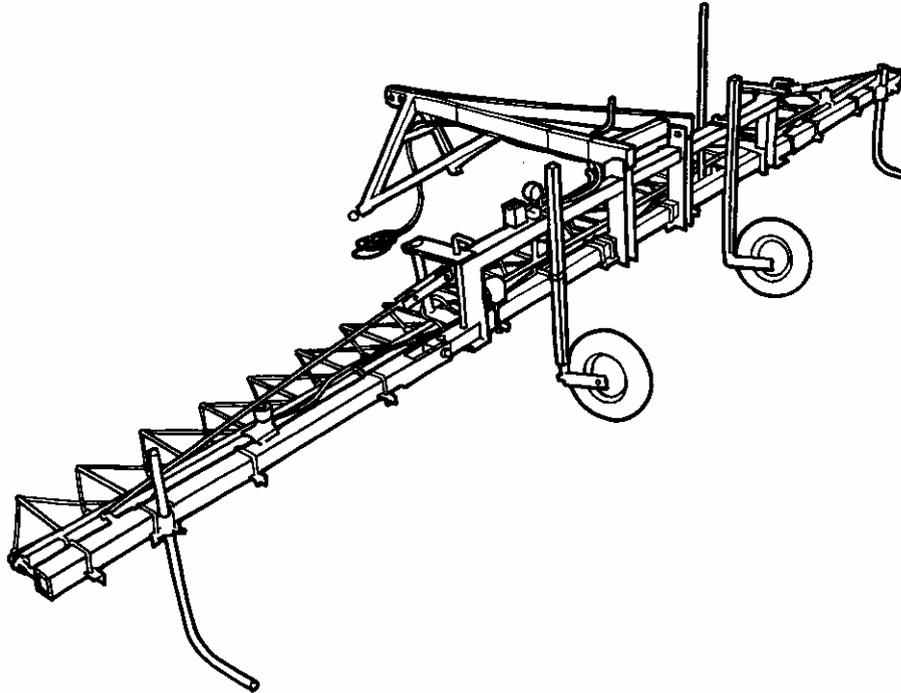
E.1.2.2- Pulverização centrífuga aérea



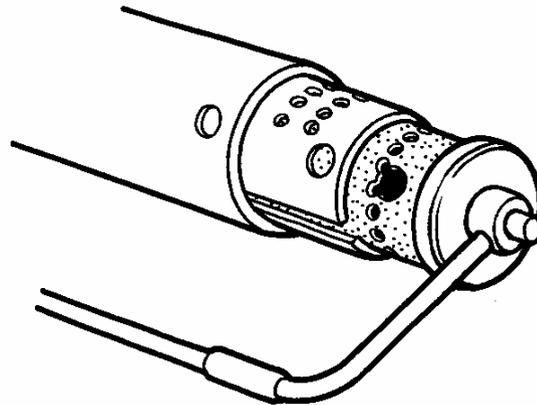
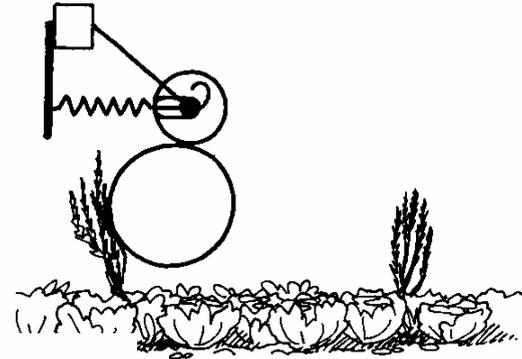
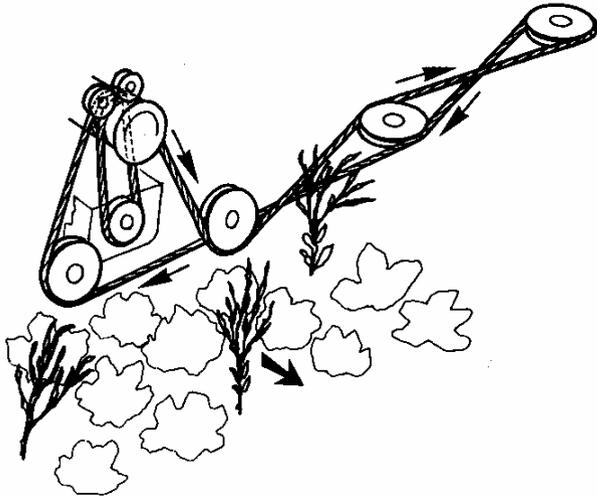
E.2.1.1- Cordas fixas



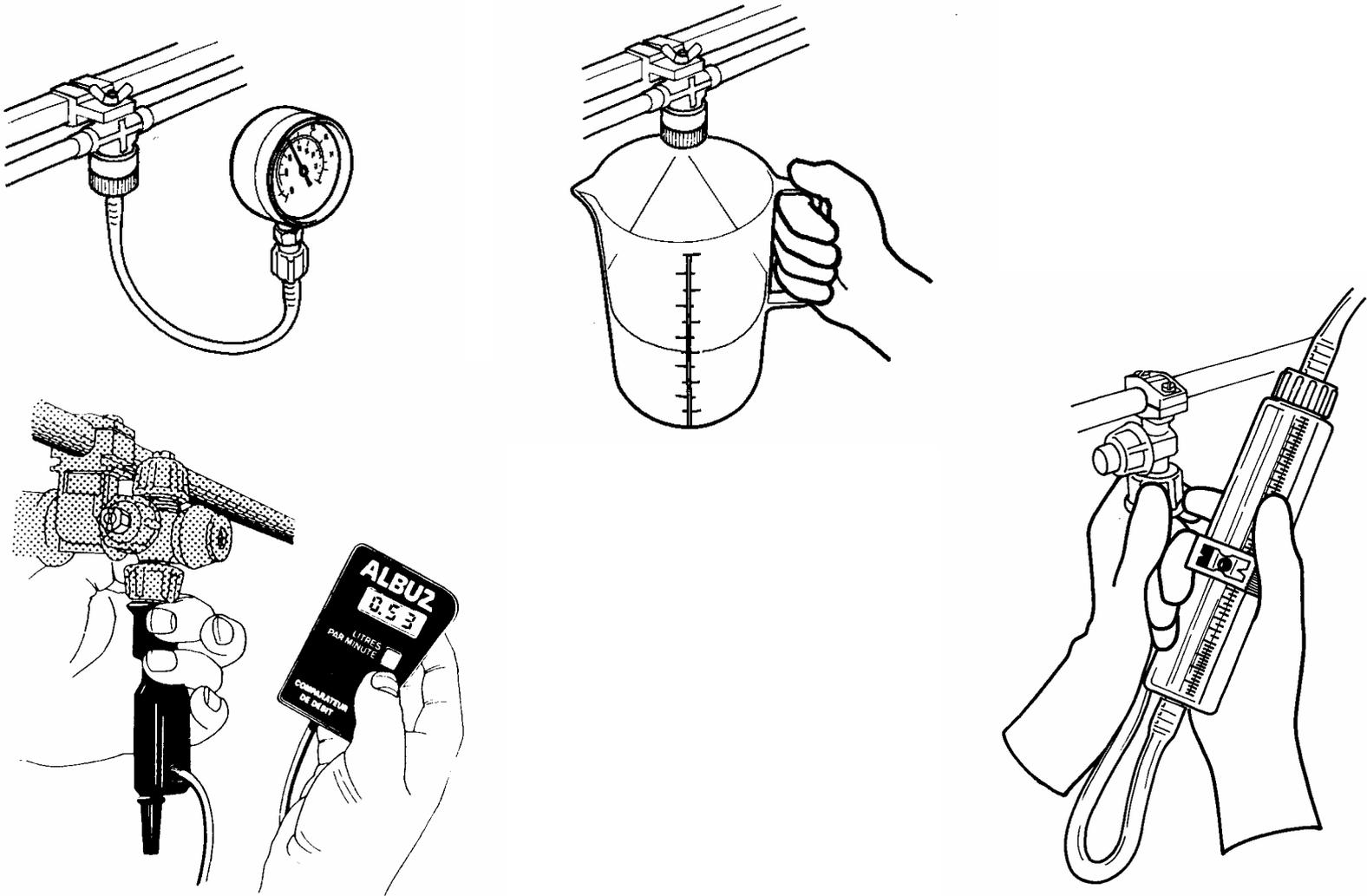
E.2.1.2- Cordas móveis

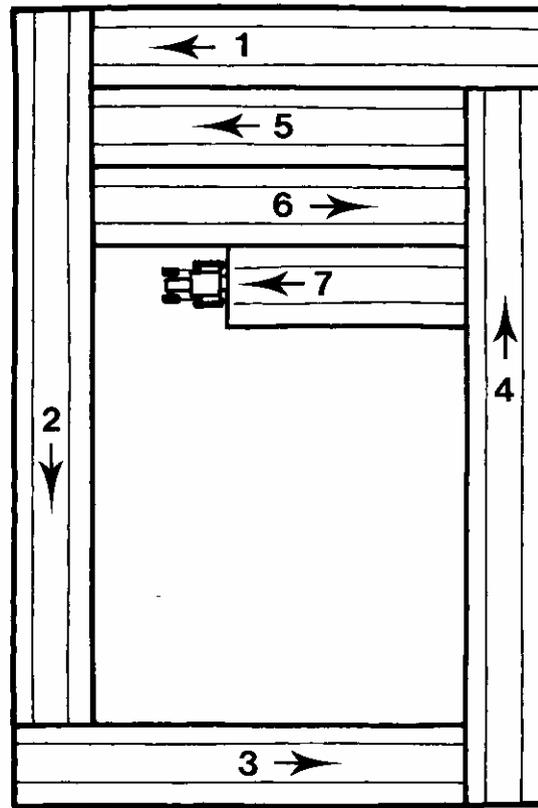
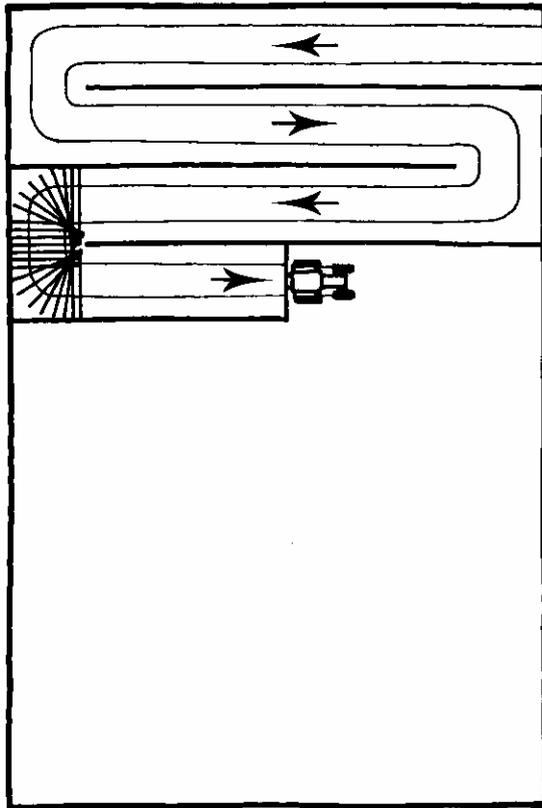


E.2.2- Aplicação por contacto com rolos



F.1.1.6- Débito dos bicos





Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

F.1.3.2.1- Altura da rampa em função da largura da banda e tipo de bico

Largura da banda (cm)	Altura média dos bicos		
	Bico 40°	Bico 80°	Bico 95°
20	25	13	10
25	30	15	13
30	36	18	15
40	48	23	20

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

F.1.3.2.2- Débito dos bicos em função da velocidade, largura das bandas tratadas para aplicar 200 L/ha.

Débito dos bicos (L/min)				
Velocidade (km/h)	Volume: 200 L/ha			
	Largura das bandas (cm)			
	20	25	30	40
4	0.27	0.33	0.40	0.53
5	0.33	0.42	0.50	0.66
6	0.40	0.50	0.60	0.80
7	0.46	0.58	0.70	0.93
8	0.53	0.66	0.80	1.06

F.2.3.1- Acidentes mais frequentes



Acidentes	Causas	Reparações
Faixas não tratadas entre os bicos	- Bicos demasiado baixos - Pressão demasiado baixa - Bicos deteriorados / usados - Mousses na calda	Ajustar a altura da rampa Ajustar a pressão Desentupir as condutas ou filtros Substituir os bicos Ver quadro das avarias
Faixas não tratadas, curtas e irregulares nos topos das faixas	- Oscilações verticais nas extremidades da rampa	Aumentar a altura da rampa para haver uma melhor sobreposição
Faixas não tratadas, fazendo um ângulo de 90° em relação à direcção da pulverização perto dos topos da rampa	- Oscilações horizontais nas extremidades da rampa	Verificar todas as fixações dos elementos da rampa, assim como a sua altura
Pulverização irregular e forte deriva	- Vento forte	- Parar a pulverização

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

F.2.3.2- Avarias mais frequentes (cont)

Avaria	Causa	Reparação
O equipamento não pulveriza	<ul style="list-style-type: none">- Bomba em mau estado- Bicos mal colocados- Saída da calda obstruída- Filtro de aspiração entupido	<ul style="list-style-type: none">- Desmontar e limpar a conduta de saída - Desmontar e limpar o filtro de aspiração. Verificar se a malha é a indicada.
A pulverização só durante um instante	<ul style="list-style-type: none">- Chegada de ar à cuba- Filtro da bomba parcialmente obstruído	<ul style="list-style-type: none">- Limpeza da tomada de ar- Desmontar e limpar o filtro (eventualmente a cuba)
A rampa dá uma pulverização pouco uniforme	<ul style="list-style-type: none">-Obstrução de alguns filtros - Bicos de tamanho diferente	<ul style="list-style-type: none">- Desmontar e limpar os filtros- Verificar a dimensão de cada bico e seu débito
A rampa pulveriza menos nas extremidades	<ul style="list-style-type: none">- Ver caso anterior- Falta de débito da bomba	<ul style="list-style-type: none">- Montar bicos mais pequenos ou reparar a bomba

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

F.2.3.2- Avarias mais frequentes (cont)

Avaria	Causa	Reparação
O manómetro indica que a pressão sobe e o débito dos bicos diminui	<ul style="list-style-type: none">- Os filtros da rampa ou bicos estão, em parte, obstruídos- O manómetro funciona mal	<ul style="list-style-type: none">- Desmontar, limpar os bicos depois verificar a pressão- Verificar o manómetro
O manómetro indica que a pressão baixa	<ul style="list-style-type: none">- O filtro de aspiração está, em parte, obstruído- Ar na bomba	<ul style="list-style-type: none">- Desmontar e limpar o filtro de aspiração- Verificar se a malha é a indicada- Verificar o funcionamento da bomba
Ângulos dos jactos pequenos	<ul style="list-style-type: none">- Pressão baixa- Pressão baixa, os bicos “crachent”	<ul style="list-style-type: none">-Verificar o débito dos bicos- Utilizar bicos mais pequenos- Cuba vazia
Mousse a boiar na calda da cuba	<ul style="list-style-type: none">- A agitação funciona mal- Agitação demasiado vigorosa no enchimento	<ul style="list-style-type: none">- Colocar a conduta de retorno no interior da calda- Limitar o débito da bomba e adicionar um antimousse

F.2.3.2- Avarias mais frequentes (cont)



Avaria	Causa	Reparação
Mousse muito fina na calda	- Entrada de ar entre o reservatório e a bomba ou mesmo nesta	- Procurar a tomada de ar e reparar a conduta e a bomba
Jactos heterogéneos	- Bicos, em parte, entupidos ou com o orifício danificado	- Substituir o filtro por um novo da mesma dimensão

