APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS

TURBOPULVERIZADORES



SENAR
PARANÁ

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
Administração Regional do Estado do Paraná

Coleção SENAR-PR-278

HAMILTON HUMBERTO RAMOS

APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS: TURBOPULVERIZADORES

CURITIBA
SENAR-PR
2012

SENAR-Paraná 278

Esta publicação faz parte da SENAR-Paraná, 278.

Depósito legal na CENAGRI, conforme Portaria Interministerial n. 164, datada de 22 de julho de 1994, e junto a Fundação Biblioteca Nacional e Senar-PR.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida, por qualquer meio, sem a autorização do editor.

Autor: Hamilton Humberto Ramos
Organizador: Johnny Fusinato Franzon
Revisão técnica e final: CEDITEC/SENAR-PR
Coordenação metodológica: Josimeri Aparecida Grein
Normalização: Rita de Cássia Teixeira Gusso – CRB 9./647
Diagramação: Virtual Publicidade

Catalogação no Centro de Editoração, Documentação e Informação Técnica do SENAR-PR.

R144 Ramos, Hamilton Humberto.

Aplicação de agrotóxicos : turbopulverizadores / Hamilton Humberto Ramos. – Curitiba : SENAR – Pr., 2012. – (SENAR-Paraná; 278).

ISBN: 978-85-7565-097-4

1. Agrotóxicos. 2. Pulverizador. 3. Aplicação de agrotóxico. I. Título. II. Série.

CDD63
CDU630

IMPRESSO NO BRASIL – DISTRIBUIÇÃO GRATUITA

APRESENTAÇÃO

O SENAR Nacional – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – é uma instituição prevista na Constituição Federal e criada pela Lei nº 8.315, de 23/12/1991. Tem como objetivo a formação profissional e a promoção social do homem do campo para que ele melhore o resultado do seu trabalho e com isso aumente sua renda e a sua condição social.

No Paraná, o SENAR é administrado pela Federação da Agricultura do Estado do Paraná – FAEP – e vem respondendo por amplo e diversificado programa de treinamento.

Todos os cursos ministrados por intermédio do SENAR são coordenados pelos Sindicatos Rurais e contam com a colaboração de outras instituições governamentais e particulares, Prefeituras Municipais, cooperativas e empresas privadas.

O material didático de cada curso levado pelo SENAR é preparado de forma criteriosa e exclusiva para seu público-alvo, a exemplo deste manual. O intuito não é outro senão o de assegurar que os benefícios dos treinamentos se consolidem e se estendam. Afinal, quanto maior o número de trabalhadores e produtores rurais qualificados, melhor será o resultado para a economia e para a sociedade em geral..

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 7

1 CONCEITOS BÁSICOS DA TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO 8

1.1 CONDIÇÕES AMBIENTAIS 8

1.2 ALVOS DA PULVERIZAÇÃO 10

2 CONFORMAÇÃO DO PULVERIZADOR 12

2.1 TANQUES 13

2.2 BOMBAS 13

2.3 FILTROS 15

2.4 REGULADORES DE PRESSÃO E MANÔMETRO 16

2.5 CONTROLADORES DE FLUXO 19

2.6 AGITAÇÃO 19

2.7 BARRAS 20

2.8 PONTAS DE PULVERIZAÇÃO 21

2.9 VENTILADORES 23

3 PROCEDIMENTOS PRÉ-UTILIZAÇÃO 25

3.1 LIMPEZA DO PULVERIZADOR 25

3.2 INSPEÇÕES DO PULVERIZADOR 25

3.3 CHECAGENS DOS PRODUTOS 26

4 REGULAGEM E CALIBRAÇÃO 27

4.1 REGULAGEM DO TURBOPULVERIZADOR 27

4.2 CALIBRAÇÃO DO TURBOPULVERIZADOR 34

5 A PULVERIZAÇÃO 38

5.1 MEDIDAS ANTERIORES A PULVERIZAÇÃO 38

5.2 PREPARO DA CALDA 39

5.3 APLICAÇÃO 41

5.4 MEDIDAS APÓS A APLICAÇÃO 42

6 DESCONTAMINAÇÃO DO PULVERIZADOR 44

6.1 LIMPEZA DIÁRIA 44

6.2 LIMPEZA PERIÓDICA 44

7 HIGIENE PESSOAL 46

8 PROBLEMAS E SOLUÇÕES 47

REFERÊNCIAS 50

INTRODUÇÃO

Os pulverizadores hidráulicos convencionais podem lançar gotas geralmente a curtas distâncias da ponta de pulverização, o que dificulta o tratamento de alvos como árvores e arbustos. Nestes casos, ou mesmo para a pulverização de várias linhas de cultivo, o fluxo forçado de ar tem sido em ferramenta muito importante para compelir, transportar e depositar as gotas de pulverização.

Os pulverizadores que utilizam tal princípio são denominados de “pulverizadores assistidos a ar” e podem ser divididos, conforme o formato da corrente de ar, em dois tipos: canhão de ar e cortina de ar (ou turbopulverizadores).

Os pulverizadores do tipo cortina de ar ou turbopulverizadores[1], têm se tornado mais populares em culturas arbóreas ou arbustivas que os pulverizadores de mangueiras ou pistolas tradicionalmente utilizados.

As aplicações de agrotóxicos nestas culturas têm apresentado grandes desafios, por possuírem copas grandes e densas, com formas variando na estrutura e enfolhamento durante as estações do ano.

A assistência do ar, desde que bem utilizada, pode assegurar uma melhor cobertura dentro e na superfície do alvo. Tal fato, aliado à melhor capacidade operacional, têm sido responsável pela popularização dos turbopulverizadores. Este manual discute os princípios de funcionamento, regulagem e calibração deste tipo de pulverizador, que utilizam bicos hidráulicos.

1 Apesar do termo Atomizador ser também habitualmente empregado para definir este pulverizador, seu uso é errado uma vez que atomizar significa dividir em átomos. O termo correto portanto é turbopulverizador, que significa pulverizador com turbina.

1 CONCEITOS BÁSICOS DA TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO

1.1 CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Observar o **clima** é fundamental para a decisão de se iniciar ou paralisar uma pulverização. A possibilidade de chuvas é um desses fatores.

Antes de se iniciar a pulverização, deve-se verificar a bula do produto, para ver se há alguma recomendação com referência à chuva. Orientações para a aplicação de agrotóxicos, indicando quais são facilmente laváveis da superfície da planta pela chuva ou quais requerem um período específico para serem absorvidos pela planta, serão fornecidos nela. Normalmente, se a pulverização for seguida por um período de duas a três horas sem chuvas, será efetiva, especialmente se o agrotóxico for absorvido pela planta ou pela superfície serosa das folhas.

Outro fator é a **intensidade luminosa**, pois a luz do sol sobre produto recém aplicado pode causar injúria (efeito de “lente de aumento”) ou fitotoxicidade (concentração do ingrediente ativo) nas folhas. Também nesse caso a bula deverá ser consultada para ver se existem recomendações contra pulverização sob luz do sol intensa.

A deriva causada pelo **vento** é um dos problemas mais comuns enfrentados nas aplicações, todo esforço deve ser feito para reduzir sua probabilidade. No caminho das gotas entre a ponta de pulverização e o alvo há fatores relacionados com a probabilidade de deriva: a velocidade do vento; o tamanho das gotas; a distância entre a ponta de pulverização e o alvo e as condições atmosféricas.

A velocidade do vento é um importante fator a se verificar antes de tomar a decisão de iniciar ou interromper a pulverização. A condição mais segura para se pulverizar é com um vento constante de 3 a 7km/h, que corresponde a uma brisa leve caracterizada pelo vento sendo perceptível na face, mas capaz de movimentar apenas levemente as folhas.

Pulverizações com ventos inferiores a 3 km/h, principalmente em dias quentes de sol, podem ocasionar grande deriva em direções imprevisíveis devido as correntes de convecção (grandes massas de ar quente subindo em direção às nuvens). De forma semelhante, pulverizações devem ser evitadas quando se observarem fofas nuvens, do tipo **cúmulus**. A direção do vento deve ser considerada, mesmo se a velocidade estiver dentro do aceitável, de forma a evitar que culturas vizinhas suscetíveis, residências (ou outras construções, como escolas, hospitais etc.) ou corpos d’água corram o risco de serem contaminados pela calda carregada pelo vento.

Figura 1 – Nuvens tipo Cúmulus.



Fonte: Matsuguma, 2011.

As condições inadequadas de **temperatura** e **umidade relativa** talvez sejam hoje as maiores responsáveis pelo desperdício de agrotóxicos e ineficácia de controle no campo. Como a superfície do líquido é enormemente aumentada quando fragmentada em gotas, eleva a velocidade de evaporação. A água é um líquido volátil e, portanto se evapora no trajeto entre a máquina e o alvo.

Em condições tropicais de alta temperatura, o fenômeno da evaporação das gotas é bastante problemático, agravando-se sobremaneira em dias mais secos, quando a umidade relativa do ar é baixa. Nessas condições, uma gota de água será convertida em vapor muito rapidamente, fazendo com que aplicações com gotas médias ou pequenas muitas vezes não cheguem a atingir o alvo, desaparecendo antes.

O fenômeno da evaporação da água parece ser um problema não sentido pelos agricultores. Isso porque, na maioria das aplicações tradicionais, empregam-se gotas grandes e o bico está suficientemente próximo do alvo, de tal forma que esse fenômeno ainda que se manifeste, não chega a afetar o desempenho biológico do agrotóxico. Entretanto, quando se utilizam gotas pequenas, que devem caminhar uma distância razoável até seu alvo, como é o caso dos turbopulverizadores, o fenômeno da evaporação torna-se claro, influenciando negativamente no resultado da aplicação. Para um mesmo ponto da planta e volume de calda aplicado, a cobertura pode ser excessiva pela manhã e deficiente no meio do dia, representando pulverizações totalmente diferentes.

De uma forma geral, temperaturas superiores a 30°C e umidade relativa inferior a 55% são impróprias à pulverização. Os períodos da manhã bem cedo e do final da tarde ou início da noite são os melhores do dia para a aplicação de agrotóxico,

apresentando normalmente valores satisfatórios de vento, temperatura e umidade relativa do ar. Apesar disso, basear-se apenas na hora para iniciar ou interromper uma aplicação pode levar a erros graves. Não é a hora que interfere na eficácia, mas sim as condições ambientais.

1.2 ALVOS DA PULVERIZAÇÃO

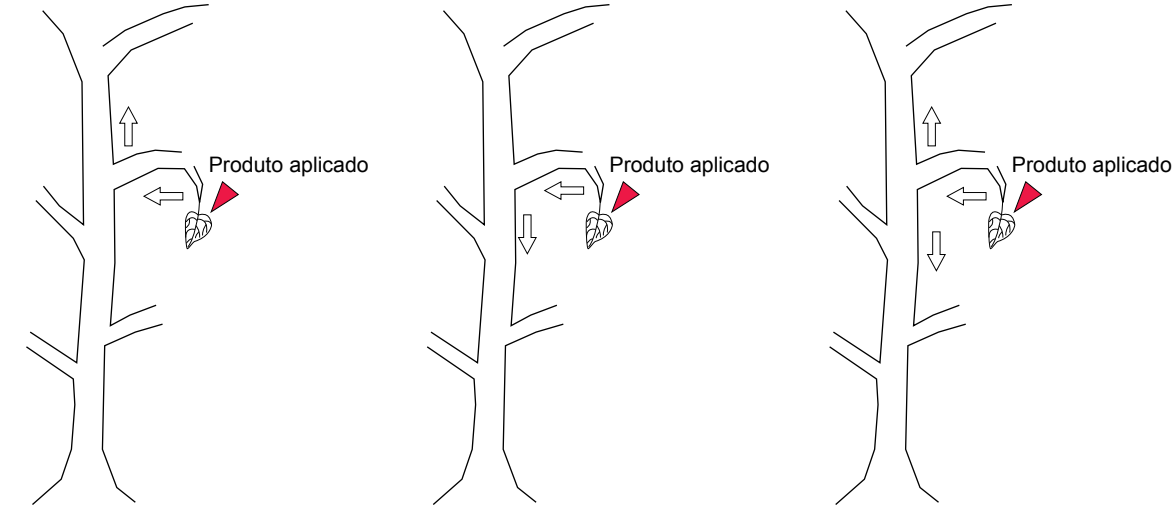
O objetivo final de qualquer pulverização é colocar o agrotóxico no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação do ambiente. Dessa forma, conhecer o alvo que se deseja atingir é um importante passo na eficácia da aplicação.

Entende-se por alvo biológico o organismo que se deseja controlar, seja ele um inseto, fungo ou planta daninha. Com os atuais conhecimentos e equipamentos disponíveis, não é possível atingir somente o alvo biológico, a fixação do alvo deve ser mais abrangente, recaindo sobre outros itens (alvo químico). Dessa forma, enquanto o agente a ser controlado é, por exemplo, o fungo causador da pinta preta (alvo biológico), botões florais, flores e chumbinhos deverão ser atingidos pela pulverização (alvo químico).

Muitas vezes, a determinação do alvo químico pode ser modificada em função da praga ou doença a ser controlada, facilitando ou dificultando a operação de controle. Tomemos como exemplo o controle da mariposa (adulto) do bicho-furão (*Ecdytolopha aurantiana*) em citros. Durante o dia, esta praga fica escondida no interior da planta, fazendo com que a calda de pulverização tenha que atravessar toda a camada de folhas e penetrar na planta para atingi-la, efetuando o controle. Entretanto, ao anoitecer a praga inicia seu período de revoada, localizando-se fora ou na superfície da planta, facilitando o contato com a calda de pulverização. Dessa forma, volumes de calda consideravelmente menores podem ser utilizados ao anoitecer, quando comparados à aplicação diurna, sem que isso interfira no controle da praga.

Outras vezes ainda, a determinação do alvo químico pode ser modificada em função da capacidade e forma de redistribuição do produto na planta.

Figura 2 – Movimentação de produto dentro da planta.



Translocação apoplástica ou acrópeta

Translocação simplástica ou basípeta

Translocação apo-simplástica

Fonte: Franzon, 2012.

Quando da utilização de produtos com ação preventiva, como na aplicação de fungicidas para controle de doenças na florada e na fase inicial de desenvolvimento dos frutos, o alvo químico deverá ser considerado também com relação à sua modificação após o tratamento. Como exemplo, trabalhos com controle da pinta preta dos citros utilizando oxicloreto de cobre, mostram que no período normalmente considerado de 28 dias como intervalo nas aplicações, na fase imediatamente após a florada, os chumbinhos triplicam seu tamanho e a quantidade de cobre sobre eles reduz a 43% da inicial.

Assim o baixo controle da doença conseguido nesta fase com a utilização de fungicidas, seja função da diminuição na cobertura inicial proporcionada pelo crescimento do fruto, aliado à significativa redução do princípio ativo sobre o alvo químico.

A redução no intervalo de aplicação ou a utilização de produtos com ação de profundidade (menor lavagem por chuvas), boa redistribuição lateral (redistribuição com o aumento do chumbinho) e não tóxicos a cultura nesta fase podem constituir em excelentes opções na solução do problema.

Não se deve esquecer que, apesar da pulverização ser feita na planta, o alvo da pulverização nunca é a planta, mas sim onde se encontra a praga ou doença a ser controlada (alvo biológico) e onde se precisa colocar o produto químico para que o controle seja efetivo (alvo químico). Todo produto que não chegar a estes alvos, mesmo caindo na planta, constituem-se em desperdício.

2 CONFORMAÇÃO DO PULVERIZADOR

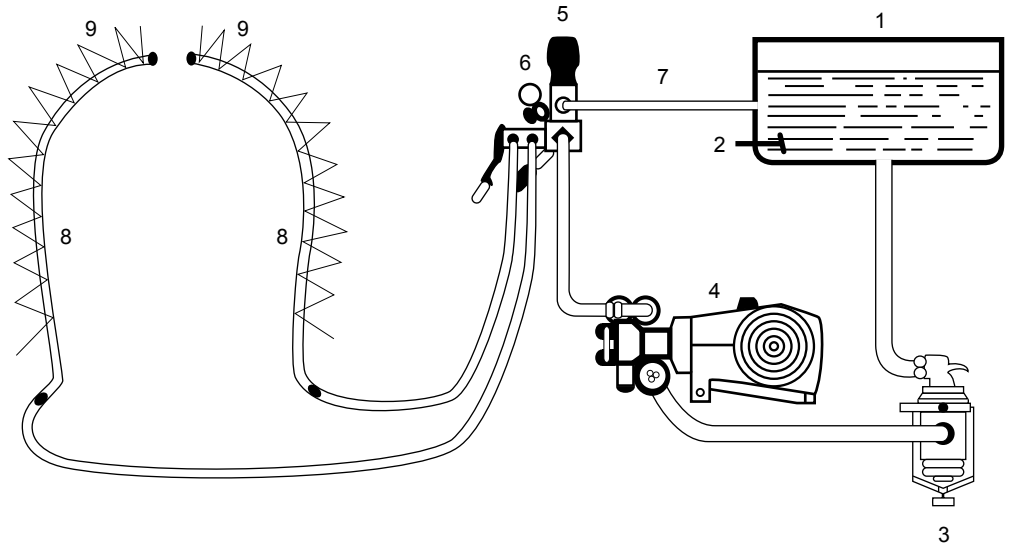
Os componentes básicos de um turbopulverizador são semelhantes aos dos pulverizadores de barras, ou seja, um tanque, uma bomba que impulsiona o líquido do tanque para as barras, várias válvulas de controle da direção do fluxo de líquido, um retorno para enviar o excedente de líquido de volta ao tanque e um sistema de filtros para evitar danos ou entupimentos dos componentes do sistema (Figura 3).

No entanto, eles possuem também um ventilador, cuja finalidade é produzir uma corrente de ar para transportar as gotas dos bicos até o alvo, que podem ser acionados ou pela tomada de potência (TDP) do trator ou por um motor próprio.

ATENÇÃO

O trator deve sempre ter potência suficiente para operar o pulverizador nas condições de trabalho mais prováveis de serem encontradas.

Figura 3 – Diagrama simplificado do circuito hidráulico de um turbopulverizador.



01. Tanque
02. Agitador mecânico
03. Filtro
04. Bomba
05. Regulador de pressão
06. Manômetro
07. Tubulação de retorno
08. Barras
09. Bicos

Fonte: Ramos, 2012.

2.1 TANQUES

Os tanques dos turbopulverizadores são normalmente elaborados em plástico, fibra de vidro ou aço inox e possuem capacidade entre 200 e 4000l. A capacidade do tanque montado no trator é limitada pelo máximo peso permitido na traseira do trator sem afetar sua dirigibilidade.

Os turbopulverizadores de arrasto são normalmente representados pelo tipo carreta de duas rodas e o tamanho máximo é dado pela capacidade de tração dos tratores nos diferentes terrenos. Neste caso, é recomendável também que tenham uma altura relativamente elevada ou, quando não for possível, defletores visando reduzir a possibilidade de o ventilador puxar lixo do chão. A forma do tanque deve ser tal que permita ao pulverizador se mover facilmente no interior da cultura.

Pode-se fazer a opção por um tanque de menor capacidade visando, por exemplo, reduzir o peso excessivo e desta maneira uma possível compactação do solo, no entanto, um tanque de pequena capacidade pode se tornar antieconômico visto que reabastecimentos contínuos podem ser necessários. Qualquer que seja o tamanho do tanque, ele deve drenar em direção a um ponto mais baixo, não apresentar cantos que impeçam a adequada circulação da calda no sistema de agitação e possuir um sistema de medição do nível de líquido, o qual deve ser facilmente visualizado pelo tratorista.

2.2 BOMBAS

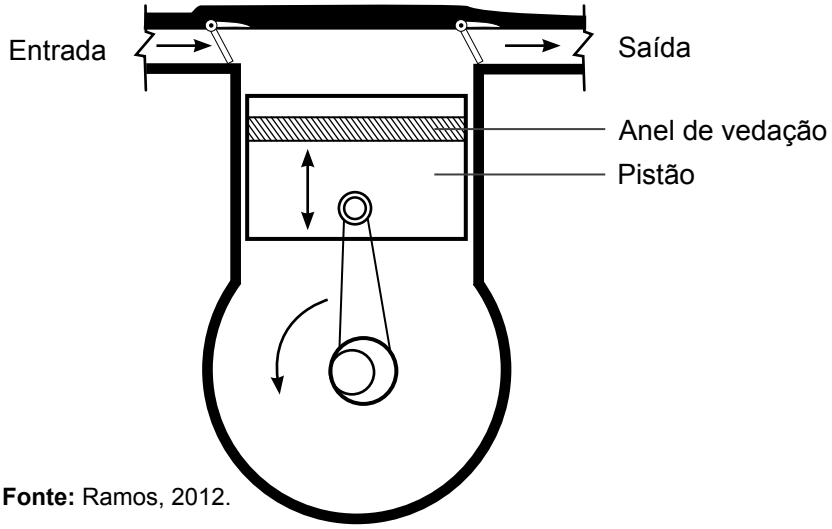
Bombas de pistão

As bombas que equipam a grande maioria dos turbopulverizadores são de pistão, que podem ser acionadas pela TDP do trator ou por um motor próprio do pulverizador.

Neste tipo de bomba, um pistão é movido para cima e para baixo dentro de um cilindro (Figura 4). Ao se movimentar para baixo, o pistão forma uma pressão negativa na câmara do cilindro, abrindo a válvula de entrada e sugando à calda do tanque. De maneira inversa, ao se movimentar para cima, ele causa uma pressão positiva no líquido da câmara, fechando a válvula de entrada e abrindo a de saída, forçando a calda a sair para o sistema.

Algumas bombas podem ter um único pistão, mas, na maioria das vezes, dois ou três pistões são montados na mesma bomba para aumentar a vazão. Esta disposição ativa cada um dos pistões em turnos, conferindo uniformidade ao fluxo de saída ao invés do fluxo pulsante ou intermitente comum nas bombas de um único pistão.

Figura 4 – Bomba de pistão.



Fonte: Ramos, 2012.

Para uniformizar o fluxo de líquido, uma câmara de compressão pode ser incluída ao sistema, ou como parte da bomba, ou como uma câmara em separado posicionada entre a bomba e a saída para as barras, normalmente com o formato parecido com o de um extintor de incêndio. Nesta câmara, que é um compartimento parcialmente cheio de ar, o ar se comprime e se expande sob a pressão do líquido, que não é compressível, mantendo a pressão do sistema.

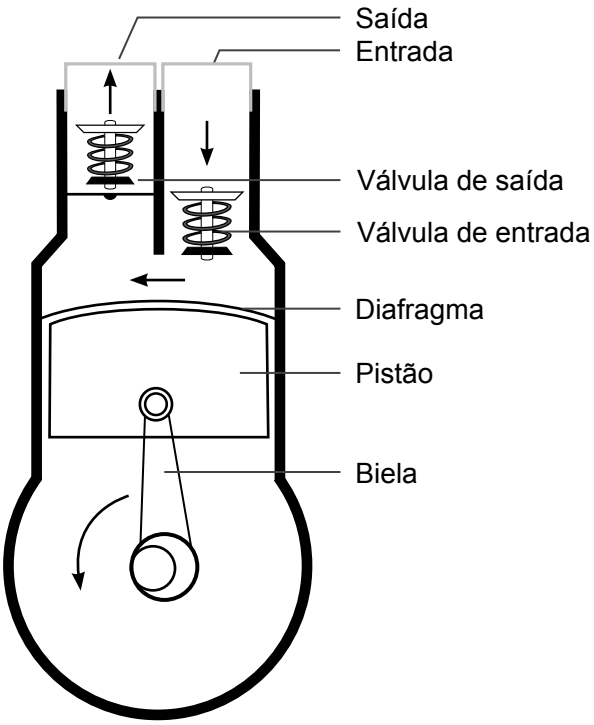
A bomba de pistão é capaz de proporcionar pressões elevadas e tem uma capacidade de bombeamento que não é afetada pela pressão, isto é, uma bomba com capacidade de 100 litros/minuto, bombeia esse volume, tanto a 40psi quanto a 400psi. Daí a razão da sua boa aceitação, apesar de ser uma bomba cara, tanto no seu custo inicial como na sua manutenção.

Bombas de diafragma

As bombas de diafragma, apesar de terem seu uso bastante difundido em países da Europa, apenas recentemente têm sido introduzidas no Brasil. Elas consistem basicamente de uma câmara, onde um dos lados é formado por um diafragma flexível (Figura 5). O líquido do tanque é puxado para dentro da bomba, através da válvula de entrada, pelo aumento na câmara provocado pelo movimento descendente do diafragma, e forçado para o sistema, através da válvula de saída, pelo movimento ascendente do mesmo.

Algumas bombas podem possuir apenas um diafragma, mas mais comumente dois a seis são distribuídos radialmente ao redor de um “eixo” rotativo. Esta configuração, assim como nas bombas de pistão, aciona cada diafragma em turnos, conferindo uniformidade ao fluxo de saída ao invés do fluxo pulsante ou intermitente comum nas bombas de um único diafragma.

Figura 5 – Bomba de diafragma.



Fonte: Ramos, 2012.

Assim como as bombas de pistão, as bombas de diafragma podem possuir câmaras de compressão, com idêntica finalidade.

Como o contato entre o líquido e as partes móveis é muito pequeno, é uma bomba de manutenção relativamente baixa. No entanto, problemas podem surgir se o produto químico utilizado atacar o diafragma ou válvulas.

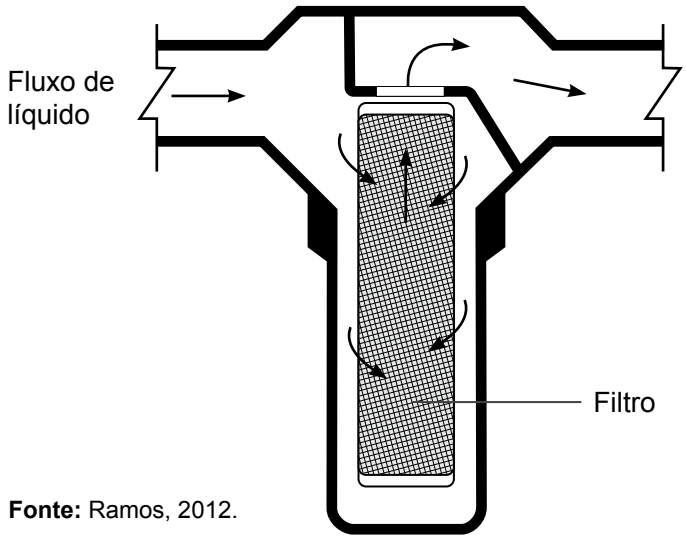
Em geral, as bombas de diafragma são utilizadas onde se necessita de pressões mais baixas, normalmente inferiores a 10bar (145psi), contudo pressões em torno de 15 – 25bar (220 – 360psi) podem ser possíveis.

2.3 FILTROS

Uma filtração adequada é importante para proteger a bomba de desgastes devido à areia ou pedriscos na água, para prevenir o funcionamento incorreto de válvulas devido ao acúmulo de impurezas e para proteger as pontas de pulverização e outros pequenos orifícios de entupimento. Basicamente, pelo menos três sistemas de filtragem distintos devem compor o pulverizador:

1. uma peneira na boca de abastecimento do tanque visando coletar qualquer impureza mais grosseira existente na água utilizada para encher o tanque. Esta peneira, por razões de segurança, não deve conter furos com diâmetro menor que 1 mm, evitando assim a probabilidade de formação de poças e respingos para fora do tanque por ocasião do abastecimento.

Figura 6 – Filtro de linha.



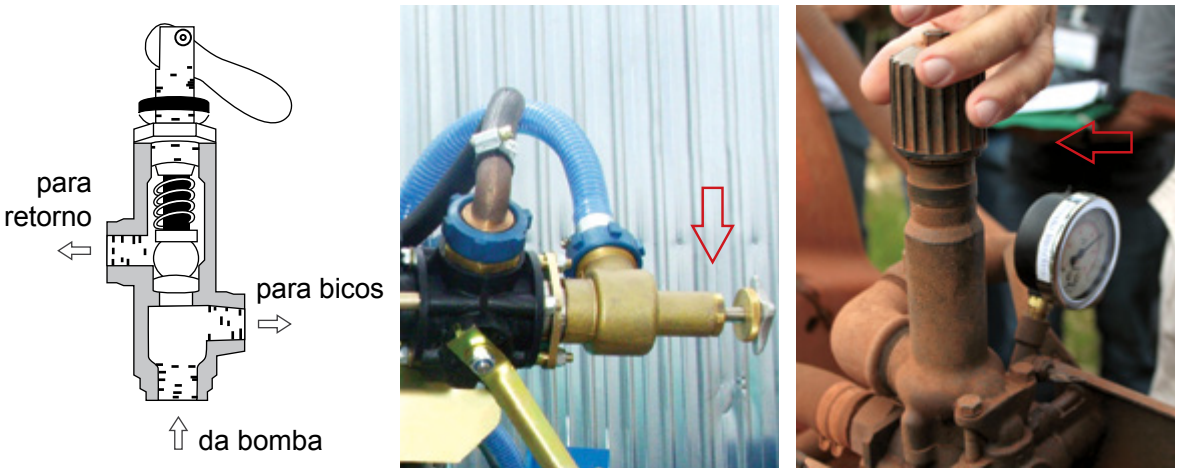
Fonte: Ramos, 2012.

2. Um filtro de linha posicionado entre o tanque e a bomba visando proteger a bomba (Figura 6). Este filtro deve ser posicionado de forma que qualquer impureza seja coletada no fundo do filtro, visando prevenir um total entupimento. O dimensionamento da malha da peneira (número de furos em uma polegada linear) deve ser realizado de acordo com o requerido pela ponta de pulverização, como forma de prevenir o entupimento destas.
3. Filtros individuais imediatamente antes de cada ponta de pulverização. O tamanho da malha destes filtros não deve ser maior do que a metade do tamanho de abertura da ponta. Geralmente, é recomendado um filtro malha 50 para a maioria dos pulverizadores. Uma malha menor, tal como a malha 100, está sujeita a entupimentos freqüentes, enquanto que uma malha maior, tal como a malha 30, é incapaz de prevenir o entupimento das pontas de pulverização, exceto em vazões muito elevadas. A malha do filtro mais adequada para cada ponta é geralmente recomendada no catálogo do fabricante.

2.4 REGULADORES DE PRESSÃO E MANÔMETRO

O regulador de pressão (Figura 7), basicamente, é um divisor de volume. Por exemplo, se a capacidade da bomba for de 100 litros/minuto, a vazão de cada bico de 1 litro/minuto e a barra possuir 40 bicos, a bomba envia 100 litros e a saída total é de 40 litros, existindo um excesso de 60 litros. O regulador de pressão é quem faz com que esses 60 litros excedentes retornem ao tanque. Esta peça então deve apresentar uma entrada (que recebe a calda que vem da bomba) e duas saídas (uma que se comunica com as barras e outra que retorna ao tanque).

Figura 7 – Regulador de pressão [1].



A proporção entre o que vai para as pontas de pulverização e o que retorna para o tanque pode ser alterada por meio de um parafuso que regula a compressão da mola que comanda a passagem para o retorno. Como pela "Lei do Menor Esforço" a calda vai sempre para o caminho mais fácil, quanto mais apertado o parafuso, mais comprimida estará à mola, mais difícil será o retorno e mais líquido será enviado às pontas. Como as saídas das pontas são pequenas, a pressão nessa parte do sistema se elevará e vice-versa.

Muitas vezes, quando se fecha uma das barras, o diâmetro da mangueira do retorno não é suficiente para retornar ao tanque toda a calda excedente, devido ao alto volume utilizado, fazendo com que a pressão no sistema suba, aumentando a vazão e consequentemente à dosagem do produto aplicado.

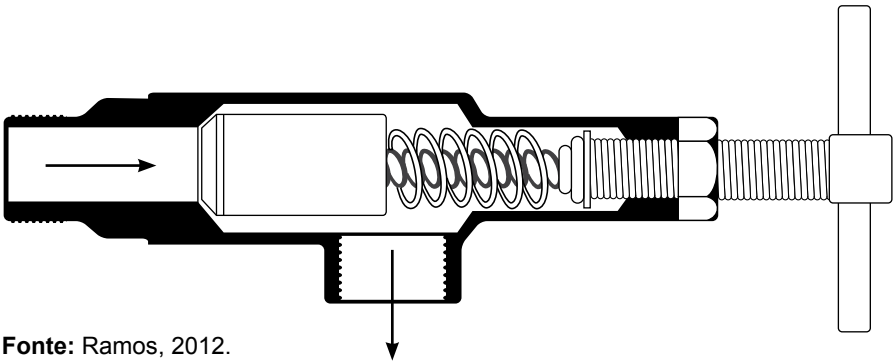
Nestes casos, a regulagem da pressão nas barras pode ser auxiliada pela utilização de uma válvula de alívio (Figura 8). Nestas válvulas, que são semelhantes aos reguladores de pressão, possuindo, no entanto apenas uma entrada e uma saída, se a pressão pré-determinada é excedida, a válvula abre e parte do líquido é recirculado para o tanque. Apesar de técnica e economicamente interessantes ao processo, as válvulas de alívio não são encontradas facilmente em turbopulverizadores.

Pelo exposto, o perfeito funcionamento da mola é muito importante para que se obtenha a máxima eficiência tanto do regulador de pressão como da válvula de alívio. Torna-se, portanto importante verificar periodicamente se a mola desliza livremente, promovendo-se a limpeza e lubrificação sempre que se notar qualquer impedimento no movimento da mesma.

Por outro lado, os problemas com travamentos podem ser minimizados se, ao final de cada turno de pulverização, o equipamento for armazenado com as molas totalmente livres. O desgaste na válvula e na sede da válvula também deve ser observado periodicamente, a cada 6 meses ou a intervalos menores, quando se utiliza produtos com formulação pó molhável, e as peças devem ser substituídas quando necessário.

1 - Referências ao final do documento.

Figura 8 – Válvula de alívio.



Fonte: Ramos, 2012.

A pressão do circuito das pontas de pulverização é lida em um manômetro. Os manômetros comuns trazem escalas em lbf/pol2 (ou psi) e kg/cm2 (ambas não oficiais, porém consagradas pelo uso). Normalmente, os manômetros comuns apresentam problemas de durabilidade, pois lhe falta robustez para suportar as árduas condições de trabalho (vibração e líquido agressivo circulando em seu interior).

Atualmente, estão sendo adotados manômetros com banho de glicerina, um pouco mais resistentes. Como medida paliativa para aumentar a vida útil dos manômetros recomenda-se que o registro de abertura esteja fechado e sem pressão retida durante o trabalho, ou mesmo que este seja desacoplado do circuito após a operação de regulagem.

Algumas empresas fornecem um manômetro portátil, que pode ser facilmente adaptado à barra por ocasião da regulagem e desacoplado após a mesma, cuja utilização é bastante recomendada, pois, além de aumentar a vida útil do manômetro, faz a leitura da pressão diretamente no bico, eliminando a influência de possíveis perdas de carga que possam ocorrer no sistema entre a bomba e o bico de pulverização.

A utilização de um manômetro adequado reduz o tempo necessário para a regulagem do equipamento, bem como agiliza a operação de verificação periódica da mesma. Existem no mercado manômetros com diferentes capacidades (0-100psi, 0-300psi, 0-600psi, 0-1000psi, etc.) e o mais adequado é função da pressão recomendada para a pulverização.

Por exemplo, em uma pulverização onde as pontas trabalham com uma pressão de 40psi, a utilização de um manômetro de 0-1000psi poderá aumentar a imprecisão da regulagem visto que a escala entre 0 e 50psi é muito pequena, dificultando o acerto da pressão correta. Por outro lado, um manômetro de 0-100psi não será adequado para pulverizações que necessitem 150psi.

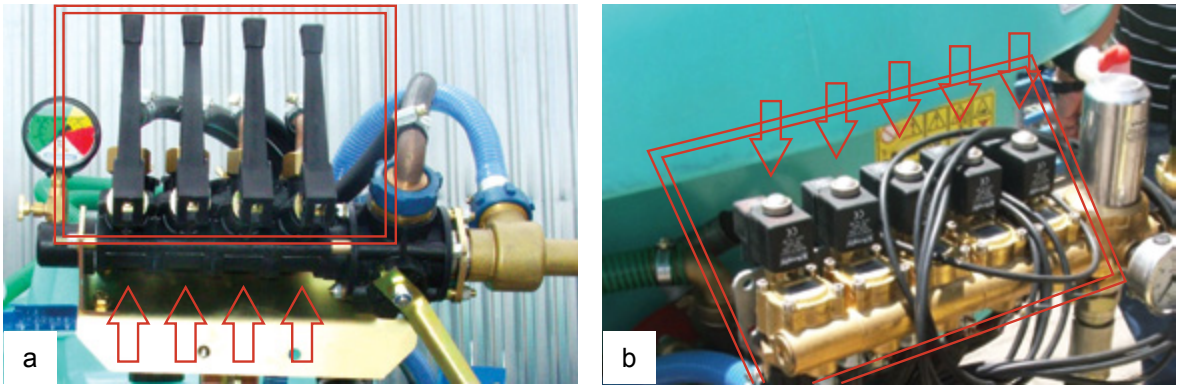
ATENÇÃO

A pressão de pulverização não deverá ser inferior a 20% ou superior a 80% da máxima pressão medida pelo manômetro.

2.5 CONTROLADORES DE FLUXO

O fluxo do líquido dentro do sistema de pulverização é controlado por válvulas, as quais podem ser simples válvulas unidirecionais, tais com as válvulas de entrada e saída da bomba, ou podem ser válvulas multidirecionais, para direcionar o fluxo de líquido para os bicos ou para o retorno. Nos pulverizadores mais simples, estas válvulas multidirecionais são normalmente válvulas de esfera operadas manualmente, mas nos sistemas mais sofisticados, elas são válvulas de solenóides operadas eletricamente, controladas pelo tratorista de dentro da "cabine" (Figura 9).

Figura 9 – Válvulas manuais (a) e válvulas solenóides (b).



Fonte: Franzon, 2012.

A barra pode ser dividida em seções, e o fluxo de líquido para as mesmas ser também controlado por válvulas multidirecionais. Tais válvulas, apesar de serem passíveis de utilização em qualquer turbopulverizador, equipam mais comumente àqueles com múltiplos sensores eletrônicos de plantas. Em complemento a estas, existe uma válvula principal *ON/OFF*, posicionada entre o regulador de pressão e a barra, a qual desvia todo o fluxo ou para a barra ou para o retorno.

2.6 AGITAÇÃO

Nos pulverizadores convencionais, tradicionalmente existe um agitador mecânico no tanque. Estes agitadores funcionam bem quando se utilizam caldas viscosas, no entanto, com a maioria das caldas, à medida que o tanque se esvazia, o agitador mistura ar com líquido, o que pode ocasionar uma espuma excessiva. Muitos sistemas atualmente estão baseados em um sistema hidráulico no qual parte do líquido é recirculado por um cano perfurado ou outros dispositivos montados na parte inferior dos tanques, que promovem a lavagem do piso do tanque e mantém o líquido em circulação.

A agitação pode ser proporcionada também pelo fluxo de retorno do regulador de pressão e/ou da válvula de alívio, porém este pode variar em função da vazão das pontas de pulverização e da pressão de trabalho, de forma que se torna necessária a seleção de uma bomba com capacidade suficiente para assegurar que haja um fluxo de retorno suficiente para agitar o conteúdo do tanque.

ATENÇÃO

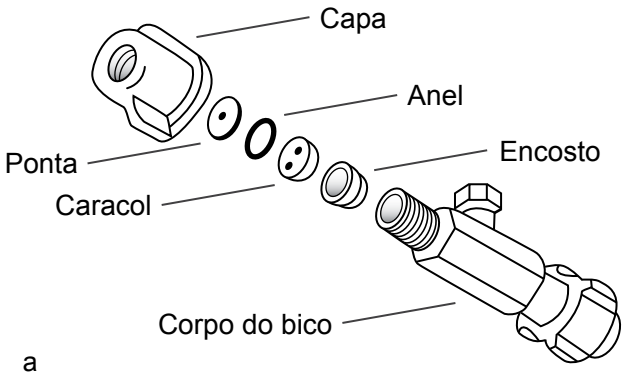
Normalmente, recomenda-se que a vazão total máxima a ser utilizada nas barras não ultrapasse 70% da capacidade total da bomba.

2.7 BARRAS

A barra de pulverização contém os bicos (Figura 10), que se acham fixados por diferentes sistemas. Alguns desses sistemas permitem através de um giro de 180º a opção de escolha entre dois bicos, sem a necessidade de variar fisicamente o mesmo, ou ainda o fechamento do fluxo de líquido através do bico, possibilitando o fechamento de bicos selecionados na barra. O formato, normalmente em arco, e o comprimento da barra variam conforme o modelo do pulverizador, mas, em todos eles, é posicionada na saída do ventilador.

Assim como nos pulverizadores de barras, quando o líquido flui através de um tubo que é parte integrante da barra, esta é denominada de “barra úmida”. Na “barra seca” o líquido é administrado independentemente da barra, geralmente através de mangueiras apropriadas. Nos turbopulverizadores, a barra úmida é a mais comumente encontrada.

Figura 10 – Detalhe de bico hidráulico para utilização em turbopulverizador (a) e barra de pulverização (b) [2].



a

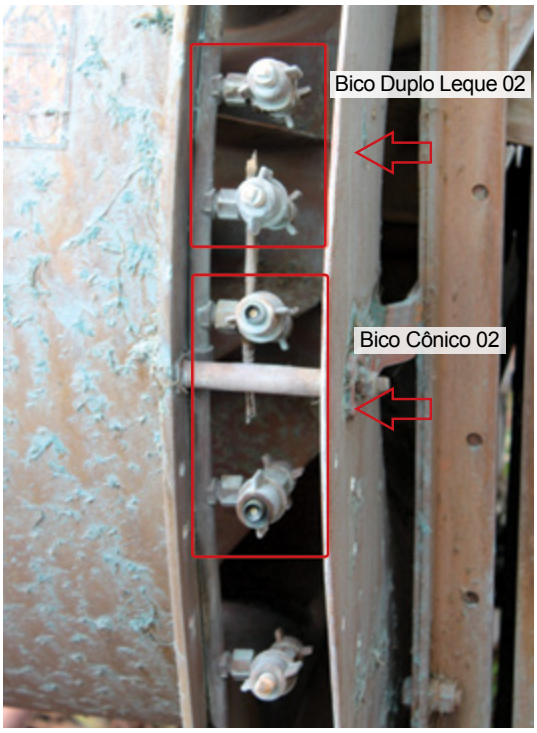


b

2 - Referências ao final do documento.

2.8 PONTAS DE PULVERIZAÇÃO

Figura 11 – Diferentes pontas montadas (erradas) numa mesma barra de pulveização.



Fonte: Franzon, 2012.

Os turbopulverizadores em utilização no Brasil são em sua grande maioria equipados com bicos hidráulicos. Tanto as pontas leque quanto as cônicas podem ser utilizadas, mas as do tipo cônico, vazio e cheio, são as mais comuns. Algumas máquinas são equipadas com bicos de cone ajustável, mas isto não é recomendado devido à dificuldade de se obter uniformidade e repetibilidade de regulagens em posições intermediárias.

Apesar de qualquer tipo poder ser utilizado, não raramente o que se encontra são pontas inadequadas ou mistura de modelos de pontas sendo utilizadas nos turbopulverizadores (Figura 11).

No momento da seleção, conceitos empregados na época em que os pulverizadores de pistolas eram os mais utilizados nos tratamentos em pomares, têm sido repassados aos atuais turbopulverizadores, gerando graves perdas, comprometendo a eficácia de inovações tecnológicas, prejudicando o funcionamento dos pulverizadores e aumentando o custo de produção.

A baixa eficiência do sistema tem levado a utilização de volumes de calda cada vez maiores, principalmente no controle de alvos internos à copa, buscando-se compensar tais perdas.

Para começar a se entender as diferenças entre os dois sistemas, imagine-se com uma pedra com 10g em uma das mãos e com 10g de areia fina na outra. Ao

se atirar as duas para frente, com a mesma força, a pedra irá mais longe, pois a areia se espalhará rapidamente, caindo próximo ao ponto de lançamento. Este é o princípio de funcionamento dos pulverizadores de pistola, ou dos pulverizadores "jato lançado", onde a gota depende de sua massa, para atingir o alvo. Assim, a pistola de pulverização é uma ponta de alto volume, com o tamanho das gotas controlado pelo giro da manopla localizado no cabo da mesma. Quanto maior a gota, menor o ângulo do cone de pulverização, maior o alcance do jato e vice-versa.

A utilização das pistolas (Figura 12), portanto, pressupõe a utilização de gotas grandes para poder se atingir o ponteiro das plantas, o que representa menor cobertura do alvo e menor penetração na planta, dependendo para isso muitas vezes de falhas no enfolhamento da copa. Nesta situação, normalmente, o controle da praga ou doença é diretamente proporcional ao volume, pois uma grande quantidade de calda pode ser necessária para reduzir os efeitos das falhas (físicas e humanas) do sistema. Muitas vezes, duas ou mais pistolas são dirigidas a uma mesma planta para jogar o volume necessário de calda no tempo mínimo de deslocamento do trator.

Figura 12 – Detalhe de uma aplicação com pulverizador de pistolas.



Fonte: Ramos, 2012.

Quando se pensa em turbopulverizadores, no entanto, os conceitos devem ser alterados. Imagine a mesma pedra de 10g e as mesmas 10g de areia fina não mais atiradas em direção ao alvo, mas sim liberadas à frente de um ventilador. Nesta situação, a areia irá mais longe, pois será mais eficientemente transportada pela corrente de ar gerada. Este é o princípio de funcionamento dos turbopulverizadores, ou pulverizadores "jato transportados", onde a gota deve ter um tamanho adequado para ser transportada pela corrente de ar até o alvo. A utilização de turbopulverizadores, pressupõe a utilização de gotas mais finas e de um volume de ar adequado ao

transporte destas até a parte que se deseja atingir da copa.

Portanto, no turbopulverizador, tamanho de gotas e vazão devem ser considerado no momento da seleção das pontas. Pontas de mesma vazão, mas com tamanhos de gotas diferentes podem representar resultados biológicos totalmente diversos em função das diferenças nas condições de transporte pelo ar e penetração na copa.

Em situações onde se necessite a utilização de maiores volumes de calda, barras de pulverização que possuam um maior número de bicos são mais adequadas, e assim devem ser preferidas no momento da escolha de um turbopulverizador, do que a utilização de pontas com maior vazão.

2.9 VENTILADORES

Os ventiladores dos turbopulverizadores produzem um fluxo de ar cuja função é transportar as gotas dos bicos até o alvo. A energia para a movimentação dos ventiladores pode ser fornecida ou pela TDP ou por um motor próprio do pulverizador. Quando a energia é fornecida pela TDP, o eixo cardan é normalmente ligado a outro eixo que movimenta uma caixa de engrenagens ligada ao ventilador, por meio de uma série de correias em “V”.

Algumas opções de polia podem ser fornecidas pelo fabricante visando alterar a velocidade do ventilador e consequentemente o volume de ar gerado. Em qualquer situação, é importante se observar que o sistema ventilador-bomba pode consumir uma grande quantidade de potência do trator para seu acionamento, sendo muito importante uma correta adequação do mesmo.

Todo ventilador é dotado de um dispositivo de desligamento do ventilador para uso durante o abastecimento, agitação da calda e também na utilização do equipamento para aplicação com o uso de lanças. A finalidade deste dispositivo é reduzir o consumo de potência em qualquer das situações citadas.

No Brasil os dois principais tipos de ventiladores utilizados são o de fluxo axial e o radial.

Nos **ventiladores de fluxo axial**, o ventilador move o ar paralelamente ao eixo do ventilador e, com o auxílio de defletores, expele o ar na forma de um leque perpendicular à direção de caminhamento da máquina, passando pela barra de bicos em direção ao alvo. Os ventiladores de fluxo axial movimentam grande volume de ar a baixa pressão e baixa velocidade sendo que, em alguns turbopulverizadores, as pás do ventilador podem ser ajustadas para alterar o fluxo de ar. Os defletores podem ser de simples escoamento ou de duplo escoamento.

Os defletores de simples escoamento (Figura 13a) em geral apresentam maior concentração de ar nas partes baixas, causada pelo fechamento da abertura de saída do ar na parte inferior do defletor. Tal defletor é recomendado para arbustos

(café, videira, etc.). Nos defletores de duplo escoamento (Figura 13b) o ar da parte inferior do ventilador é desviado, criando um escoamento de ar complementar que reforça a parte superior do jato. Esse defletor é utilizado para atingir o ponteiro de plantas altas.

Os ventiladores de fluxo axial equipam a maioria dos turbopulverizadores, produzindo um volume de ar entre 570-870m³/min, a uma velocidade de deslocamento de 112-150km/h.

Figura 13a – Defletor com simples escoamento de ar.



Figura 13b – Defletor com duplo escoamento de ar.



Fonte: Ramos, 2012.

Nos **ventiladores de fluxo radial**, as hélices do ventilador impulsionam o ar diretamente em direção ao alvo, passando pela barra de bicos. Este tipo de ventilador é capaz de movimentar o ar a grandes velocidades, no entanto, a velocidade do ar ao longo da cortina formada é bastante desuniforme.

3 PROCEDIMENTOS PRÉ-UTILIZAÇÃO

Quando se programa uma pulverização para uma determinada data, é importante se fazer uma série de checagens prévias, para se assegurar que o equipamento se encontra em boas condições de uso.

3.1 LIMPEZA DO PULVERIZADOR

O pulverizador deverá ser limpo imediatamente após a última utilização. Se, no entanto a limpeza não tiver sido realizada, o procedimento detalhado no Item 7 “Descontaminação do pulverizador” deverá ser utilizado.

3.2 INSPEÇÕES DO PULVERIZADOR

O tanque do pulverizador deve ser parcialmente completado com água e o sistema de pulverização operado para se fazer as verificações.

Quadro 1 – Pontos de vistoria e verificação dos turbopulverizadores.

PONTO DE VISTORIA	VERIFICAÇÃO
Tanque	Vazamentos ao redor e nos encanamentos, conexões ou tampas.
Bomba	Funciona livremente sem se movimentar muito.
Manômetro	Retornando a zero antes e após a checagem.
Regulador de pressão	Fácil ajuste e variação da pressão do sistema.
Válvula de alívio	Fácil o ajuste e opera à pressão correta.
Filtros	Filtros estão limpos e íntegros (sem danos).
Válvulas	As válvulas de controle operam corretamente.
Encanamentos e mangueiras	Sinais de dobra ou vazamentos.
Barras	Sinal de dano ou vazamento.
Barras	Mecanismos de fixação e fechamento dos bicos funcionam adequadamente.
Bicos de pulverização	Presença respingos ou vazamentos.
Bicos de pulverização	Pontas limpas e sinais de danos ou desgaste.
Bicos de pulverização	Todas do mesmo tipo.
Ventilador	Roda livremente e não está obstruído.
Ventilador	Os mancais estão em condições de uso e lubrificados.

ATENÇÃO

Qualquer parte danificada ou desgastada deve ser reparada ou substituída antes da utilização do pulverizador.

3.3 CHECAGENS DOS PRODUTOS

Certifique-se de que há produto suficiente e disponível para executar a pulverização da área planejada.

4 REGULAGEM E CALIBRAÇÃO

Uma adequada regulagem e calibração do pulverizador são partes essenciais de qualquer operação de pulverização, para assegurar que o agrotóxico seja aplicado à dose e taxa de aplicação adequada.

Entende-se por regulagem do pulverizador a adequação do equipamento para que este possa proporcionar uma adequada cobertura do alvo químico escolhido. Dessa forma, durante as regulagens são definidas variáveis como cobertura necessária do alvo químico, velocidade de deslocamento, modelos de pontas de pulverização e tamanho de gotas, malha do filtro e onde se avalia se a cobertura obtida está dentro da planejada inicialmente.

Uma vez realizada a regulagem inicia-se a calibração do pulverizador, que é o processo de quantificar o volume de calda aplicado, por planta ou por ha, e a dose de produto a ser colocada no tanque. Dessa forma, nunca se regula um pulverizador para jogar 400l/ha, uma vez que o volume é conseqüência e não objetivo da regulagem.

O princípio básico da utilização de turbopulverizadores é troca do ar seco existente dentro da folhagem por um volume de ar saturado de gotículas de calda. O deslocamento do ar seco da copa depende de três variáveis que são os fundamentos dessa técnica: vazão de ar do ventilador, velocidade de deslocamento da máquina e tamanho da copa da árvore.

Em função disso, e de condições de aplicação específicas de algumas culturas, turbopulverizadores com diferentes modelos de turbina podem ser encontrados no mercado brasileiro. Independente do tamanho do equipamento ou modelo de turbina alguns passos devem ser observados para sua correta regulagem.

4.1 REGULAGEM DO TURBOPULVERIZADOR

Velocidade de deslocamento

Nos turbopulverizadores acionados pela tomada de potência do trator (TDP), os ventiladores são dimensionados para gerar o volume de ar adequado às diferentes culturas quando trabalhando a 540rpm na TDP. Dessa forma, a primeira regulagem a ser realizada é posicionar o acelerador do trator na rotação que corresponda a 540rpm na TDP. Apesar da rotação estar especificada em algum lugar no trator, normalmente um adesivo no paralamas ou no vidro da cabine, o ideal é que a mesma seja confirmada por meio da utilização de um tacômetro pois poderá variar, principalmente em função de manutenções ou desgaste do motor.

ATENÇÃO

A mudança de velocidades deve estar relacionada apenas com a mudança de marchas e NUNCA COM A MUDANÇA DA ROTAÇÃO.

Nos turbopulverizadores a capacidade do ar em transportar as gotas é afetada por diferentes fatores tais como a densidade da folhagem, a velocidade e direção do vento e, a um menor grau, a temperatura e umidade relativa. A velocidade de deslocamento do pulverizador também é importante, para dar tempo suficiente para que o ar e a calda pulverizada na copa atinjam à profundidade necessária e produzam alguma turbulência.

Para um determinado equipamento e condição da cultura, velocidades muito baixas resultarão em excesso de ar gerado com perda de produto químico, de tempo e de combustível. Por outro lado, velocidades muito altas resultarão em coberturas ineficientes, sem a troca completa do ar interno da planta. Na velocidade adequada o ar expelido pelo pulverizador deve ser ajustado para dar a penetração necessária na copa sem carregar um excesso da calda para além do topo ou para o outro lado das árvores, onde ela seria desperdiçada. Em geral, ventiladores grandes, ruas estreitas e alvos mais externos permitem o uso de velocidades de deslocamento maiores.

Alguns turbopulverizadores são equipados com duas velocidades do ventilador: a menor produzindo um baixo movimento do ar (adequado para árvores baixas) e com a maior velocidade (pulverização de árvores altas com densa cobertura foliar). A maior velocidade do ventilador, desde que suportada pela potência do trator, pode ser utilizada como ferramenta para possibilitar maiores velocidades de deslocamento.

Na regulagem da velocidade, deve-se observar ainda que a densidade da folhagem, ou mesmo a barreira física, por exemplo, são variáveis ao longo do ano. Assim, em plantas sem frutos as velocidades de deslocamento podem ser maiores que para as mesmas plantas com frutos, considerando-se uma mesma cobertura no interior da copa.

Uma forma bastante prática de se determinar a velocidade adequada é pela análise da cobertura obtida em papéis hidrossensíveis posicionados na parte externa, interna e no outro lado da planta. Após a passagem do turbo, coberturas elevadas no outro lado da planta indicarão velocidade muito baixa, enquanto que coberturas muito baixas na parte externa ou mesmo no centro da planta indicarão um excesso de velocidade. Ao se ter baixa cobertura no outro lado da planta e uma cobertura adequada nas partes externa e central se terá chegado à velocidade ideal de deslocamento.

Direcionamento do ar

Selecionada a rotação e a velocidade, o passo seguinte será verificar como a cortina de ar se distribui no perfil vertical da planta. Para isso, um método bastante simples é utilizar-se de uma vara comprida com fitas plásticas, feitas com material bastante fino como o utilizado em sacolas de supermercado, por exemplo, amarradas a espaços regulares (50cm, por exemplo). Este acessório, quando posicionado à frente da cortina de ar, próximo às plantas, fornece várias noções importantes como: à distância mínima entre o pulverizador e a planta (para que haja ar na região da saia) e, a velocidade e direção do ar ao longo do perfil da planta.

Pulverizadores com velocidades de ar visivelmente diferentes ao longo da cortina não devem ser utilizados, em função da distribuição da calda não ser uniforme na planta. Esta pode ser uma importante ferramenta também na regulagem dos defletores (volutas), no sentido de evitar que uma quantidade excessiva de ar seja perdida para o chão ou por sobre a planta.

Outro fator a se observar, e que tem grande interferência sobre a eficácia da pulverização, é a altura da turbina e da barra de bicos em relação à altura da planta. Turbinas baixas, quando utilizadas com árvores altas (Figura 14a), fazem com que haja uma concentração da calda aplicada na região da saia em função da maior quantidade de bicos nesta área. Como exemplo, uma turbina com barra de 24 bicos cujo centro esteja a 1,5m do solo, quando pulverizando um pomar com plantas de 4m de altura, terá 12 bicos para pulverizar 1,5m de copa na saia e 12 para 2,5m na parte superior. Esta desuniformidade de vazão proporcionará uma distribuição irregular de calda, prejudicando o controle na parte superior da planta. O ideal é que tanto o centro da turbina quanto da barra de bicos estejam próximos ao centro da planta (Figura 14b), proporcionando uma distribuição correta de ar e calda.

Figura 14 – Turbina muito baixa para a cultura (a), turbina na altura adequada (b).



Fonte: Ramos, 2012.

Turbinas mais baixas fazem também com que o último bico da barra se situe a uma distância bastante grande do ponteiro, resultando em sérias implicações.

Quanto maior à distância, menor a capacidade do ar em transportar as gotas e maior à probabilidade de evaporação e de deriva. Para evitar a evaporação, alguns produtores optam por utilizar pontas de maior vazão na parte superior da barra de bicos, o que não resolve o problema, pois maiores vazões representam gotas maiores, com menor capacidade de transporte pelo ar.

Por outro lado, turbinas altas, em pomares adensados na rua, podem fazer com que o primeiro bico da barra esteja muito alto e muito próximo da planta proporcionando falhas na pulverização da saia. Assim, ao adquirir um pulverizador, devem-se levar em consideração as características do pomar onde será utilizado e não apenas o preço do equipamento.

A altura ideal da turbina será aquela que permita uma distribuição correta dos bicos entre a parte alta e baixa da planta, possibilitando que se trabalhe com pontas de mesma vazão em toda a barra, reduzindo a probabilidade de erros na calibração. Estão disponíveis hoje no mercado brasileiro turbopulverizadores com diferentes alturas e formatos de turbina, que atendem plenamente a necessidade dos agricultores.

ATENÇÃO

De qualquer forma, a consulta a um Engenheiro Agrônomo é aconselhável.

Seleção das pontas de pulverização

Antes de qualquer aplicação, pode ser necessário ajustar o número e posicionamento dos bicos para que propiciem uma correta distribuição da calda dentro da copa. Bicos que estejam pulverizando sobre o topo do alvo, ou além da faixa de aplicação, devem ser fechados.

A adequação das pontas de um turbopulverizador, independente de seu tamanho, só é possível pela definição de pelo menos 3 das seguintes variáveis:

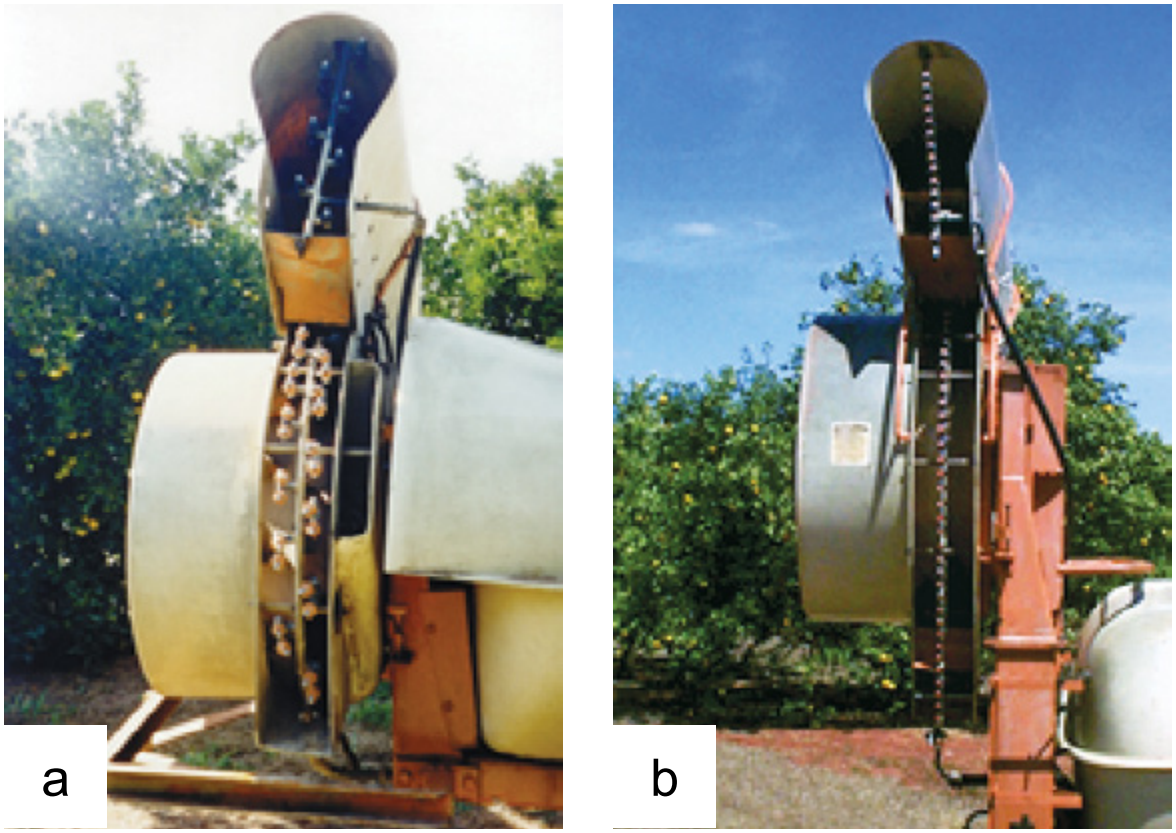
- velocidade de deslocamento;
- volume de aplicação;
- faixa de aplicação;
- número e vazão das pontas utilizadas.

Como visto anteriormente, a velocidade de deslocamento já foi determinada e, portanto aqui deve permanecer constante. O volume de aplicação será conseqüência da regulagem, apesar de se ter que selecionar um ponto de partida, a faixa de aplicação é fixa em função do espaçamento da cultura. Assim, na operação de seleção das pontas de pulverização, deve-se trabalhar apenas com variações na vazão das pontas e, quando necessário, na alteração do número de bicos, como veremos a seguir.

Em função da adequação do tamanho de gotas podem ser necessárias alterações na barra de bicos. Para um mesmo volume aplicado por planta, numa mesma pressão, uma barra com pequeno número de bicos apresenta um maior volume por ponta e, portanto gotas maiores. Dessa forma, ao se utilizar 2 pontas jogando 1,0l/min por exemplo, pode-se ganhar em eficiência (cobertura, deposição e controle) quando comparado a 1 ponta aplicando 2,0l/min, por se estar adequando a pulverização ao equipamento.

O aumento do número de bicos na barra pode ser obtido de duas formas: o uso de duplicadores (Figura 15a), que permitem além da duplicação a angulação das pontas, ou a troca da barra de bicos por outra com número maior de posições (Figura 15b), que reduz a resistência do suporte das pontas ao deslocamento do ar. Em ambos os casos, pode-se selecionar a ponta e a pressão de trabalho que proporcionem a maior quantidade de gotas no tamanho que se deseja, adequando-se o volume por planta por meio do número de pontas na barra.

Figura 15 – Aumento do número de bicos na barra por meio do uso de duplicadores (a) ou pela utilização de barra com maior número de bicos (b).



Fonte: Ramos, 2012.

Verificação do sistema de agitação

Seja qual for o tipo de tanque utilizado, a agitação da calda é necessária para assegurar que o agrotóxico esteja apropriadamente misturado antes de se iniciar a pulverização, bem como para manter a mistura adequada durante o período de pulverização.

A agitação é especialmente importante quando se aplicam suspensões (pós não solúveis em água) ou emulsões (óleo em água). A tecnologia das formulações modernas tem melhorado muito a suspensibilidade das partículas, no entanto, se o produto é deixado no tanque sem agitação, este sedimentará com o tempo sobre o fundo do tanque (suspensão) ou irá para a superfície (emulsões).

Portanto, quando se utilizam suspensões ou emulsões, a agitação deve ser constante. A segregação (separação) do produto deve ser verificada também antes da retomada da pulverização, após uma parada por problemas técnicos.

Uma forma bastante prática de se avaliar a eficácia do sistema de agitação é:

- encher o tanque até a metade;
- ligar a TDP;
- acelerar o trator até a rotação de trabalho;
- ligar a barra de bicos;
- ajustar para a pressão de trabalho;
- abrir o tanque e olhe em seu interior.

Caso a agitação esteja visível, não há problemas.

Em um sistema padrão de preparo da calda, coloca-se metade do tanque de água, liga-se a TDP, coloca-se o produto e acaba-se de completar o tanque.

Em seguida o operador vai até onde terminou o tanque anterior com o cardan ligado ou desligado, mas invariavelmente em baixa rotação. Ao chegar ao ponto de início este liga a TDP, coloca o trator na rotação de trabalho, liga a barra de bicos e inicia a pulverização.

Dentro desse sistema, em nenhum momento o trator trabalhou nem perto da rotação necessária para 540rpm na TDP, fazendo com que o sistema de agitação, tanto hidráulico (retorno) quanto mecânico (hélice), trabalhem de forma inadequada, facilitando a separação e a distribuição desuniforme de produto na área tratada. Um claro indício de que isso está acontecendo é a presença de plantas coloridas, quando da aplicação de produtos como cobre e enxofre.

Para que isso seja evitado, em qualquer momento entre o término do abastecimento e o início da pulverização, o pulverizador deve trabalhar pelo menos 1 a 2 minutos com a rotação necessária para 540rpm na TDP e a barra de bicos fechada. Fazendo isso, todo produto do fundo do pulverizador será puxado, devolvido ao tanque, homogeneizando a calda.

Avaliação da cobertura

A cobertura nada mais é do que o número de gotas por unidade de área ou a porcentagem da área coberta pela calda de pulverização e representa o objetivo final desta prática. A cobertura ideal deve variar de acordo com:

- agente a ser controlado: a cobertura para o controle de um inseto, por exemplo, deverá ser menor do que aquela necessária para o controle de um fungo, visto que o inseto, por se locomover, terá maior chance de entrar em contato com o agrotóxico.
- Modo de ação do produto aplicado: a cobertura necessária para um controle eficiente utilizando-se de um produto sistêmico deve ser inferior à necessária no caso de um produto de baixa redistribuição.

Na avaliação da cobertura, a primeira providência é coletar uma amostra dela. Para isso, deve-se ter uma superfície suscetível de ser marcada pelas gotas, seja por meio de formação de manchas ou outro fenômeno visível.

A utilização de papel sulfite ou papel cartão não são aconselháveis uma vez que este tipo de papel não possui uma qualidade avaliada ponto a ponto, fazendo com que uma gota de mesmo tamanho, caindo em regiões diferentes de uma mesma folha, produza manchas e, portanto coberturas diferentes, podendo levar a erros na avaliação.

Para estas avaliações, utilize um papel próprio para impressão de fotografias, facilmente hoje encontrado no comércio para uso com impressoras, cuja qualidade é controlada com rigor. O corante a ser diluído na calda pode ser uma anilina ou mesmo um corante destinado a colorir tintas para pintura de paredes (látex), muito fáceis de encontrar no comércio a baixo custo. A concentração desses corantes na calda deve ser relativamente alta, para provocar manchas bem nítidas no papel.

Outra técnica bastante interessante é a utilização de um papel sensível à água (hidrossensível), que em contato com gotas de água, desenvolve manchas azuis muito nítidas. É a técnica mais empregada atualmente, devido à sua praticidade.

Uma vez coletada a amostra da cobertura, a análise pode ser realizada de forma meramente intuitiva. Ao se observar o papel, duas perguntas devem ser feitas:

1. Qual a probabilidade da praga ou doença sobreviver na área não coberta?
   – Se a probabilidade for “Alta”, então se devem buscar meios para elevar a cobertura no alvo químico, o que pode ser conseguido com a redução no tamanho de gotas ou com o aumento do volume de aplicação. Se for “Baixa”, então a segunda pergunta deve ser feita.
2. Se a área coberta for reduzida, poderá se chegar ainda em uma situação onde a probabilidade de controle seja alta?
   – A cobertura é excessiva, devendo-se reduzi-la como forma de desperdiçar menos, reduzindo o volume de aplicação. Caso seja “Não”, então o pulverizador estará regulado, devendo-se partir para a calibração.

4.2 CALIBRAÇÃO DO TURBOPULVERIZADOR

Na utilização de turbopulverizadores, duas formas de se expressar o volume de calda a ser empregado são comuns, em função da cultura: Litros/ha (café, uva, etc.) ou Litros/planta (citros, manga, etc.). Para qualquer um deles a calibração pode ser feita pelo método das tentativas ou pelo método matemático. O método das tentativas é prático, exige poucos cálculos, mas é relativamente demorado. O método matemático, apesar de necessitar de cálculos, é mais prático e rápido.

Método das tentativas

Este método consiste basicamente dos seguintes passos:

- Encha o tanque do pulverizador até a marca “cheia” ou com um volume conhecido e preciso de água.
- Ligue a tomada de potência (TDP).
- Acelere o motor até a rotação correspondente a 540rpm na TDP.
- Coloque na marcha de trabalho selecionada.
- Pulverize o volume do tanque na área a ser tratada.
- Área tratada.
  - Volume em ℓ/planta: Conte quantas plantas foram pulverizadas.
  - Volume em ℓ/ha: Conte quantas plantas foram pulverizadas e multiplique pela área de 1 planta (espaçamento entre plantas x espaçamento entre linhas) para obter a área pulverizada em m².
- Para obter o volume de aplicação:
  - por planta: divida o volume pulverizado pelo número de covas considerado.
  - Por ha: volume de aplicação = (volume pulverizado / área pulverizada em m²) x 10000.
- Leia a bula do produto para verificar se este volume de aplicação está dentro dos limites recomendados. Caso não esteja, pequenos ajustes podem ser realizados variando-se a pressão, porém, para ajustes maiores, recomenda-se a troca das pontas de pulverização para pontas de vazões maiores ou menores, conforme a necessidade. Nos casos onde a dosagem do produto é recomendada em concentração (150mℓ/100ℓ de água), o volume adequado pode ser visualizado através do início do escorrimento da calda, no caso de folhagens, ou da obtenção da concentração de gotas desejada.
- Leia a bula do produto para identificar a dosagem recomendada.
  - Se a dosagem estiver recomendada por hectare. (ex.: 3,0ℓ/ha), calcule a quantidade de produto a ser colocada no tanque a cada reabastecimento em função do volume pulverizado.
  - Se a dosagem estiver recomendada em concentração (ex.: 150mℓ/100lℓ

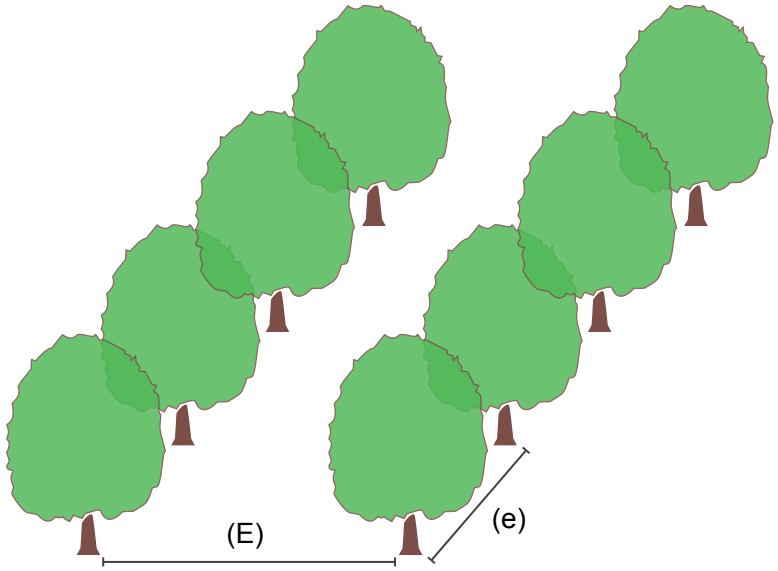
de água), calcule a quantidade de produto a ser colocada no tanque a cada reabastecimento em função da capacidade do tanque.

Método matemático

Este método consiste basicamente dos seguintes passos:

- Abasteça o pulverizador.
- Meça o espaçamento entre plantas (Figura 16):
  - Na linha de plantio (e) para volume em ℓ/planta.
  - Entre duas linhas de plantio (E) para volume em ℓ/ha.

Figura 16 – Forma de medida do espaçamento entre linhas (E) e entre plantas (e).



Fonte: Franzon, 2011.

- Marque 50 metros no terreno a ser tratado.
- Ligue a tomada de potência (TDP).
- Acelere o motor até a rotação correspondente a 540rpm na TDP.
- Coloque na marcha de trabalho selecionada.
- Inicie o movimento do trator no mínimo 5 metros antes do ponto marcado.
- Anote o tempo (T) necessário para o trator, na marcha selecionada, percorrer os 50 metros. (Em terrenos de topografia irregular, repita a operação várias vezes e tire à média).
- Calcule a velocidade (V) de trabalho:
  - Em m/s para volume em ℓ/planta. ($V = {}^{50}/_{T}$)
  - Em km/h para volume em l ℓ/ha. ($V = {}^{180}/_{T}$)
- Leia a bula do produto para verificar o volume recomendado (VR) para a aplicação do mesmo.
- Determine a vazão necessária (Q), em litros por minuto, para que a barra de bicos pulverize a quantidade desejada de calda por planta, através de uma

das seguintes fórmulas:

- Volume recomendado em ℓ/planta

$$Q = \frac{60 * V * VR}{e}$$

Q = vazão da barra de bicos (ℓ/min)
V = velocidade (m/s)
VR = volume recomendado (ℓ/planta)
e = espaçamento entre plantas na linha (m)

- Volume recomendado em ℓ/ha

$$Q = \frac{V * VR * E}{600}$$

Q = vazão da barra de bicos (ℓ/min)
V = velocidade (km/h)
VR = volume recomendado (ℓ/ha)
E = espaçamento entre duas linhas de cultura (m)

- Quando o turbopulverizador estiver pulverizando apenas um dos lados da rua, considerar metade do volume desejado.(VR = $^{VR}/_{2}$)

- Verifique o número total de bicos na barra de pulverização (NB).
- Determine a vazão necessária por bico (q), em litros por minuto, para que a barra de bicos pulverize a quantidade desejada de calda por planta.(q = Q/NB)
- Procure na tabela fornecida pelo fabricante da ponta selecionada, qual o tamanho e pressão de trabalho necessários para obter a vazão desejada, com gotas finas a médias.
- Com o trator parado, na rotação selecionada, abra os bicos e regule a pressão de trabalho para a pressão especificada.
- Faça uma breve checagem visual do padrão de pulverização das pontas e do seu alinhamento.
- Colete o volume pulverizado por um bico durante um minuto (q).
- Repita essa operação em vários bicos para obter a vazão média.
- As vazões observadas não devem variar mais que 10% da vazão média e essa média não deve variar mais que 10% da vazão encontrada no passo 13. Caso isto ocorra, troque as pontas.
- Leia a bula do produto para identificar a dosagem recomendada
  - Se a dosagem estiver recomendada por hectare. (ex.: 3,0ℓ/ha), calcule a

quantidade de produto a ser colocada no tanque a cada reabastecimento em função do volume pulverizado.

- Se a dosagem estiver recomendada em concentração (ex.: 150mℓ/100ℓ de água), calcule a quantidade de produto a ser colocada no tanque a cada reabastecimento em função da capacidade do tanque.

5 A PULVERIZAÇÃO

5.1 MEDIDAS ANTERIORES A PULVERIZAÇÃO

Planejamento dos descartes

Faça o planejamento e a determinação de locais adequados para qualquer descarte de calda ou água de lavagem do tanque, e também, planeje a área para o armazenamento de embalagens vazias e/ou sacos de descarte até que os mesmos sejam encaminhados ao sistema de devolução.

Medidas de proteção

Roupas de proteção adequadas e apropriadas devem estar disponíveis e checadas para assegurar que se encontram limpas e em boas condições de uso.

PRECAUÇÃO

Deve ainda estar claro a todos os envolvidos na pulverização como providenciar assistência médica o mais rápido possível.

Análises importantes

Antes de se iniciar o preparo da calda, é importante que se faça o seguinte:

- Ler cuidadosamente a bula do agrotóxico a ser utilizado e certifique-se de que todas as partes foram completamente entendidas.
- Certificar-se de que há água limpa suficiente para o preparo da calda e para o asseio do trabalhador.
- Assegurar-se de que a quantidade de agrotóxico a ser adicionada ao tanque foi cuidadosamente calculada e checada.
- Preparar apenas a quantidade de calda suficiente, em função da área a ser pulverizada e da expectativa quanto às condições climáticas.
- Assegurar-se de que o pulverizador está regulado e calibrado corretamente.
- Certificar-se de que as roupas de proteção apropriadas, recomendadas no rótulo, estão sendo utilizadas.

5.2 PREPARO DA CALDA

Para misturar o produto, o operador necessitará de algumas coisas além da embalagem do produto e do pulverizador, como:

PRECAUÇÃO

Nunca se esqueça que antes de começar qualquer operação de pulverização, a coisa mais importante é LER A BULA DO PRODUTO OU PEDIR PARA QUE ALGUÉM O FAÇA, e se certificar que ela foi totalmente compreendida antes de prosseguir.

- **Equipamentos de proteção individual** - os equipamentos necessários para o preparo da calda são descritos nos rótulos e bulas dos agrotóxicos. O mínimo recomendado para proteção no manuseio de todos os produtos concentrados consiste de luvas nitrílicas, proteção de braços e pernas (roupa de proteção) e proteção para os olhos (óculos de proteção ou protetor facial). Por outro lado, alguns produtos requerem um grau de proteção maior, como um respirador. A utilização de um avental impermeável é sempre recomendada nesta operação, para proteger o jaleco e calça do aplicador contra respingos do concentrado.
- **Medidas adequadas** - poderá ser um copo medidor, balanças para peso dos pós ou granulados ou qualquer outro recipiente que tenha sido devidamente calibrado por pessoa responsável como adequado para a quantidade necessária.
- Água limpa suficiente para o preparo da calda.
- Sabão e água.

ATENÇÃO

Se o produto requer pré-mistura, um balde ou um recipiente similar e um bastão de madeira limpo e com a casca removida são necessários.

Assumindo-se que o pulverizador foi verificado e encontra-se em condições de uso e que todos os itens necessários para o preparo da calda foram coletados, o seguinte procedimento deverá ser seguido:

- Assegure-se que o pulverizador está no nível do solo e com o tanque abastecido até a metade, tomando-se o cuidado de observar as seguintes precauções:
- Nunca faça uma conexão direta entre o tanque do pulverizador e um reservatório de água para fins domésticos, pois existe o risco de retorno do produto químico, o que contaminaria o reservatório de água.
- Nunca abasteça o pulverizador diretamente de qualquer corpo d'água (rio, riacho, lago, etc.), pois se trata de crime ambiental.
- Nunca adicione produto concentrado no tanque vazio do pulverizador, pois o produto químico pode danificar componentes vulneráveis do pulverizador e/ou pode se localizar de forma concentrada no encanamento e na bomba,

sem se misturar adequadamente, resultando em uma overdose do produto no início da aplicação.

- Funcione a bomba, verifique a recirculação e agitação antes de adicionar o produto químico.
- Abra cuidadosamente a embalagem do agrotóxico:
  - Nunca utilize os dedos nus ou com luvas para romper o lacre de uma embalagem. Um instrumento adequado e designado para este propósito, deve ser utilizado. Este deve ser cuidadosamente lavado.
  - Nunca abra mais do que uma embalagem ao mesmo tempo.
- Verta o agrotóxico em uma medida adequada (ou diretamente no tanque semi-abastecido do pulverizador se um tanque ou mais são necessários para o tratamento da área a ser pulverizada e se o produto utilizado não exigir pré-mistura), tomando o cuidado de evitar respingos por meio da lenta inclinação da embalagem de forma que o ar possa entrar.
- Formulações secas (pós ou grânulos) requerem escalas graduadas em função do peso, as quais devem ser utilizadas somente para uso com agrotóxicos. Pós-molháveis requerem pré-mistura, através da mistura com pequena quantidade de água antes de serem adicionados ao tanque, e devem ser sempre misturados em condições de ar calmo para prevenir o risco de inalação devido ao carregamento do produto pelo vento. A bula do produto deve sempre ser consultada para instruções de mistura específicas. Se embalagens solúveis são utilizadas, elas devem ser manuseadas de acordo com as instruções na bula, não devendo nunca ser manuseadas com luvas molhadas.
- Quando da adição do produto ao tanque, as seguintes precauções devem ser observadas:
  - Se adicionar o produto diretamente no tanque semi-abastecido sempre o faça através do filtro do pulverizador, exceto para embalagens hidrossolúveis ou formulações em grânulos dispersíveis em água (GRDA).
  - Nunca suba sobre o pulverizador com uma embalagem aberta.
  - Nunca eleve uma embalagem acima da altura dos ombros.
  - Se dois ou mais produtos precisam ser misturados, siga as recomendações de mistura contidas na bula, e sempre os adicione ao tanque separadamente e na ordem recomendada.
- Enxágue qualquer embalagem vazia de agrotóxico 3 vezes (Figura 17), adicionando a água de lavagem ao tanque, ou pelo sistema de lavagem sob pressão, perfurando o fundo das mesmas. Embalagens não laváveis deverão ser colocadas nos sacos de descarte. Qualquer utensílio de medição utilizado deve ser também bem lavado, e a água de lavagem adicionada ao tanque.

Figura 17 – Sequência de lavagem de embalagens vazias (Tríplice lavagem).



Fonte: Iwami, et al. 2010.

- Encha o tanque com água limpa, agitando continuamente. Se a pulverização for paralisada por qualquer motivo, faça uma vigorosa agitação da calda antes de reiniciá-la.
- Lave qualquer contaminação da parte externa do pulverizador.
- Lave qualquer roupa de proteção impermeável tais como botas, luvas, aventais, protetores faciais ou óculos de proteção.
- Guarde todo produto não utilizado e embalagens vazias em um lugar seguro antes de iniciar a aplicação.
- Remova todas as roupas de proteção não necessárias à aplicação e guarde em um compartimento fechado apropriado.

Pulverizadores modernos poderão estar equipados com misturador automático de calda, normalmente com o formato de uma estrutura cônica ao lado do tanque principal e com altura tal que possa ser facilmente alcançado do chão, que permite que o produto seja adicionado em seu interior e então succionado até o tanque principal.

Alguns misturadores automáticos de calda são também equipados com lavadores de embalagens, que utilizam jatos de alta pressão para assegurar que as embalagens vazias de produtos sejam bem limpas. A utilização de tais dispositivos minimiza os riscos ligados aos passos 6 e 7 descritos acima.

5.3 APLICAÇÃO

Quando iniciar a pulverização é importante verificar a bula do produto para ler as recomendações, referentes ao uso de roupas de proteção durante a pulverização.

Remova qualquer equipamento de proteção utilizado no preparo da calda e não recomendado para a aplicação. Guarde estes itens em lugar seguro, tal como uma caixa com tampa sobre o trator. É importante manter estes itens sobre o trator, pois podem ser necessários durante a pulverização em ocasiões como a troca ou desentupimento de uma ponta. Neste caso, muito tempo será gasto se o operador tiver que retornar ao ponto de abastecimento e depois ao ponto de paralisação da pulverização.

PRECAUÇÃO

O armazenamento destes equipamentos não deverá ser feito diretamente na "cabine" do trator, devido à probabilidade de contaminação da cabine.

Durante a aplicação, as seguintes checagens devem ser realizadas:

- Verifique se a distância dos bicos ao alvo é correta;
- Verifique se a pressão de trabalho e a rotação do motor estão corretas e constantes durante a pulverização;
- Verifique a quantidade de calda no tanque e nunca deixe o tanque se esvaziar completamente, exceto por ocasião do último abastecimento, para evitar danos ao tanque;
- Interrompa a pulverização sempre que as condições climáticas se tornarem desfavoráveis.

ALERTA ECOLÓGICO

Cuidado especial com a deriva, que poderá contaminar culturas vizinhas sensíveis ou em fase de colheita. E devido ao risco de contaminação ambiental.

Se um problema ocorrer durante a pulverização, tal como um entupimento da ponta de pulverização, é importante utilizar equipamentos de proteção adequados antes de trocá-la.

Pontas reservas devem estar disponíveis para substituição no campo. Pontas entupidas não devem ser desobstruídas por sopro, arames ou agulhas. Elas devem ser desobstruídas utilizando-se água limpa ou um objeto macio tal como uma escova de dente, utilizada unicamente para esta finalidade, ou mesmo um talo de grama.

5.4 MEDIDAS APÓS A APLICAÇÃO

Após o término da pulverização, é importante se limpar adequadamente o pulverizador visando-se assegurar uma longa vida e ao mesmo, prevenir contaminações em futuras utilizações.

Os seguintes procedimentos devem ser seguidos antes de se remover qualquer equipamento de proteção:

- Retorne os agrotóxicos não utilizados a um lugar seguro para armazenamento.
- Guarde as embalagens vazias descontaminadas pela tríplice lavagem ou pela lavagem sob pressão, e/ou os sacos de descarte para encaminhamento ao sistema de devolução.
- Drene qualquer resto de calda do tanque para um recipiente adequado para descarte. Note bem, é preferível tentar evitar excesso de calda por meio de um

minucioso cálculo da quantidade necessária do que ter o problema de descarte.

- Descontamine o equipamento, coletando a água de lavagem do tanque para um local seguro de descarte.

6 DESCONTAMINAÇÃO DO PULVERIZADOR

Há dois níveis de limpeza que podem ser utilizados: um suficiente para uma limpeza diária (quando produtos similares estão sendo utilizados em sucessivas ocasiões) e outro, para o final do período de pulverização.

6.1 LIMPEZA DIÁRIA

Para a limpeza diária os seguintes passos devem ser seguidos:

- Antes de iniciar a operação, certifique-se de estar utilizando os EPI adequados.
- Remova qualquer resíduo de calda do tanque.
- Remova as tampas de drenagem do tanque ou abra a válvula de drenagem, assegurando-se que o tanque drene para um local seguro e adequado.
- Com uma mangueira, lave o tanque por dentro e por fora, incluindo a parte interna do topo do tanque, esfregando quando necessário.
- Recoloque a tampa do dreno.
- Remova os elementos dos filtros e lave-os em água limpa com uma escova macia e recoloque-os.
- Remova as pontas de pulverização com os respectivos filtros e capas de fixação. Mergulhe tudo num balde contendo uma solução de água e detergente. Limpe-os esfregando com uma escova macia.
- Encha parte do tanque com água e opere a bomba (sem colocar filtros e pontas) para lavar todas as partes. Repita se necessário.
- Recoloque as pontas, peneiras e capas.
- Lave a parte externa do pulverizador, esfregando se necessária.
- Remova e lave as roupas de proteção, luvas, avental, botas e protetor facial.
- Lave muito bem pelo menos as mãos, face e pescoço com água e sabão

6.2 LIMPEZA PERIÓDICA

Para a limpeza periódica os seguintes passos devem ser seguidos:

- Antes de iniciar a operação, certifique-se de estar utilizando os EPI adequados.
- Remova qualquer resíduo de calda do tanque.
- Remova as tampas de drenagem do tanque ou abra a válvula de drenagem, assegurando-se que o tanque drene para um local de drenagem seguro e adequado.
- Com uma mangueira, lave o tanque por dentro e por fora, incluindo a parte interna do topo do tanque, esfregando quando necessário.
- Recoloque a tampa do dreno.

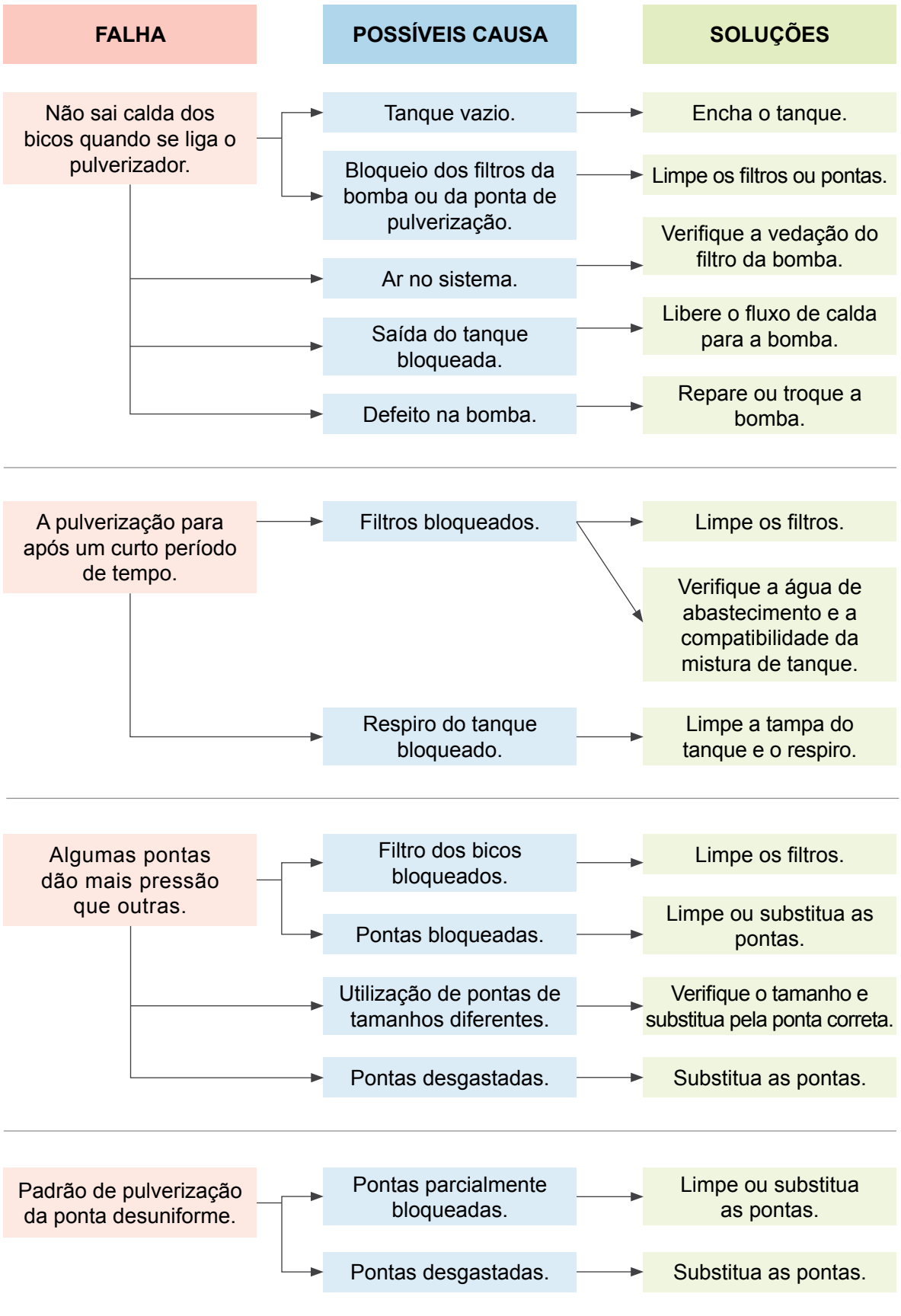
- Remova os elementos dos filtros e lave-os em água limpa com uma escova macia e recoloque-os.
- Remova as pontas de pulverização com os respectivos filtros e capas de fixação. Mergulhe tudo num balde contendo uma solução de água e detergente. Limpe-os esfregando com uma escova macia.
- Encha parte do tanque com água e opere a bomba (sem colocar filtros e pontas) para lavar todas as partes. Repita se necessário.
- Reabasteça o tanque com água limpa e bombeie parte dela através dos encanamentos, mangueiras e barras de pulverização. Desligue e deixe o maior tempo possível, de preferência a noite toda.
- Bombeie pelo menos um quarto da água do tanque através do sistema de pulverização e barras. Drene o restante através da tampa do dreno ou da válvula de drenagem.
- Verifique a permanência de restos de produto no tanque ou filtro. Se forem encontrados, devem ser novamente lavados e esfregados.
- Repita os passos de 8 a 10 utilizando uma solução de água e detergente.
- Se restos de produtos ainda persistirem, repita o passo 11 utilizando uma mistura de 1kg soda caustica mais 50ml de detergente em 100l de água. Calor ou água quente pode melhorar os resultados.
- Após a limpeza periódica, guarde as pontas, peneiras, etc. de forma segura, deixando as válvulas abertas, a tampa do tanque apenas encaixada e a tampa do dreno aberta.
- Lave a parte externa do pulverizador, esfregando se necessário.
- Coloque óleo na bomba e lubrifique as partes móveis do pulverizador.
- Remova e lave todas as roupas e equipamentos de proteção.
- Lave muito bem pelo menos as mãos, face e pescoço com água e sabão.

7 HIGIENE PESSOAL

A higiene pessoal é um importante item a considerar na segurança de quem trabalha com agrotóxicos, por isso, algumas regras básicas devem ser seguidas:

- Remova todas as roupas usadas na pulverização e banhe-se completamente, com água fria e sabão, prestando particular atenção às áreas expostas, tais como mãos, braços, rosto, pescoço, etc.
- Lave as roupas de aplicação com sabão neutro, separadamente das roupas da casa. Descarte a água utilizada na lavagem e enxágue da roupa, em lugar apropriado para essa finalidade, longe de fontes de água, rios, lagos, mananciais, residências, trânsito de pessoas e animais.
- Deixe roupas e equipamentos de proteção secando ao ar livre.

8 PROBLEMAS E SOLUÇÕES



FALHA	POSSÍVEIS CAUSA	SOLUÇÕES
Pressão aumenta gradualmente, vazão diminui.	Filtros dos bicos sendo bloqueado.	Limpe os filtros e verifique a presença de terra ou material sólido no tanque.
	Manômetro defeituoso.	Observe se o ponteiro retorna a zero quando se desliga o pulverizador. Se não, troque o manômetro.
Pressão reduz gradualmente.	Filtros bloqueando.	Verifique todos os filtros e limpe.
	Pontas desgastadas.	Substitua as pontas.
	Bomba desgastada.	Recondicione ou substitua a bomba.
Ângulo de pulverização muito estreito.	Pressão muito baixa.	Aumente a pressão.
	Pontas parcialmente bloqueadas.	Limpe ou substitua as pontas.
Pressão baixa e jatos de pulverização pulsando.	Tanque quase vazio.	Reabasteça o tanque.
	Ar entrando na bomba ou encanamento.	Localize e repare a entrada de ar.

FALHA	POSSÍVEIS CAUSA	SOLUÇÕES
Agitação da calda deficiente.	Bomba defeituosa ou inadequada.	Troque a bomba por uma de maior capacidade ou as pontas por outras de menor vazão.
	Cano de retorno ou agitador hidráulico parcialmente bloqueado.	Limpe o sistema de retorno.
Espuma excessiva no tanque.	Cano de retorno acima do nível de líquido no tanque.	Estenda o cano de retorno até próximo ao fundo do tanque.
	Agitação muito vigorosa por ocasião do abastecimento ou água adicionada de uma altura muito elevada.	Tome cuidado no abastecimento.
	Ar succionado para dentro do tanque por um dispositivo anti-deriva.	Feche o registro das barras enquanto estiver abastecendo e agitando o tanque.
Espuma fina no tanque.	Penetração de ar no lado de sucção da bomba ou na própria bomba.	Localize e repare a entrada de ar.
	Incompatibilidade da mistura de produtos na calda de pulverização.	Verifique as recomendações de misturas nas bulas dos produtos.

REFERÊNCIAS

CHRISTOFOLETTI, J.C. **Manual Shell de máquinas e técnicas de aplicação de defensivos agrícolas.** São Paulo: Shell Brasil S.A. – Divisão Química, 1992. 126 p.

Di PRINZIO, A. Equipos de pulverizacion en fruticultura – situacion actual y tendencias. In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROQUÍMICOS: EFICIÊNCIA, ECONOMIA E PRESERVAÇÃO DA SAÚDE HUMANA E DO AMBIENTE, 1, Águas de Lindóia, 1996. **Anais**, Jaboticabal, 1997. p. 113-123.

FRANZON, Johnny Fusinato. Movimentação de produto dentro da planta. In: RAMOS, Hamilton Humberto. **Aplicação de agrotóxicos: turbopulverizadores.** Curitiba: SENAR-PR, 2012. p. 11.

FRANZON, Johnny Fusinato. Válvulas manuais (a) e válvulas solenoides (b). In: RAMOS, Hamilton Humberto. **Aplicação de agrotóxicos: turbopulverizadores.** Curitiba: SENAR-PR, 2012. p. 19.

FRANZON, Johnny Fusinato. Diferentes pontas montadas (erradas) numa mesma barra de pulverização. In: RAMOS, Hamilton Humberto. **Aplicação de agrotóxicos: turbopulverizadores.** Curitiba: SENAR-PR, 2012. p. 21.

HISLOP, E.C. Review of air-assisted spraying. In: **AIR ASSISTED SPRAYING IN CROP PROTECTION**, 1, Swansea, UK, 1991. Proceedings. British Crop Protection Council, Lavenham, Suffolk, UK, 1991. p.3-14.

IWAMI, A. et al. **Manual de uso correto e seguro de produtos fitossanitários: agrotóxicos.** São Paulo: Linea Creativa, 2010. 28p.

MATSUGUMA, Luciana Shizue. Nuvens tipo Cúmulus. In: RAMOS, Hamilton Humberto. **Aplicação de agrotóxicos: turbopulverizadores.** Curitiba: SENAR-PR, 2012. p. 9.

MATTHEWS, G.A.; THORNHILL, E.W. **Equipo portátil de aplicácion de pesticidas para uso en agricultura.** Boletin de Servicios Agricolas de La FAO. 112/1, Roma, v. 1, 1996. 151 p.

MORGAN, N.A. The effects of air assistance on the distribution of spray drops on target. In: A**IR ASSISTED SPRAYING IN CROP PROTECTION**, 1, Swansea, UK, 1991. Proceedings. British Crop Protection Council, Lavenham, Suffolk, UK, 1991. p.305-308.

RAMOS, H. H.; YANAI, K.; ARAÚJO, D.; da ROCHA, D. S. R.; SPÓSITO, M. B.; BASSANEZI, R. B. Estado da arte na tecnologia de aplicação em frutíferas – volume de aplicação e diâmetro de gotas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.33, supl., p.110-112, 2007.

RAMOS, H.H.; MATUO, T.; TORRES, F.P. **Manual do instrutor de "proteção de plantas" – Módulo II**: pulverizadores e sua utilização. Programa Segurança e Saúde do Trabalhador Rural, São Paulo: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 1998. 118 p.

RAMOS, H.H.; PIO, L.C. Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. In: ZAMBOLIM, L.; da CONCEIÇÃO, M.Z.; SANTIAGO, T. **O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**, 3. São Paulo: ANDEF, 2008. p. 133-202.

THORNHILL, E.W.; MATTHEWS, G.A. **Equipo de aplicación de pesticida para uso en agricultura. Equipo impulsado mecánicamente**. Boletin de Servicios Agricolas de La FAO. 112/2, Roma, v. 2, 1996. 150 p.

WILES, T. Projeto e uso de equipamentos de pulverização agrícola na América Latina. Parte II: Brasil. In: Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agroquímicos: eficiência, economia e preservação da saúde humana e do ambiente, 1, Águas de Lindoia, 1996. **Anais**, Jaboticabal, 1997.p.16-29.

REFERÊNCIAS DAS ILUSTRAÇÕES

1 – Ramos, 2012.

- FRANZON, Johnny Fusinato. Regulador de pressão. In: RAMOS, Hamilton Humberto. **Aplicação de agrotóxicos: turbopulverizadores.** Curitiba: SENAR-PR, 2012. p. 17.

2 – Ramos, 2012.

- FRANZON, Johnny Fusinato. Detalhe de bico hidráulico para utilização em turbopulverizador (a) e barra de pulverização (b). In: RAMOS, Hamilton Humberto. **Aplicação de agrotóxicos: turbopulverizadores**. Curitiba: SENAR-PR, 2012. p. 20.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL
Administração Regional do Estado do Paraná
Rua Marechal Deodoro, 450 - 16º andar
Fone: (41) 2106-0401 - Fax: (41) 3323-1779
80010-910 - Curitiba - Paraná
e-mail: senarpr@senarpr.org.br
www.sistemafaep.org.br