

# Manual sobre el Uso de las Máquinas de Tratamientos Fitosanitarios



Consejería de Agricultura y Pesca





**MANUAL SOBRE EL USO DE LAS  
MÁQUINAS DE TRATAMIENTOS  
FITOSANITARIOS**

**MANUAL SOBRE EL USO DE LAS MÁQUINAS DE TRATAMIENTOS  
FITOSANITARIOS**

© **Edita:** JUNTA DE ANDALUCÍA. *Consejería de Agricultura y Pesca*

© de los textos, los autores

**Publica:** VICECONSEJERÍA. *Servicio de Publicaciones y Divulgación.*

**Colección:** Agricultura

**Serie:** Maquinaria

**Autores:** Varios

**Ilustraciones:** Autores

**Depósito Legal:** SE. 2.471 - 2003

**Maquetación e impresión:** J. de Haro Artes Gráficas, S.L. Parque Ind. P.I.S.A.,  
Mairena del Aljarafe • Sevilla

# MANUAL SOBRE EL USO DE LAS MÁQUINAS DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

## **Dirección y Supervisión:**

*Norberto Fernández Mancilla. Ingeniero Agrónomo <sup>1</sup>*

*Rafael Cabrera García. Ingeniero Agrónomo <sup>1</sup>*

## **Realización:**

*Luis García Caro. Ingeniero Técnico Agrícola <sup>2</sup>*

*Miguel Angel de Jaime Revuelta. Ingeniero Agrónomo <sup>2</sup>*

*José Salazar Martínez. Mecánico <sup>2</sup>*

*Antonio José Roldán Lozano. Ingeniero Agrónomo <sup>2</sup>*

*Manuel Toribio Sola. Ingeniero Técnico Agrícola <sup>2</sup>*

*Francisco Cañestro Rodríguez. Mecánico <sup>2</sup>*

*Rafael Cabrera González. Ingeniero Agrónomo <sup>2</sup>*

*Francisco Tomassetti Guerra. Ingeniero Técnico Agrícola <sup>2</sup>*

*Alfonso Quero Henry. Mecánico <sup>2</sup>*

*Francisco Javier Sanjuán Solís. Ingeniero Agrónomo <sup>2</sup>*

*Antonio García Ruiz. Ingeniero Técnico Agrícola <sup>2</sup>*

*Manuel Gutiérrez Escavias. Mecánico <sup>2</sup>*

---

1. Consejería de Agricultura y Pesca. Dirección General de la Producción Agraria

2. Consejería de Agricultura y Pesca. Empresa Pública Desarrollo Agrario y Pesquero, S.A.



# ÍNDICE

## MANUAL SOBRE EL USO DE LAS MÁQUINAS DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>2. EQUIPOS DE APLICACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS. TIPOS.....</b>	<b>15</b>
<b>3. EL PULVERIZADOR HIDRÁULICO .....</b>	<b>17</b>
3.1 ELEMENTOS DEL PULVERIZADOR HIDRÁULICO .....	18
3.2 REGULACIÓN DE PULVERIZADORES HIDRÁULICOS.....	25
3.3 OTROS FACTORES A TENER EN CUENTA .....	28
<b>4. EL PULVERIZADOR HIDRONEUMÁTICO.....</b>	<b>29</b>
4.1 ELEMENTOS DEL PULVERIZADOR HIDRONEUMÁTICO.....	30
4.2 REGULACIÓN DEL PULVERIZADOR HIDRONEUMÁTICO .....	31
<b>5. EL PULVERIZADOR CENTRÍFUGO .....</b>	<b>32</b>
<b>6. ESPOLVOREADORES .....</b>	<b>33</b>
<b>7. BOQUILLAS .....</b>	<b>34</b>
7.1 TIPOS DE BOQUILLAS .....	34
7.2 CRITERIOS DE ELECCIÓN DE BOQUILLAS SEGÚN SU APLICACIÓN .....	38
7.3 INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE LA GOTA EN LA APLICACIÓN DE PRODUCTOS .....	39
<b>8. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS EQUIPOS DE APLICACIÓN .....</b>	<b>41</b>
8.1 EQUIPOS MANUALES.....	41



8.2 PULVERIZADORES HIDRÁULICOS .....	41
8.3 PULVERIZADORES HIDRONEUMÁTICOS .....	42
<b>9. ALTERACIONES MAS FRECUENTES DE LOS EQUIPOS DE PULVERIZACIÓN .....</b>	<b>42</b>
<b>10. INCIDENCIAS QUE PUEDEN SURGIR DURANTE EL TRATAMIENTO Y SUS SOLUCIONES .....</b>	<b>43</b>
<b>11. CUIDADOS Y RECOMENDACIONES EN EL USO DE LA MAQUINARIA DE APLICACIÓN .....</b>	<b>45</b>
<b>12. SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO .....</b>	<b>46</b>
12.1 RIESGOS PARA LA SALUD Y MEDIDAS PARA DISMINUIRLOS .....	46
12.2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN .....	48
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>54</b>

## INDICE FIGURAS

- FIGURA 1.** PULVERIZADOR HIDRÁULICO
- FIGURA 2.** PULVERIZADOR HIDRONEUMÁTICO
- FIGURA 3.** PULVERIZADOR CENTRÍFUGO
- FIGURA 4.** ESPOLVOREADOR
- FIGURA 5.** ESQUEMA DE UN PULVERIZADOR HIDRÁULICO
- FIGURA 6.** BASTIDOR
- FIGURA 7.** DEPÓSITO
- FIGURA 8.** AGITADOR
- FIGURA 9.** FILTROS
- FIGURA 10.** BOMBA
- FIGURA 11.** MANÓMETRO
- FIGURA 12.** DISTRIBUIDORES
- FIGURA 13.** BARRA
- FIGURA 14.** ATOMIZADOR
- FIGURA 15.** MEDICIÓN DEL ANCHO DE COPA
- FIGURA 16.** BOQUILLAS DE HENDIDURA
- FIGURA 17.** BOQUILLAS DE TURBULENIA
- FIGURA 18.** BOQUILLAS DEFLECTORAS
- FIGURA 19.** BOQUILLAS DE TRES ORIFICIOS
- FIGURA 20.** BOQUILLAS ANTIDERIVA
- FIGURA 21.** OTROS TIPOS DE BOQUILLAS
- FIGURA 22.** TABLA DE CALIBRACIÓN DE BOQUILLAS
- FIGURA 23.** RECUBRIMIENTO
- FIGURA 24.** INTERVALOS DEL TAMAÑO DE GOTAS RECOMENDADOS
- FIGURA 25.** VIAS DE ENTRADA AL ORGANISMO DE SUSTANCIAS NOCIVAS

**FIGURA 26.** EQUIPOS DE PROTECCIÓN PARA LA PIEL

**FIGURA 27.** EQUIPOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA

**FIGURA 28.** MASCARILLA AUTOFILTRANTE PARA PARTÍCULAS

**FIGURA 29.** FILTROS PARA PARTÍCULAS

**FIGURA 30.** FILTRO QUÍMICO

**FIGURA 31.** FILTRO MIXTO

## INDICE CUADROS

- CUADRO 1.** TIPOS DE BOMBAS Y SUS CARACTERÍSTICAS
- CUADRO 2.** SISTEMAS DE REGULACIÓN
- CUADRO 3.** CLASIFICACIÓN DE BOQUILLAS
- CUADRO 4.** VOLUMEN DE CALDO EN PUNTO DE GOTEO
- CUADRO 5.** CAUDAL PARA DIFERENTES VELOCIDADES Y DOSIS DE APLICACIÓN. BOQUILLAS SEPARADAS 50 CM
- CUADRO 6.** ALTURA ADECUADA PARA DISTINTOS TIPOS DE BOQUILLAS
- CUADRO 7.** DOSIS DE TRATAMIENTOS Y TAMAÑO DE GOTAS SEGÚN LA VELOCIDAD DEL DISCO
- CUADRO 8.** RECOMENDACIONES DE USO DE BOQUILLAS DE HENDIDURA
- CUADRO 9.** SELECCIÓN DE BOQUILLAS ATENDIENDO AL PRODUCTO Y AL TAMAÑO MEDIO DE LAS GOTAS
- CUADRO 10.** VENTAJAS E INCONVENIENTES DE EQUIPOS MANUALES
- CUADRO 11.** VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS PULVERIZADORES HIDRÁULICOS
- CUADRO 12.** VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS PULVERIZADORES HIDRONEUMÁTICOS
- CUADRO 13.** ALTERACIONES, INCIDENCIAS Y EFECTOS
- CUADRO 14.** PROBLEMA, CAUSA PROBABLE Y SOLUCIÓN
- CUADRO 15.** CLASIFICACIÓN DE LOS FILTROS PARA POLVOS SEGUN EM-143 Y EN-140
- CUADRO 16.** CLASIFICACIÓN DE LOS FILTROS PARA SUSTANCIAS QUÍMICAS SEGÚN EL CONTAMINANTE
- CUADRO 17.** CLASIFICACIÓN DE LOS FILTROS PARA SUSTANCIAS QUÍMICAS SEGÚN SU CAPACIDAD



## 1. INTRODUCCIÓN

La protección sanitaria de los cultivos constituye un reto para Andalucía, en línea con cuestiones claves como la producción de alimentos de calidad, seguridad alimentaria o respeto al medio ambiente. Tiene además un impacto directo sobre las producciones y por tanto sobre las rentas de los agricultores. Andalucía además es especialmente sensible a la introducción de nuevas plagas y enfermedades, tanto sobre las rentas de los agricultores. Andalucía además es especialmente sensible a la introducción de nuevas plagas y enfermedades, tanto por su situación geográfica, como por las favorables condiciones agroclimáticas.

La sociedad es cada vez más exigente en todo lo relativo a impactos ambientales. Aspectos como la salud de los aplicadores y la seguridad de los productos alimentarios obligan a formar cada vez más a los agricultores, y en especial a los aplicadores de productos fitosanitarios, para su uso cuidadoso y controlado.

Con este manual la Consejería de Agricultura y Pesca pretende dar pautas que permitan optimizar el uso de la maquinaria de tratamientos al entenderse este como un aspecto clave para asegurar la protección sanitaria de nuestros cultivos.

Los cultivos agrícolas han de protegerse contra las plagas, enfermedades y malas hierbas. Para ello, entre los distintos métodos de lucha existentes, el más generalizado es la lucha química, para la que se utiliza una gran diversidad de productos. Estos deben ser eficaces contra los agentes atacantes, a la vez que inofensivos con el propio cultivo, las personas que los aplican o consumen los alimentos producidos y sobre el medio ambiente.

El éxito de un tratamiento fitosanitario dependerá de tres factores:

- La elección correcta del producto, lo que nos asegurará la eliminación de un alto porcentaje de agentes atacantes.

- La elección del momento oportuno para realizar la aplicación.
- Aplicar la dosis adecuada, recomendada por el fabricante, uniformemente repartida y con la cobertura deseada<sup>1</sup>.

Para la elección del producto y el momento adecuado de aplicación, es necesario conocer el cultivo, los agentes infecciosos y los productos que existen en el mercado.

Los objetivos buscados en un tratamiento son:

- Aprovechamiento de los productos, tanto desde el punto de vista técnico (nivel de efectividad o control sobre el patógeno) como económico (rentabilidad).
- Rendimiento de trabajo: Tratar la máxima superficie en el mínimo tiempo.
- Uniformidad de la distribución: Tratar todo el cultivo por igual.

De igual forma que para la elección del producto y momento de aplicación es necesario un profundo conocimiento del cultivo, del patógeno y formulaciones en el mercado, para realizar una buena aplicación que asegure una distribución uniforme y el máximo aprovechamiento de los productos, hemos de contar con una maquinaria adecuada, mantenerla en buen estado de conservación y manipularla de forma correcta. De esta forma se consigue una buena distribución, penetración y retención en la planta con una mínima pérdida de producto, a la vez que el tratamiento sea lo más económico posible y que el impacto ambiental sea mínimo. La maquinaria deberá ser manejada por personal cualificado, que deberá estar en posesión del carné de "Aplicador de Plaguicidas".

En este manual, dirigido a usuarios de máquinas de tratamientos, se realizará un análisis de los distintos tipos de equipos existentes, elementos que la componen, manejo y mantenimiento más correcto.

---

1. Dosis no adecuadas pueden hacer que el producto deje de ser inocuo y transformarse en un serio atacante para la planta, incrementar los niveles de residuos, aparición de toxicidad, escaso control y fenómenos de resistencia, al tiempo que la rentabilidad económica decrece

## 2. EQUIPOS DE APLICACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS. TIPOS

Dependiendo del estado del producto que se desee aplicar: líquidos, sólidos o gaseosos, se distinguen varios tipos de máquinas, las cuales se clasifican a continuación.

a) **Pulverizadores**, se usan para tratar productos en estado líquido. Se dividen en:

- *Hidráulicos o de chorro proyectado*, en los que la pulverización se produce por la presión hidráulica que proporciona una bomba, de forma que el fluido, al atravesar la boquilla, se rompe en finas gotas.



Figura 1. Pulverizador Hidráulico

- *Hidroneumáticos o de chorro transportado* (atomizadores) en los que las gotas formadas en las boquillas son transportadas por una corriente de aire.
  - *Centrífugos o de ultrabajo volumen*. Las gotas se forman gracias a la fuerza centrífuga que le imprime un disco que gira a gran velocidad.
- b) **Espolvoreadores**: se usan para aplicar productos en estado sólido. El principio general de funcionamiento de los espolvoreadores es crear una nube de polvo, proyectando la materia pulverulenta con la ayuda de un flujo de aire.
- c) **Fumigadores**, usados para aplicar productos gaseosos. Estos tratamientos han de ser realizados por personal especializado.





Figura 2. Pulverizador Hidroneumático



Figura 3. Pulverizador centrífugo

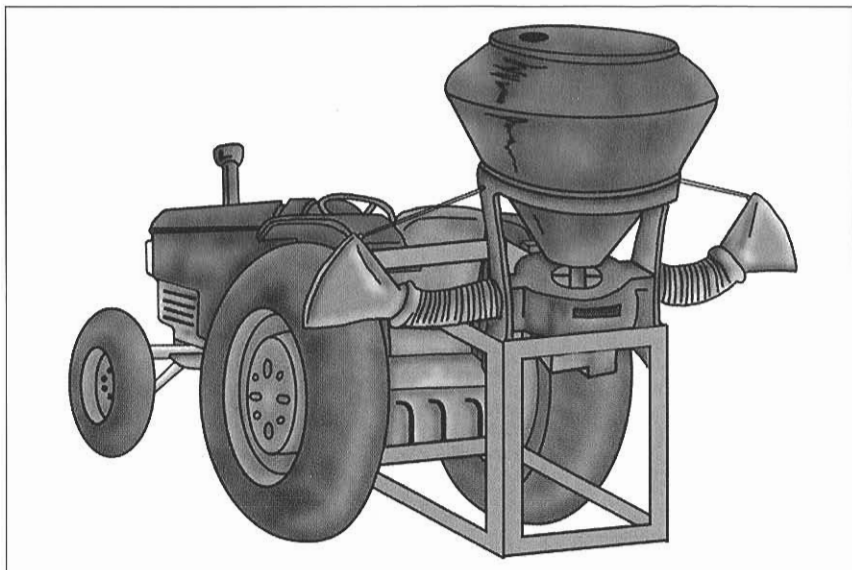


Figura 4. Espolvoreador

### 3 EL PULVERIZADOR HIDRÁULICO

Se denominan pulverizadores hidráulicos o de chorro proyectado aquellos en los que el líquido es impulsado por una bomba a una determinada presión, de forma que al atravesar una boquilla calibrada y encontrarse con la resistencia que ofrece el aire a la salida del chorro, éste se rompe en finas gotas.

Estos pulverizadores son muy útiles en explotaciones de medias o grandes dimensiones con superficies de cultivos considerables, ya que poseen una gran autonomía de trabajo gracias a su considerable anchura de trabajo, consiguiéndose altos rendimientos. Son los más adecuados para los tratamientos con herbicidas, insecticidas y fungicidas en cultivos de porte bajo. También tienen otras aplicaciones como tratamiento de cultivos en línea, vid, o plantaciones frutales de bajo porte.

En todo pulverizador hidráulico se debe conseguir:

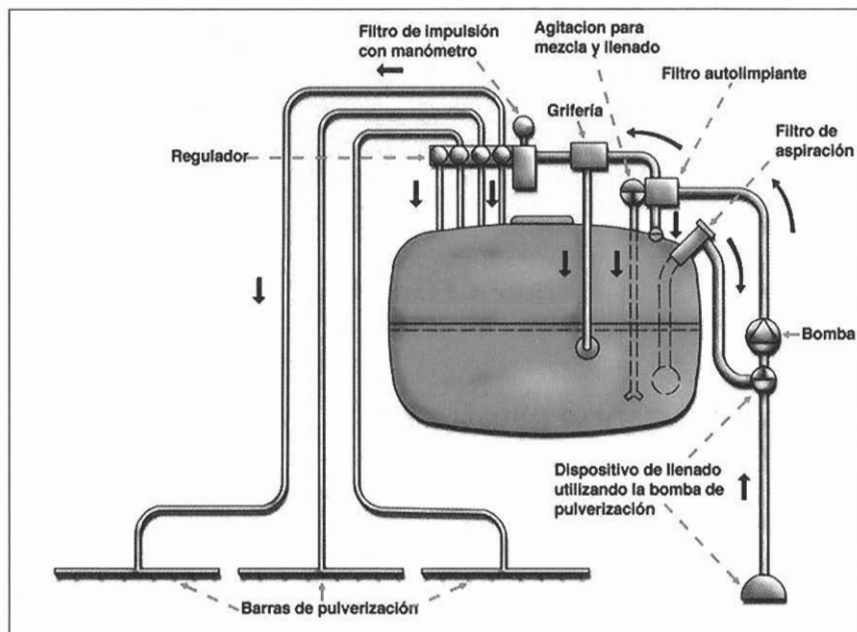
- Que la mezcla sea homogénea durante el tratamiento.

- Que la dosis aplicada por hectárea sea constante.
- Que el reparto del producto se realice con alta uniformidad y buena cobertura de la superficie tratada.

### 3.1 ELEMENTOS DEL PULVERIZADOR HIDRÁULICO.

Básicamente, las partes de un pulverizador hidráulico quedan reflejadas en la siguiente figura y son:

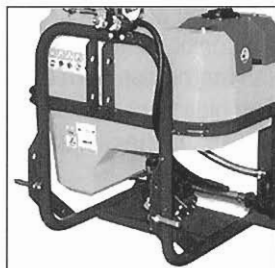
Figura 5. Esquema de un pulverizador hidráulico



#### 3.1.1. BASTIDOR.

Armazón o pieza metálica que sustenta todos los componentes de la máquina. Si esta es de tipo suspendido, va unida al tractor mediante el enganche a los tres puntos; si es semisuspendida será mediante el punto fijo de enganche.

Figura 6. Bastidor



### 3.1.2. DEPÓSITO.

Actualmente sólo se fabrica en material plástico: polietileno —PE— por su bajo coste y buenas propiedades físicas o poliéster reforzado con fibra de vidrio por alta resistencia y capacidad de reparación, aunque tiene un mayor coste. Nunca deben ser de PVC o de hierro galvanizado, ya que pueden ser atacados por los productos.



Figura 7. Depósito

El PE se utiliza para depósitos de hasta 3.500 litros, y el poliéster reforzado con fibra de vidrio para depósitos de gran tamaño. Ambos deben llevar un sistema para indicar el nivel de llenado, siendo recomendable el de banda traslúcida.

En la parte superior se encuentra la boca de carga, con su correspondiente **filtro de malla** para evitar que entren partículas sólidas que puedan obstruir las boquillas. El cierre debe ser estanco, y en el tapón debe llevar una válvula de entrada de aire de manera que no se forme el vacío en el interior.

Para conseguir la uniformidad del producto, dentro del depósito se debe disponer de un **sistema de agitación**, mecánico o hidráulico. Algunos fabricantes utilizan un sistema que puede considerarse hidromecánico, ya que la agitación la produce una turbina accionada por un eje, y en su movimiento aspira e impulsa el líquido de manera similar a como lo hace una bomba centrífuga. En los equipos grandes son preferibles los agitadores mecánicos, para evitar la aparición de espuma.



Figura 8. Agitador

### 3.1.3. FILTROS.

Son los encargados de retener las partículas sólidas que pueda llevar el caldo, evitando obstrucciones en el circuito y/o en las boquillas, empleándose normalmente filtros de malla. Todo pulverizador debe disponer de filtros situados en: boca de llenado, aspiración de la bomba, impulsión de la bomba y boquillas. El filtro de impulsión no siempre está presente, pero es recomendable cuando se trabaja con bajo volumen. También es recomendable que todos los filtros tengan fácil acceso, para limpiarlos y desmontarlos con la menor pérdida de tiempo posible, consiguiendo de esta manera hacer la tarea más efectiva.

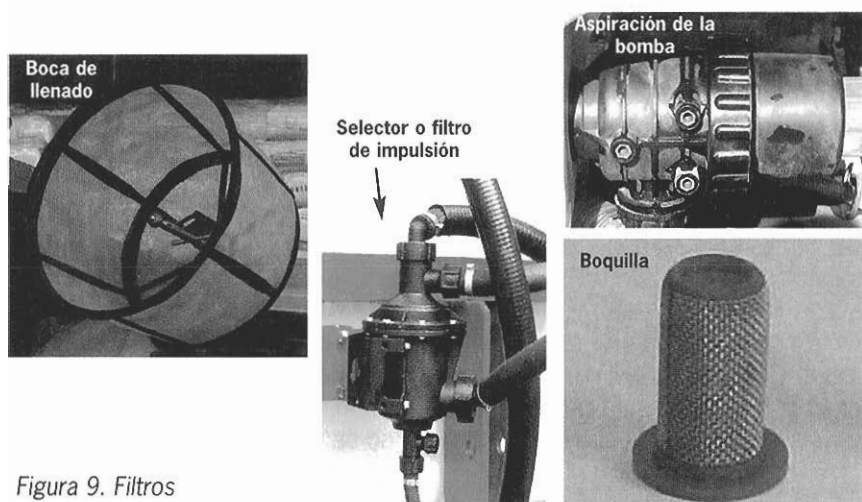


Figura 9. Filtros

Cada vez es más frecuente que los filtros de impulsión, que protegen a las boquillas, sean del tipo "autolimpiante", en los que la limpieza se realiza periódicamente cuando la colmatación del mismo alcanza un cierto nivel. En ese momento se abre una válvula, que deja salir un volumen de líquido hacia el depósito, arrastrando las partículas incrustadas en la malla. En el caso de trabajar con caldos muy densos, o cuando no se hace un correcto mantenimiento del filtro, el sistema de autolimpieza actúa de manera continua, lo que afecta considerablemente a la calidad de la pulverización.

### 3.1.4. BOMBA.

Es el elemento encargado de transformar la energía mecánica que suministra la toma de fuerza del tractor, un motor auxiliar o una rueda motriz, en energía hidráulica. Es decir, es la encargada de succionar el líquido del depósito e impulsarlo hacia las boquillas.

Existen varios tipos de bombas en el mercado, y sus diferencias las podemos apreciar el cuadro nº 1.

**Cuadro 1. Tipos de bombas y sus características.**

Tipo	Presión máxima (bar)	Caudal (l/h)	Coste	Desgaste
Pistón	80	10-300	elevado	muy bajo
Pistón- Membrana	30	20-400	bajo	bajo
Rodillos	12	20-160	bajo	alto
Centrífugas	6	200-800	bajo	muy bajo
Engranajes	10	20-40	bajo	muy alto

Las más recomendables para aplicaciones normales son las bombas de pistón-membrana. Para aplicaciones a alta presión se recomiendan las de pistones. Las bombas centrífugas proporcionan gran caudal a poca presión, por lo que se usan para llenado, agitación de depósitos o en equipos diseñados para la aplicación de abonos líquidos densos. Las bombas de engranajes están en desuso, debido a su elevado nivel de desgaste, al igual que las de rodillos y no se recomiendan en la actualidad.

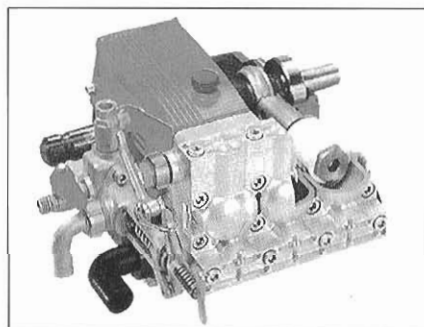


Figura 10. Bomba

### 3.1.5. SISTEMA DE REGULACIÓN.

El sistema de regulación debe conseguir que llegue a las boquillas una cantidad de líquido en condiciones tales que alcance la superficie tratada de manera uniforme. Existen dos tipos:

**Regulación mediante caudal constante (CC).** En este caso lo que se pretende es mantener en todo el circuito una presión constante, mediante una válvula de descarga insertada en la tubería que lleva el líquido desde la bomba hasta las boquillas, teniendo un caudal constante. Para que este sistema de regulación sea eficaz es preciso mantener una velocidad constante durante la aplicación. Por ejemplo, en un tratamiento de 300 l/ha, pasar de 5 a 4,5 Km/h supone un incremento 30 litros por hectárea. Este sistema es muy usado, debido a su bajo coste, sin embargo la calidad del tratamiento es variable dependiendo de la orografía del terreno.

**Regulación mediante caudal proporcional.** Dosifican el caudal en función de las revoluciones del motor o la velocidad de avance.

- Caudal proporcional al régimen de revoluciones del motor (CPM): Mantiene la dosis al variar el régimen de giro dentro de unos límites y siempre que no se cambie la relación de caja de cambios. Este sistema es lo mínimo que se le puede exigir a un equipo de calidad.
- Caudal proporcional al avance (CPA): La bomba se acciona por una rueda motriz o por un mecanismo electrónico, capaz de proporcionar un caudal proporcional al avance. Imprescindible en equipos arrastrados o automotrices.

#### Cuadro 2. Sistemas de regulación.

Sistema de regulación	Caudal	RPM Motor	Relación con la caja de cambios
CC	Constante	Constante	Constante
CPM	Proporcional al régimen de giro del motor	Variable	Constante
CPA	Proporcional a la velocidad de avance	Variable	Variable

### 3.1.6. MANÓMETRO.

Su misión es fijar e indicar la presión de trabajo. Se encuentra situado en la tubería de impulsión de la bomba. Es muy importante que proporcione una lectura clara y correcta de la presión, para lo que tendrán rangos adecuados al trabajo a realizar<sup>2</sup>. Asimismo deberán suministrar una precisión adecuada, siendo ésta de 0,2 bar para presiones entre 0 y 5 bar; 1 para presiones entre 5 y 20 bar y una precisión de 2 bar para presiones superiores a 20 bar.

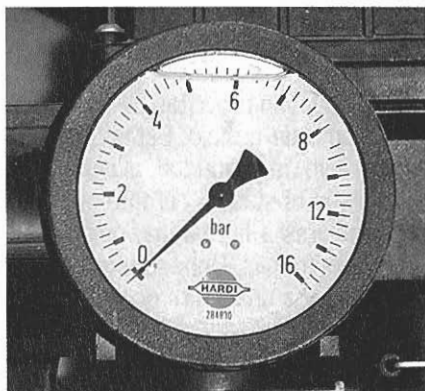


Figura 11. Manómetro

### 3.1.7. GRIFERÍA O DISTRIBUIDOR.

Se denomina grifería al conjunto de válvulas que permiten abrir y cerrar el paso hacia las boquillas. En la grifería se incluye el manómetro y el sistema de regulación. Posee llaves para abrir o cerrar los distintos tramos de la barra, y, en ocasiones, para dar salida a pistolas manuales. Cuando ésta es autocompensante, las presiones permanecen constantes cuando se cierra algún tramo de la barra, mediante la apertura automática del retorno.

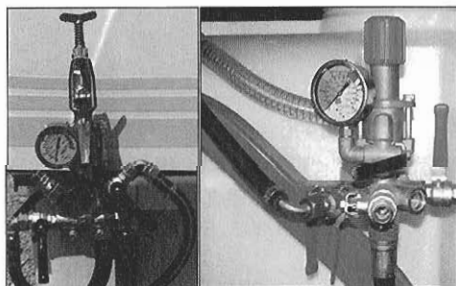


Figura 12. Distribuidores

2. Para pulverizadores de cultivos bajos, donde la presión de trabajo está en torno a los 3-4 bares, bastará con colocar un manómetro de 0-10 bares. Asimismo es importante que tengan un diámetro de al menos 63 mm, para una mejor lectura.



### 3.1.8. BARRA PORTABOQUILLAS.

Son estructuras metálicas, más o menos complejas, que soportan las boquillas y van provistas de unas articulaciones para su plegado en función de la anchura de trabajo. Estas articulaciones permiten su transporte y sirven de dispositivo de seguridad, al permitir que se desplace hacia atrás cuando choca con algún obstáculo durante el trabajo. Van suspendidas en el bastidor y perpendiculares a la marcha, por lo que permite tratar bandas de cultivos relativamente anchas. Debe mantener las boquillas equidistantes (33, 50 ó 66 centímetros) y a una altura constante, normalmente 50 ó 70 centímetros.

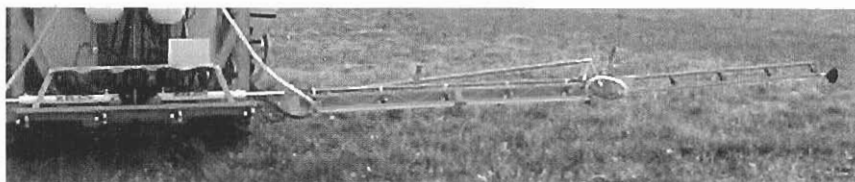


Figura 13. Barra

### 3.1.9. SISTEMA DE TUBERÍAS.

Formado por las conducciones y canalizaciones que harán llegar el caldo desde el depósito hasta las boquillas. Las conducciones deben ser de material resistente a la corrosión y a los depósitos de residuos y elementos extraños, además de permitir acoplar los portaboquillas de forma exacta, sin posibilidad de fugas.

### 3.1.10. BOQUILLAS.

Estas son las encargadas de pulverizar el caldo, transformándolo en pequeñas gotas y limitar el caudal en función de la presión de pulverización. Son distintos los tipos de boquillas empleadas según la aplicación a la que se destine el tratamiento fitosanitario. Así tenemos los siguientes:

#### Cuadro 3. Clasificación de boquillas

Tipos de boquillas	
	De hendidura (Chorro plano)
	De turbulencia (Chorro cónico)
	Deflectoras (De espejo o de choque)
	De tres orificios
	Otros tipos (terminales, de envés, extremas antideriva)

Debido a la importancia de este elemento, se desarrollará con más detenimiento más adelante.

### **3.1.12. VÁLVULA ANTIGOTEO.**

Esta es la encargada de que las boquillas no goteen cuando cesa la presión de la bomba, haciendo que las conducciones queden en carga.

## **3.2 REGULACIÓN DE PULVERIZADORES HIDRÁULICOS.**

La regulación de la maquinaria es de gran importancia para conseguir tratamientos eficientes y con una buena uniformidad. Conseguir una elevada eficiencia supone, entre otras cosas, utilizar únicamente la cantidad de producto necesaria, ahorrar tiempo en la operación, o limitar el tiempo de exposición de la persona encargada de la aplicación. Una buena uniformidad dependerá del estado del equipo y su puesta a punto. La regulación de la maquinaria incluye aspectos tan diversos como conocer el tipo de boquilla, presión de trabajo y el tamaño de la gota más indicado para cada tratamiento, determinar la dosificación correcta, realizar ensayos de uniformidad en el reparto de productos, o efectuar un correcto ajuste de la maquinaria de aplicación y al tractor.

La dosificación, por su parte, trata de determinar ciertos datos relativos a la operación de aplicación en campo, que están condicionados a la dosis a aplicar, velocidad del tractor, superficie a tratar, etc. Para realizar un buen calibrado de un pulverizador hidráulico, se aconsejan seguir los siguientes pasos:

- a) Calcular la velocidad real de trabajo. Se puede calcular de la siguiente forma.
  - Medir el tiempo que tarda en recorrer una distancia determinada (50 o 100 metros).
  - Medir la distancia que recorre en un tiempo determinado. (30 segundos o 1 minuto).
  
- b) Calcular el ancho de una pasada.

Para ello multiplicaremos el número de boquillas de la barra portaboquillas por el espacio entre boquillas.

c) Determinar el volumen de caldo a aplicar por hectárea.

Para calcularlo tenemos que tener en cuenta que la cantidad de caldo ha de ser la justa para combatir la enfermedad o plaga. Siempre se debe de aplicar por debajo del punto de goteo (que es la cantidad pulverizada hasta que empieza a escurrir por el ápice de las hojas). Para saber con exactitud la cantidad de caldo se procede de la siguiente forma.

**Cuadro 4. Volumen de caldo en punto de goteo (Litros/Ha).**

	Herbicida	Fungicida o Insecticida
Cultivos extensivos	150	200
Hortícolas y ornamentales	150	600
Viña y Frutales	150	400
Cítricos	150	1.000

d) Calcular el caudal (l/min) que se debe aplicar.

Para calcular el caudal (litros por minuto) que debe aplicar el pulverizador, conociendo la anchura de pasada, la velocidad del tractor y el volumen de caldo a aplicar, se utiliza la siguiente expresión:

$$Q(l/mn) = \frac{\text{Ancho}(m) * \text{Velocidad}(Km/h) * \text{Volumen Caldo}(l/ha)}{600}$$

e) Elegir la boquilla y calcular el caudal que aplicará cada una.

La elección de las boquillas se debe realizar teniendo en cuenta el producto y el caudal que se ha de aplicar. Una vez realizada la elección se calcula el caudal que aplica cada boquilla, con la siguiente expresión:

$$\text{Caudal de cada Boquilla} = \frac{\text{Caudal aplicado por la máquina } (l/m)}{\text{Nº de Boquillas}}$$

**Cuadro 5. Caudal para diferentes velocidades y dosis de aplicación. Boquillas separadas 50 cm.**

Dosis del Tratamiento (litros/ha)	Caudal que debe salir por cada boquilla (litros/minuto)					
	Velocidad de trabajo en Km/hora					
	5	6	7	8	9	10
50	0.20	0.25	0.29	0.33	0.37	0.41
60	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
80	0.33	0.40	0.47	0.53	0.60	0.66
90	0.37	0.45	0.52	0.60	0.67	0.75
100	0.42	0.50	0.58	0.66	0.75	0.83
125	0.52	0.62	0.70	0.83	0.93	1.04
150	0.63	0.75	0.87	1.00	1.12	1.25
200	0.83	1.00	1.17	1.33	1.50	1.66
250	1.04	1.25	1.46	1.67	1.87	2.08
300	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50
350	1.46	1.75	2.04	2.33	2.62	2.91
400	1.67	2.00	2.33	2.67	3.00	3.33
450	1.88	2.25	2.62	3.00	3.37	3.75
500	2.08	2.50	2.92	3.33	3.75	4.16
550	2.29	2.75	3.21	3.67	4.12	4.58
600	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
650	2.71	3.25	3.79	4.33	4.87	5.41
700	2.92	3.50	4.08	4.67	5.25	5.83
750	3.12	3.75	4.37	5.00	5.62	6.25
800	3.33	4.00	4.66	5.33	6.00	6.66
850	3.54	4.25	4.95	5.66	6.37	7.08
900	3.75	4.5	5.25	6.00	6.75	7.50

f) Ajustar la altura de la barra portaboquillas.

La altura de la barra portaboquillas, junto con una correcta elección de las boquillas, es fundamental para que el reparto del producto sea uniforme y todo el cultivo reciba la misma cantidad de caldo. La altura adecuada siempre estará entre un límite máximo y mínimo, que no debe sobrepasarse, y dependerá de la separación entre boquillas, tipo elegido y ángulo de pulverización.

**Cuadro 6. Altura adecuada para distintos tipos de boquillas.**

Tipo de boquilla	Ángulo del chorro (°)	Separación (m)	Altura recomendada (m)
Turbulencia	80	0.5	0.75 – 0.90
Hendidura	80	0.33	0.70
Hendidura	110	0.5	0.50
Deflectoras	160	1	Mayor de 0.20
Tres orificios	-	0.75	0.70

- g) Comprobar que el caudal que sale por las boquillas coincide con el calculado. Para ello se sitúa un recipiente graduado bajo las boquillas durante 1 minuto y se mide el volumen que cada una de ellas suministra. Si no coinciden se puede actuar tanto sobre la presión del trabajo de las boquillas como sobre la velocidad del tractor.

### 3.3 OTROS FACTORES A TENER EN CUENTA.

#### 3.3.1.DOSIFICACIÓN.

Calcular la cantidad de producto a añadir. Para ello debemos conocer los siguientes datos:

- La dosis recomendada, que debe aparecer en la etiqueta del producto fitosanitario.
- El volumen del depósito (en litros).

#### 3.3.2. MARCADO DE PASADAS.

Para una correcta distribución del producto sobre la parcela es necesario marcar los sitios por donde ha de ir el tractor para que no se produzcan solapamientos (sobredosis en el solape), ni se queden zonas sin tratar. Los métodos frecuentes de marcado son:

- Colocando señales en los bordes, que deben ser visibles desde el otro extremo de la misma. La primera señal se coloca a una distancia del borde igual a la mitad de la anchura de tratamiento, las demás se colocan a una distancia de la anterior igual a la anchura de trata-

miento. En el otro extremo de la parcela se hace lo mismo, empezando desde el mismo borde que antes.

- b) Otro método es incorporar al pulverizador un marcador de espuma con una salida en cada uno de los extremos de la barra portaboquillas. El detergente que se utilice debe producir una espuma espesa y consistente, cuya concentración en el agua es normalmente del 2 al 3 % en volumen.

### **3.3.3. UNIFORMIDAD EN LA APLICACIÓN DEL PRODUCTO.**

Una vez realizada la elección de todos los elementos que intervienen en un tratamiento, es muy importante determinar si todas las boquillas expulsan la misma cantidad de caudal. Si todas son nuevas y trabajan a la misma presión se ha de suponer que suministren caudales similares; si están viejas y desgastadas o se obstruyen constantemente, deben comprobarse con cierta frecuencia. Para ello se realiza el siguiente ensayo:

- a) Llenamos el depósito con agua.
- b) Conectamos la toma de fuerza del tractor a 540 ó 1000 r.p.m y seleccionamos la presión de trabajo recomendada.
- c) Colocamos un recipiente graduado bajo cada una de las boquillas durante un tiempo de 1 minuto, y medimos el volumen que cada una de ellas ha llenado, anotándolo. Comprobamos si el volumen de cada boquilla es mayor o menor en un 10 % del indicado por el fabricante, en cuyo caso deberá sustituirse.

## **4. EL PULVERIZADOR HIDRONEUMÁTICO**

Son más conocidos como atomizadores y generan una nube de finas gotas que se asemeja a una llovizna. Para el transporte de las gotas desde la máquina hasta el interior del vegetal, se utiliza una corriente de aire producida por un ventilador que proporciona gran caudal a baja velocidad. Este tipo de pulverizador es el más utilizado en las plantaciones arbóreas, especialmente olivar y frutales, porque se produce un adecuado recubrimiento de toda la masa foliar.

## 4.1. ELEMENTOS DEL PULVERIZADOR HIDRONEUMÁTICO.

Básicamente en estos pulverizadores se distinguen dos partes bien diferenciadas y que han de complementarse para lograr una buena aplicación. Por un lado tenemos el circuito de producción de aire y por el otro, el circuito de líquido.

### 4.1.1. ELEMENTOS DEL CIRCUITO DE PRODUCCIÓN DE AIRE.

**Hélice:** Posee entre 8 y 16 palas con diámetros comprendidos entre 50 y 80 cm.



Figura 14. Atomizador

**Envolvente:** Coraza de chapa que recubre el ventilador. Tiene un orificio de entrada de grandes dimensiones para la aspiración y otra de salida, para impulsarlo hacia las boquillas.

**Deflector:** Es la zona contra la que choca la corriente del ventilador. Canaliza la salida de aire uniformemente y lo dirige hacia el lugar donde se desea realizar el tratamiento. En algunos casos la salida de aire se realiza por toberas independientes con diámetros variables según el volumen de aire que se quiera enviar.

**Rejilla protectora:** Situada en la entrada del ventilador debe evitar la entrada de objetos que puedan dañar las aspas.

**Multiplicador:** Las 540 r.p.m. que proporciona el tractor son insuficientes para que el ventilador suministre el volumen de aire deseado. Incorporando un multiplicador (juego de poleas o engranajes de diferente diámetro) se cambia la relación de transmisión y se consigue que gire a 1500 y 3000 r.p.m.

#### 4.1.2. ELEMENTOS QUE COMPONEN EL CIRCUITO DE LÍQUIDO.

**Boquillas:** Las que más se emplean en los atomizadores son las de turbulencia de cono hueco, ya que se adaptan mejor que las restantes a las necesidades de pulverización de estas máquinas.

Además de éstos nos encontramos elementos similares que en pulverizadores hidráulicos, como son: sistema de filtrado, bomba de alta presión y la grifería.

#### 4.2. REGULACIÓN DEL PULVERIZADOR HIDRONEUMÁTICO.

Para el cálculo de la velocidad del tractor y la dosis a aplicar se hace de manera similar a la empleada para los pulverizadores hidráulicos. Aquí nos encontramos con el problema de determinar con exactitud la anchura real de trabajo, ya que varía según las condiciones de viento o la separación entre la máquina y el cultivo.

Para el tratamiento de árboles, es muy común que la cantidad de líquido este condicionada por el volumen de copa. Esto supone que para conocer la cantidad de líquido a aplicar por hectárea, sea necesario calcular el volumen total de los árboles que hay en una hectárea mediante la siguiente expresión:

$$\text{Volumen de vegetación (m}^3\text{/ha)} = \frac{\text{Altura del árbol (m)} * \text{Ancho de copa (m)} * 10.000}{\text{Distancia entre filas (m)}}$$

La medición del ancho de copa se realizará de acuerdo con la Figura 15. y una vez determinado el volumen de copa de los árboles por hectárea, sabiendo el volumen de líquido a aplicar y la dosis recomendada, se podrá determinar la cantidad de producto a aplicar por hectárea:

$$\text{Cantidad de Producto (Kg/ha)} = \frac{\text{Volumen de Vegetación (m}^3\text{/ha)} * \text{Volumen (l/m}^3\text{)} * \text{Dosis (Kg/l)}}{1.000}$$



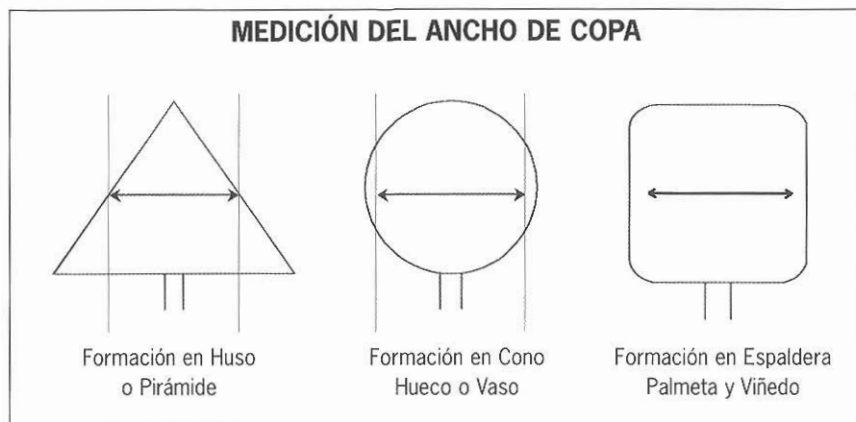


Figura 15. Medición del ancho de copa

## 5. EL PULVERIZADOR CENTRÍFUGO

Los pulverizadores centrífugos son máquinas que producen gotas de tamaño pequeño y uniforme gracias a un disco dentado que gira a gran velocidad. El líquido entra por el centro del disco y sale pulverizado por la periferia debido a la fuerza centrífuga.

El pequeño tamaño de las gotas generadas, unido a una buena uniformidad, permiten realizar tratamientos con dosis muy bajas, ahorrando producto, agua y tiempo, al reducirse los tiempos muertos empleados en la carga del depósito. Con estos tratamientos llamados de ultrabajo volumen se logran buenos repartos al favorecer la penetración del producto en todo el cultivo.

Existen pulverizadores centrífugos manuales con un depósito de pequeña capacidad (2,5 litros) accionados por un motor eléctrico con una anchura de trabajo aproximada de 1,2 metros. A su vez existen máquinas de tracción mecánica y de mayor tamaño que permiten trabajar grandes extensiones en muy poco tiempo, en las que se disponen varios cabezales a una distancia que suele ser de 1,25 metros, y la altura de la barra portacabezales debe situarse a unos 50 cm sobre el cultivo para insecticidas y fungicidas, y a unos 25 cm para herbicidas.

**Cuadro 7. Dosis de tratamiento y tamaño de gotas según la velocidad del disco**

Velocidad del disco (r.p.m.)	Tamaño de gotas (micras)	Dosis (l/ha)
2.000	250	30
3.500	160	12 - 25
5.000	70 - 100	4 - 5

## 6. ESPOLVOREADORES

Se utilizan para la distribución de productos sólidos pulverulentos, y serán manuales o de mochila para realizar tratamientos en superficies reducidas y de tracción mecánica para tratamientos de superficies mayores. Los equipos accionados por el tractor son capaces de suministrar grandes volúmenes de aire con lo que se consiguen anchuras de trabajo de hasta 40 metros, siendo difícil determinar la anchura de trabajo real. Esta deberá ser medida mediante un ensayo en el que podrá apreciarse la distancia alcanzada por la nube de polvo.

Siempre se procurará no realizar tratamientos cuando haya viento, salvo que se trate de una leve brisa. En cualquier caso nunca se orientará la salida de polvo contra el viento dominante ya que la anchura de trabajo se verá reducida notablemente.

Los elementos de un espolvoreador son:

**Bastidor.** Armazón o pieza metálica que sustenta todos los componentes de la máquina y va unida al tractor mediante el enganche a los tres puntos.

**Eje de accionamiento.** Une la toma de fuerza del tractor con la máquina.

**Multiplicador de revoluciones.** Consigue aumentar la velocidad de giro del ventilador con respecto a la toma de fuerza.

**Ventilador.** Encargado de proporcionar una corriente de aire a gran velocidad.

**Envolvente.** Rodea al ventilador y canaliza la corriente de aire producida.

**Agitador.** Situado en el interior del depósito para remover el polvo y evitar su apelmazamiento.

**Palanca reguladora.** Usada para actuar sobre los ajustes de dosificación.

**Depósito.** En el que se almacena el producto.

## 7. BOQUILLAS

Como se ha mencionado anteriormente, la boquilla es el elemento encargado de romper la vena líquida que circula por las conducciones de la máquina transformándola en finas gotas. Estas se habrán de adaptar a las distintas aplicaciones a las que se destinen y para ello se dispone de distintos tipos de boquillas.

### 7.1. TIPOS DE BOQUILLAS.

#### 7.1.1. BOQUILLAS DE HENDIDURA (CHORRO PLANO).

Este tipo de boquilla posee un orificio de salida alargado en forma de hendidura, originando un chorro cónico aunque muy aplastado, con un ángulo entre 60 y 120°. Las gotas originadas son de tamaño medio (para presiones entre 2 y 4 bares). Si la presión aumenta también lo hace el caudal, el ángulo de chorro y el aplastamiento, pero el tamaño de gota no se modifica. *Debido a su buena uniformidad de aplicación se recomienda para tratamientos con herbicidas, insecticidas y fungicidas.*

#### Cuadro 8. Recomendaciones de uso de boquillas hendidura.

Angulo de abertura	Distancia entre boquillas	Altura desde el suelo
110°	50 cm	50 cm
80°	33 cm	50 cm o mayor

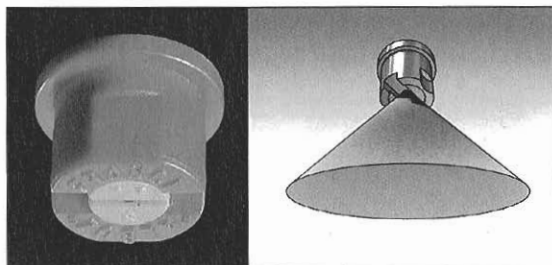


Figura 16. Boquillas de Hendidura (chorro plano)

### 7.1.2. BOQUILLAS DE TURBULENCIA (CHORRO CÓNICO).

Incorporan un difusor que produce un chorro de forma cónica. Para que los chorros proyectados no se solapen, la altura correcta sobre el suelo debe ser de 50 a 70 cm. Trabajan a presiones entre 2,5 y 15 bares, pero el intervalo normal para su uso en pulverizadores hidráulicos es entre 3 y 5 bares. Un incremento en la presión produce un tamaño de gotas mucho más finas, pero no más caudal.

Debido a la finura de gota que genera se recomienda para tratamientos que pretendan una gran penetración del producto o cubiertas vegetales muy densas, sobre todo para tratamientos insecticidas y fungicidas.

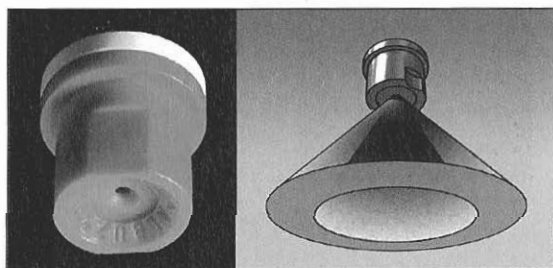


Figura 17. Boquillas de Turbulencia (chorro cónico)

### 7.1.3. BOQUILLAS DEFLECTORAS (DE ESPEJO O DE CHOQUE).

Llevan una superficie inclinada (espejo) frente al orificio de salida que provoca la pulverización del líquido en gran anchura, consiguiéndose ángulos de hasta 160°, con una distribución bastante uniforme. Las presiones de trabajo oscilan entre 0,5 y 2 bares y las gotas generadas son gruesas, por

lo que se recomiendan para tratamientos herbicidas sobre suelo desnudo. La distancia recomendada entre boquillas es de 1 metro.

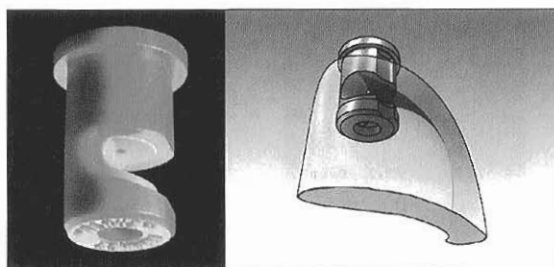


Figura 18. Boquillas Deflectoras (de espejo o choque)

#### 7.1.4. BOQUILLAS DE TRES ORIFICIOS.

El líquido sale en tres chorros idénticos formados generalmente por gotas de tamaño grueso entre 0,5 y 2 mm y presiones entre 1 y 3 bares. La distribución que se consigue es relativamente buena, no existe riesgo de obstrucción. Se recomienda para tratamientos fertilizantes.

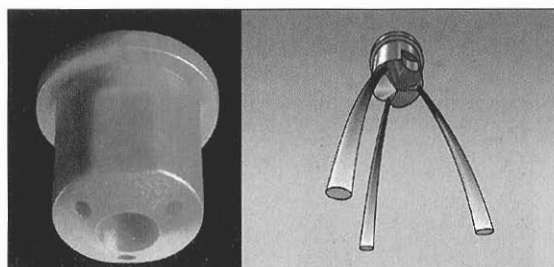


Figura 19. Boquillas de tres orificios

#### 7.1.5. BOQUILLAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA DERIVA.

Con este tipo de boquillas se consigue disminuir la deriva aumentando el tamaño de las gotas. El aumento de tamaño de las gotas se produce al mezclarse con el aire, que actúa como un relleno de forma que al llegar a su objetivo estas grandes gotas explotan y se convierten en pequeñas gotas aumentando considerablemente la cobertura y la eficacia de las aplicaciones.

Se pueden emplear para todo tipo de tratamientos a presiones entre 3 y 7 bares y una altura mínima de 40 cm.

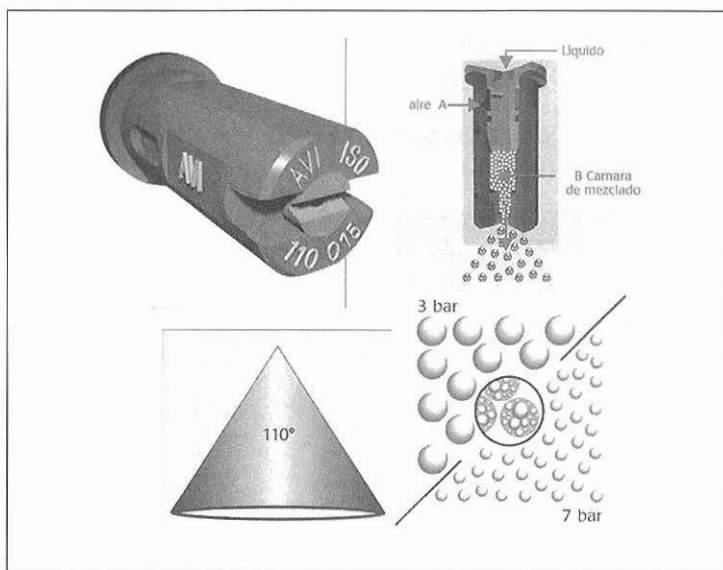


Figura 20. Boquillas antideriva

### 7.1.6. OTROS TIPOS DE BOQUILLAS.

#### **Boquillas terminales.**

Acopladas al extremo de la barra para pulverizar al pie de los árboles.

#### **Boquillas de envés.**

Para conseguir mojar la parte del envés de las hojas.

**Boquillas externas grandes.** Para aumentar la distancia de aplicación.

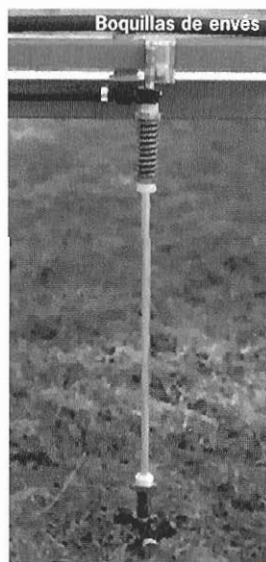
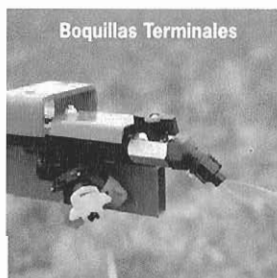


Figura 21. Otros tipos de boquillas

## 7.2. CRITERIOS DE ELECCIÓN DEL TIPO DE BOQUILLA SEGÚN SU APLICACIÓN.

La selección de boquillas se realiza atendiendo al tipo de producto a utilizar y el tamaño de la gota generado.

**Cuadro 9. Selección de boquillas atendiendo al producto y tamaño medio de gotas.**

Producto	Tipo pulverización	Boquilla a utilizar
Herbicida (antes y después de germinación)	Gota media o gruesa	Hendidura o chorro plano
Herbicida (localizado entre líneas)	Gota gruesa o muy gruesa	Deflectora o de espejo
Insecticida	Gota fina	Hendidura o chorro plano Turbulencia o chorro cónico
Fungicida	Gota fina y buena cobertura de planta	Turbulencia o chorro cónico

Es aconsejable seguir las recomendaciones de los fabricantes, que deben proporcionar las tablas de calibración que permitan conocer el tamaño más recomendable de boquilla a utilizar así como la presión de trabajo para un correcto tratamiento, conociendo básicamente la velocidad de trabajo y la dosis por hectárea.

Litros por hectárea	BOQUILLAS APG 110 - APG 80 - SEPARACIÓN 0,50 M																																														
	VELOCIDAD EN KM/H						6						7						8						9						10						11						12				
50	1,0	2,0					1,4	2,8					1,8	3,6					1,2	2,3	4,6				1,5	2,9	5,7				1,8	3,5	6,7				1,0	2,1	4,2	8,2							
75	1,2	2,3	4,6				1,7	3,2	6,2				1,0	2,0	4,2	8,2			1,3	2,6	5,3				1,6	3,2	6,5				2,0	3,9	7,9				1,2	2,3	4,6	9,4							
100	1,0	2,1	4,2	8,2			1,4	2,8	5,7				1,8	3,6	7,4			1,2	2,3	4,6	9,4			1,4	2,9	5,7				1,7	3,5	7,0				1,0	2,1	4,1	8,2								
125	1,6	3,2	6,5				1,1	2,2	4,3	8,9			1,4	2,9	5,7			1,9	3,8	7,2				2,2	4,5	8,8				1,3	2,7	5,4				1,6	3,2	6,5									
150	1,2	2,3	4,7	9,4			1,6	3,2	6,3				1,0	2,1	4,1	8,2			1,3	2,6	5,2				1,6	3,2	6,5				1,9	3,9	7,8				1,1	2,3	4,6	9,3							
175	1,6	3,2	6,2				1,1	2,1	4,3	8,5			1,4	2,8	5,6			1,8	3,5	7,1				2,2	4,4	8,8				1,3	2,6	5,3				1,6	3,1	6,3									
200	1,0	2,1	4,1	8,2			1,4	2,8	5,6				1,8	3,6	7,3			1,1	2,3	4,6	9,2			1,4	2,8	5,7				1,7	3,4	6,9				1,0	2,0	4,1	8,2								
250	1,6	3,2	6,5				1,1	2,2	4,4	8,8			1,4	2,8	5,7			1,8	3,6	7,7				2,2	4,4	8,9				1,3	2,7	5,4				1,6	3,2	6,4									
300	1,1	2,3	4,6	9,3			1,6	3,1	6,3				1,0	2,0	4,1	8,2			1,3	2,6	5,2				1,6	3,2	6,4				1,9	3,9	7,7				1,2	2,3	4,6	9,2							
350	1,6	3,1	6,3				1,1	2,1	4,3	8,5			1,4	2,8	5,6			1,8	3,5	7,0				2,2	4,3	8,7				1,3	2,6	5,2				1,6	3,1	6,2									
400	1,0	2,0	4,1	8,2			1,4	2,8	5,6				1,8	3,6	7,3			1,2	2,3	4,6	9,2			1,4	2,8	5,7				1,7	3,4	6,9				1,0	2,0	4,1	8,2								
450	1,3	2,6	5,2				1,8	3,5	7,0				1,2	2,3	4,6	9,2			1,5	2,9	5,8				1,8	3,6	7,2				1,1	2,2	4,3	8,7			1,3	2,6	5,2								
500	1,6	3,2	6,4				1,1	2,2	4,3	8,7			1,4	2,8	5,7			1,8	3,6	7,2				2,1	4,4	8,9				1,3	2,7	5,4				1,6	3,2	6,4									
550	1,9	3,9	7,7				1,3	2,6	5,2				1,7	3,4	6,9			1,1	2,2	4,3	8,7			1,3	2,7	5,4				1,6	3,3	6,5				1,9	3,9	7,7									
600	1,2	2,3	4,6	9,2			1,6	3,1	6,2				1,0	2,0	4,1	8,2			1,3	2,6	5,2				1,6	3,2	6,4				1,9	3,9	7,7				1,1	2,3	4,6	9,2							
800	1,0	2,0	4,1	8,2			1,4	2,8	5,6				1,8	3,6	7,3			1,1	2,3	4,6	9,2			1,4	2,8	5,7				1,7	3,4	6,9				1,0	2,0	4,1	8,2								
1000	1,6	3,2	6,4				1,1	2,2	4,4	8,7			1,4	2,8	5,7			1,8	3,6	7,2				2,2	4,4	8,9				1,3	2,7	5,3				1,6	3,2	6,3									

Figura 22. Tabla para calibración de boquillas

### 7.3. INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE LA GOTA EN LA APLICACIÓN DEL PRODUCTO.

El tamaño de la gota y su reparto tiene una gran repercusión sobre la eficacia del tratamiento. Si la distribución de un plaguicida se realiza generando gotas de tamaño grueso o muy grueso, la superficie de las plantas no quedará completamente recubierta sino que quedarán espacios sin tratar entre impactos reduciéndose su eficacia. Además el exceso de producto escurrirá al suelo contaminándolo y ocasionando un importante gasto. En la figura 23 se observa como, aplicando la misma cantidad de producto, el grado de recubrimiento varía con el tamaño de la gota.

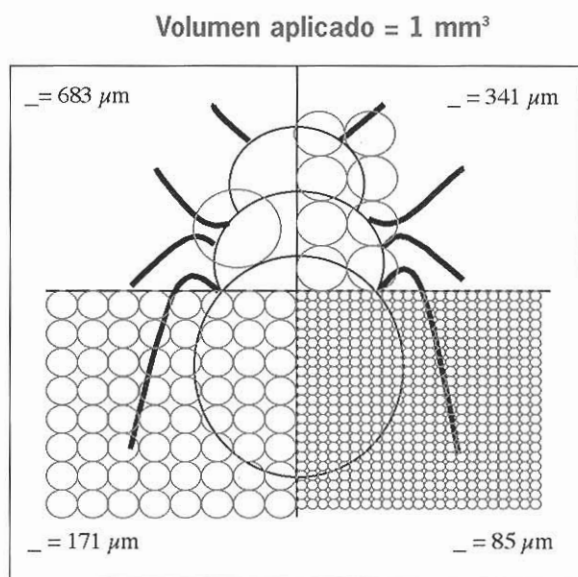


Figura 23. Recubrimiento

Por el contrario si la misma cantidad de producto se distribuye produciendo gotas finas la cobertura será mayor y se evitará el vertido al suelo y contaminación del mismo. No obstante cuando el porcentaje de gota fina es alto, aumenta el riesgo de evaporación, sobre todo cuando la temperatura ambiental es alta, y deriva, al ser arrastradas por el viento. Las consecuencias de la evaporación y deriva son la aplicación de dosis insuficientes con el riesgo de aparición de resistencia, y producir daños en los cultivos colindantes.



El tamaño de las gotas generadas depende de tipo de boquilla utilizada, del ángulo de incidencia y de la presión de la pulverización. Así, si se disminuye el tamaño del orificio de salida y se aumenta la presión de la pulverización la gota producida es más pequeña, y si el producto se aplica en forma de abanico de gran ángulo, también disminuye el tamaño medio de las gotas.

En función del tipo de producto a emplear se recomiendan distintos tamaños de gota para conseguir la máxima eficiencia en su utilización. En la figura 24 se establecen los intervalos de tamaños de gotas recomendados para la aplicación de diferentes productos fitosanitarios.

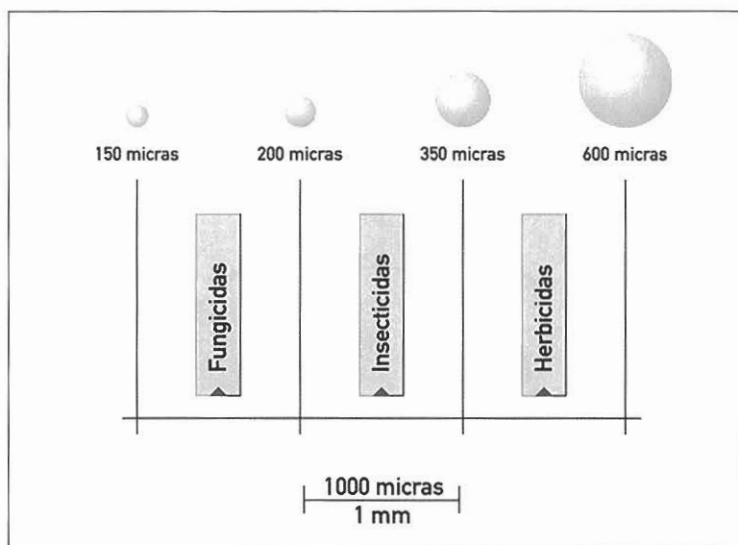


Figura 24. Intervalos del tamaño de gota recomendados según el producto a utilizar.

## 8. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS EQUIPOS DE APLICACIÓN

### 8.1. EQUIPOS MANUALES.

**Cuadro 10. Ventajas e inconvenientes de los equipos manuales**

Ventajas	Inconvenientes
Bajo precio de adquisición. Acceso a lugares dificultosos. Control directo por el usuario.	Gran exigencia de mano de obra. Distribución desigual de la pulverización (infra y sobre dosificación local). Riesgo de contaminación en el usuario.

### 8.2. PULVERIZADORES HIDRÁULICOS.

**Cuadro 11. Ventajas e inconvenientes de los pulverizadores hidráulicos**

Ventajas	Inconvenientes
Requieren poca potencia.	La máquina debe estar próxima al cultivo. Si las gotas deben desplazarse hacia arriba necesitan gran tamaño y alta presión. Las gotas chocan sobre la superficie del cultivo penetrando poco en su interior.

### 8.3. PULVERIZADORES HIDRONEUMÁTICOS.

**Cuadro 12. Ventajas e inconvenientes de los pulverizadores hidro-neumáticos**

8.3.1 Ventajas	Inconvenientes
<p>La masa de aire cargada de gotas puede penetrar fácilmente en toda la masa de cultivo.                      Mínima evaporación, ya que las gotas son transportadas por una masa de aire húmedo.                      Buena penetración en toda la masa foliar del cultivo.                      Las gotas alcanzan mayores distancias.</p>	<p>Se requiere mucha potencia.                      La corriente de aire puede producir daños de defoliación del cultivo en las proximidades a la salida del pulverizador.                      Pueden encontrarse problemas de adherencia a la superficie de la planta por la corriente de aire.</p>

## 9. ALTERACIONES MAS FRECUENTES EN LOS EQUIPOS DE PULVERIZACIÓN

El siguiente esquema relaciona los elementos de los pulverizadores y las alteraciones más frecuentes que sufren, con las posibles incidencias en el tratamiento realizado, así como los efectos sobre el medio sobre el que se actúa.

**Cuadro 13. Alteraciones en los equipos, incidencias y efectos**

ELEMENTOS	ALTERACIONES	INCIDENCIAS	EFECTO
DEPÓSITO	Material inadecuado Tapón y colador defectuoso Sin indicador de nivel	Vertido de caldo	Residuos tóxicos en plantas
AGITADOR	Correas rotas Escaso volumen de retorno	Mezcla desequilibrada	Fitotoxicidad
FILTROS	Obstruidos Perforados		
GRIFOS	Pérdidas		

(Continúa página siguiente)

ELEMENTOS	ALTERACIONES	INCIDENCIAS	EFECTO
MANÓMETRO	Mediciones erróneas Estropeado Escala inadecuada	Infradosificación Sobredosificación	
BOMBA	Fuga de aceite y caldo Irregularidad en el flujo		Contaminación aguas y suelo
BOQUILLAS	Obstruidas Desgastadas Inadecuadas Distintas alturas Sin antigoteo	Falta de uniformidad	Pérdida de producto
CONDUCCIONES	Perforadas Obstruidas Conexiones defectuosas Diámetros y longitudes inadecuados		Aparición de resistencias
BRAZOS	Inestables Deformados		
VENTILADOR	Diferencias de la velocidad del aire a ambos lados de la máquina Irregularidad en el flujo del aire		Daño a la fauna útil
REGULADOR DE PRESION	Dificultad de regular la presión de trabajo		Inocuidad del tratamiento

## 10. INCIDENCIAS QUE PUEDEN SURGIR DURANTE EL TRATAMIENTO Y SUS SOLUCIONES

**Cuadro 14. Problema, causa probable y solución de incidencias en los tratamientos**

PROBLEMA	CAUSA PROBABLE	SOLUCION
El equipo no pulveriza cuando se pone en funcionamiento	Bomba en mal estado Salida de caldo taponada en el fondo del depósito Filtro de aspiración de la bomba obstruido	Repararla o cambiarla Desmontar el tubo de salida, limpiarlo y montarlo Desmontarlo, limpiarlo y volver a montar.

(Continúa página siguiente)

PROBLEMA	CAUSA PROBABLE	SOLUCION
La pulverización es irregular en la barra	Algunas boquillas o sus filtros están obstruidas Hay boquillas de distintos diámetros Boquillas desgastadas Boquillas de los extremos con caudal inferior al resto	Desmontarlas, limpiarlas y montarlas Comprobar todas las boquillas y ponerlas idénticas. Comprobar su caudal Comprobar la presión del extremo del tramo, sustituyendo la boquilla por un manómetro
El manómetro indica una subida de presión y el caudal de la boquilla disminuye	Los filtros de las boquillas están obstruidos El manómetro funciona mal	Desmontarlos, limpiarlos y montarlos Comprobar que al parar de pulverizar la presión vuelve a cero. Si eso no ocurre cambiar manómetro
El manómetro indica un descenso en la presión	El filtro de aspiración de la bomba está obstruido Las boquillas están gastadas La bomba está dañada o tiene una entrada de aire	Desmontarlo, limpiarlo y montarlo Cambiarlas por otras nuevas Reparar la bomba o sustituirla por otra nueva
El depósito contiene espuma espesa por encima del caldo	Agitación muy enérgica en el llenado Toma de aire en la aspiración durante el llenado La agitación funciona mal	No conectar la agitación hasta que el depósito tenga 1/3 de agua en su interior Prestar atención a la posición del tubo de aspiración de agua El conducto de retorno acaba por encima del nivel de caldo. Prolongarlo hasta el fondo
Espuma muy fina contenida en el caldo	Entrada de aire entre el depósito y la bomba o en la misma bomba El depósito se está quedando vacío	Localizar la entrada de aire y repararla o cambiar la bomba Rellenar el depósito
El manómetro indica, alternativamente, presión alta y baja, pulverizando a golpes	Amortiguadores de la bomba no inflados a la presión adecuada El circuito tiene una entrada de aire	Verificar la presión en los amortiguadores y ajustarla a la que indica el fabricante para presión de trabajo utilizada Revisar el circuito

## 11. CUIDADOS Y RECOMENDACIONES EN EL USO DE MAQUINARIA DE APLICACIÓN

- Engrasar las juntas cardan de la transmisión.
- Vigilar el nivel de aceite del cárter en las bombas de pistón o pistón-membrana.
- Limpiar el filtro principal de la tubería de aspiración de la bomba de partículas e impurezas que tenga el agua, de esta manera se facilitará la aspiración de la bomba y suministrará el mismo caudal requerido.
- El filtro autolimpiable se desmontará para limpieza e inspección de la malla, como mínimo 1 vez por campaña.
- Limpieza de los filtros de las boquillas antes de iniciar un tratamiento para evitar pérdidas de tiempo y deficiencias en la pulverización.
- Vigilar la presión del calderín en los equipos que dispongan de él, para evitar que:
  - La membrana se deteriore.
  - Las conducciones vibren.
  - Las boquillas pulvericen de forma inadecuada.
- Realizar una escrupulosa limpieza del pulverizador cuando se acabe cada tratamiento. Cuando se hayan utilizado para tratamientos con aceites, se limpiará agregando al agua detergente aclarando seguidamente con agua abundante. Si se utiliza herbicida hormonal, se utilizará una solución amoniacal al 20%, aclarando después con agua. Si son productos derivados del cobre se añadirá 1 litro de vinagre a 100 litros de agua y siempre aclarando con agua abundante.
- Al acabar los tratamientos y antes de llegar el invierno se debe procurar el vaciado total del pulverizador y muy especialmente del líquido contenido en el cuerpo de la bomba.
- Quitar la presión de la válvula reguladora para que su muelle de accionamiento quede en reposo.

- Proteger con pintura todas aquellas zonas que hayan sufrido roces o desgastes para evitar que se oxiden.
- Si nuestro equipo de tratamientos tiene una bomba de engranajes o de pistón, debe cuidarse que nunca funcione sin agua en vacío, ya que podría deteriorarse seriamente.

## 12. SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

### 12.1. RIESGOS PARA LA SALUD Y MEDIDAS PARA DISMINUIRLOS.

Aunque los trabajos al aire libre, tales como los realizados en las explotaciones agrícolas, puedan tener una apariencia sana, algunos de ellos, y en especial la aplicación de plaguicidas químicos, entrañan gran riesgo para la salud de todas aquellas personas relacionadas directa o indirectamente con ellos. Este riesgo de los plaguicidas químicos sobre la salud queda determinado de una parte por la naturaleza de la sustancia empleada (toxicidad), y de otra por el nivel de exposición en tiempo y forma. Se reducirá el riesgo en la medida en que se puedan reducir estos factores.

Las vías de entrada de una sustancia tóxica en el organismo pueden ser: **digestiva** (la menos frecuente, sobre todo por ingestión de alimentos sin la debida higiene), **cutánea** (por contacto directo de parte de piel con sustancias fácilmente solubles en lípidos) y **respiratoria** (a través del aire por la deriva de producto).

Para minimizar los efectos perjudiciales que la realización de estos trabajos tienen sobre la seguridad y salud de los trabajadores es preciso tomar ciertas medidas. Entre ellas se pueden citar:

- Emplear sustancias cuya presentación, formulación o envasado comporte el menor riesgo posible, conociendo en todo momento las características de las sustancias a aplicar: tipo de contaminante (partículas: polvo, nieblas, humos; gaseosos: gases y vapores), tamaño de las partículas, características físicas (presión de vapor), límites de exposición, concentración.

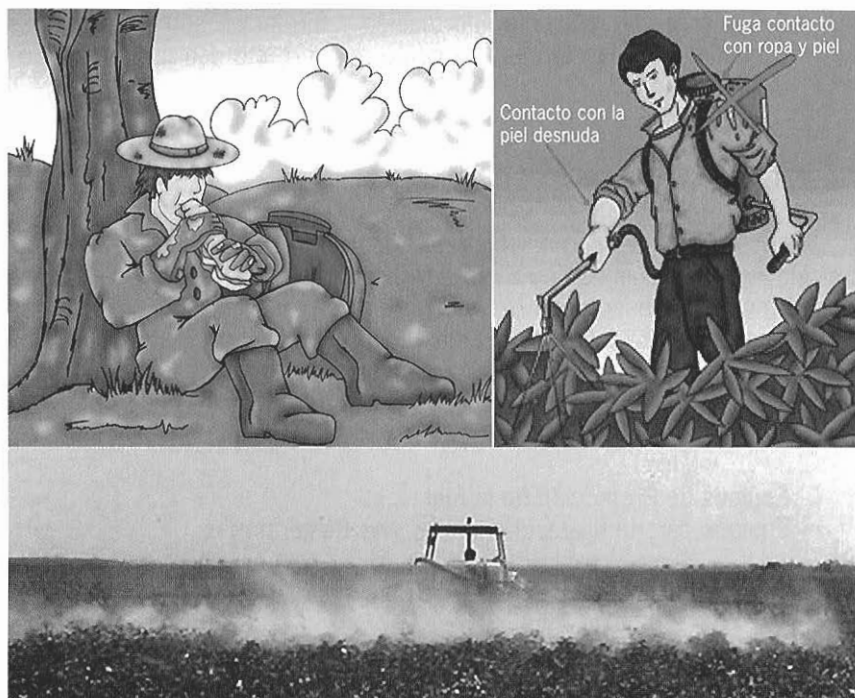


Figura 25. Vías de entrada al organismo de sustancias nocivas

- Utilizar equipos de protección adecuados, colectivos (cabinas) y personales (EPI, R.D. 773/97 de 30 de Mayo, Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual) que permitan aislar al trabajador, protegiendo las vías de entrada citadas anteriormente.
- Reducir el tiempo de exposición mediante la adecuación de los procedimientos de trabajo<sup>3</sup> y la maquinaria empleada, extremando la limpieza de máquinas e instalaciones, etc.

<sup>3</sup>. Una de las situaciones que mayor riesgo implica al aplicador, es la preparación del caldo, debido a que se maneja el plaguicida concentrado. Durante esta operación se puede producir contaminación por inhalación de vapores o por salpicaduras y derrames en cualquier parte del cuerpo.



- Disponer de la suficiente información y formación sobre los riesgos específicos de las tareas, así como del correcto uso de los equipos utilizados.

## **12.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN.**

Estos equipos tienen por objeto proteger al trabajador frente a agresiones externas, ya sean de tipo físico, químico o biológico, que existieran o se generaran en el desempeño de su actividad profesional. Siempre que sea posible, se deberán adoptar medidas de protección colectiva, siendo los equipos individuales una última barrera entre el hombre y el riesgo.

Los equipos de protección se pueden dividir en:

- Equipos de Protección de la Piel
- Equipos para la Protección de las Vías Respiratorias

### **12.2.1. EQUIPOS PARA LA PROTECCIÓN DE LA PIEL.**

La piel está considerada como la vía de exposición más importante, especialmente en ambientes abiertos. Los equipos están indicados para aislar la piel del trabajador de los compuestos químicos, y en ellos se engloban: los colectivos, como las cabinas, y los individuales como trajes, delantales, guantes, botas y gafas con visera.

#### **Protección del cuerpo.**

Debe protegerse con trajes que cubran principalmente los brazos y las piernas, que son las zonas con mayor riesgo de salpicaduras. Es importante que se ajusten al cuello, cintura, muñecas y tobillos, para impedir la entrada de plaguicidas por estas aberturas. A la hora de elegir el traje, hay que tener en cuenta la concentración del formulado y del caldo de tratamiento, la forma de aplicar dicho caldo, el tipo posible de contacto y la peligrosidad de entrada por vía cutánea.

#### **Protección de los pies.**

Se debe llevar calzado cerrado e impermeable, a ser posible botas altas de goma y no enguatadas por dentro, que lleguen hasta la pantorrilla y queden ajustadas por dentro de los pantalones del traje.

### Protección de las manos.

El material ha de ser impermeable, generalmente de goma de nitrilo, por su resistencia a ser atravesado. La selección se hará en función del riesgo durante la aplicación del producto. Los guantes han de quedar por debajo de la manga del traje.

Es muy importante lavarse las manos con agua y jabón después de quitarse los guantes.

#### 12.2.1.1. Protección de los ojos y cara.

Para evitar salpicaduras de líquidos, proyecciones de partículas de polvo o emanaciones de vapores o gases, conviene protegerse la cara y los ojos. Para ello existen en el mercado gafas de protección, viseras o pantallas. Estas últimas dan menos calor, no se empañan y protegen toda la cara. La ventilación puede ser directa mediante orificios, o indirecta, mediante válvulas.



Figura 26. Equipos de protección para la piel

## 12.1.2. EQUIPOS PARA LA PROTECCIÓN DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS

Para evitar la inhalación de sustancias tóxicas, ya sea en locales cerrados poco o mal ventilados, o en tratamientos de cultivos por el efecto de la deriva, es preciso utilizar equipos de protección respiratoria de manera que al trabajador le llegue un aire respirable libre de cualquier partícula o sustancia, presente en el ambiente de trabajo y que pueda suponer un riesgo para su seguridad y salud. Los equipos más usuales son los equipos dependientes del medio ambiente o purificadores de aire cuya misión es filtrar el aire contaminado. En situaciones excepcionales se emplean los equipos independientes del medio o suministradores de aire.

Entre los equipos dependientes del medio ambiente se pueden distinguir dos tipos.

- a) Presión positiva o motorizados: suministran un caudal de aire continuo.
- b) Presión negativa: el paso de aire se realiza a través de la propia respiración. Pueden ser medias máscaras o máscaras faciales.

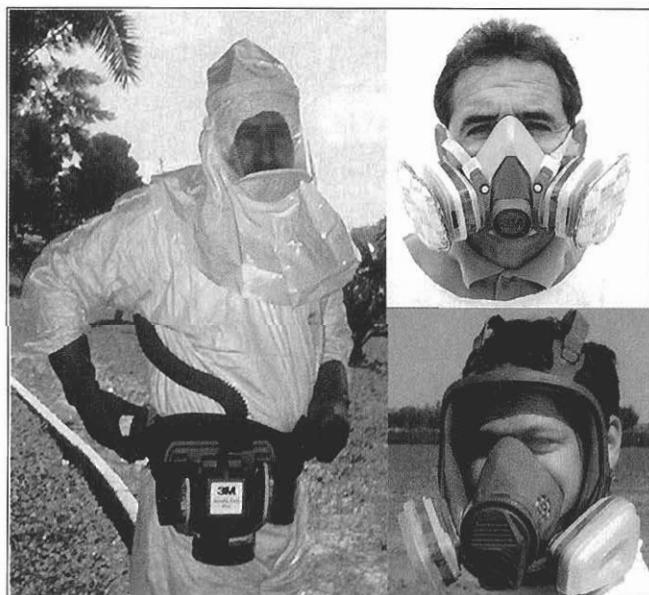


Figura 27. Equipos de protección respiratoria

### 12.2.1.2. Filtros.

Son los elementos más importantes del equipo protector de las vías respiratorias. Pueden ser mecánicos, químicos o mixtos:



Figura 28. Mascarilla autofiltrante para partículas

a) Filtros mecánicos: retienen partículas, que son atrapadas por mallas de fibras que forman un entramado. Estos filtros se identifican por el color blanco de la etiqueta y se nombran con la letra P, seguida de un número.. El prefijo "FF" implica que es autofiltrante, y si lleva "SL", indica que está recomendado para atrapar las gotitas generadas en una pulverización que contenga aceite.

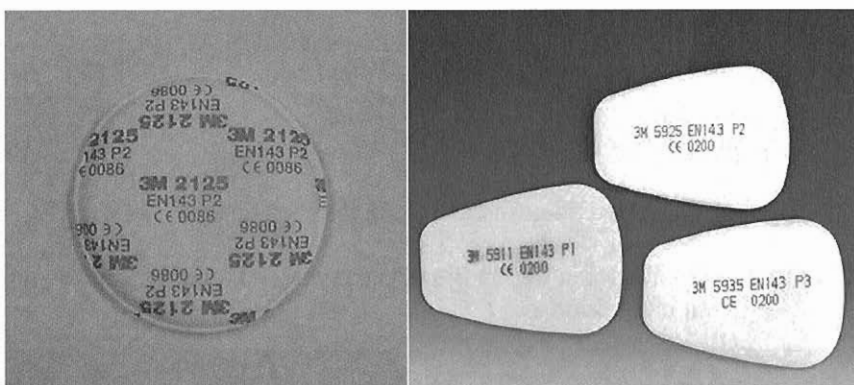


Figura 29. Filtros para partículas.

### Cuadro 15. Clasificación de los filtros para polvo según EN-143 y EN-140

Tipo	Poder de Retención
P1	Normal, para partículas sólidas
P2	Alta, para partículas sólidas y líquidas
P3	Máxima, para partículas sólidas y líquidas



Figura 30. Filtro químico

b) Filtros químicos: Retienen gases o vapores químicos en una capa de carbón activo. Se clasifican dependiendo de la clase de contaminante sobre el que actúen y la capacidad de adsorción que tengan, en tipos y clases, respectivamente. Se identifican con una letra y un color de la etiqueta.

**Cuadro 16. Clasificación de los filtros para sustancias químicas según el contaminante**

Tipo	Color	Contaminante
A	Marrón	Ciertos gases orgánicos y vapores procedentes de líquidos de punto de ebullición superior a 65 °C.
B	Gris	Ciertos gases y vapores inorgánicos (se excluye el monóxido de carbono)
E	Amarillo	Dióxido de azufre y otros gases y vapores ácidos
K	Verde	Amoniaco y sus derivados orgánicos

Según su capacidad de adsorción, la clasificación por clases es:

**Cuadro 17. Clasificación de los filtros para sustancias químicas según su capacidad**

12.2.1.2.1.1.1 Clase	Capacidad
1	Baja, hasta 1.000 ppm
2	Media, hasta 5.000 ppm
3	Alta, hasta 10.000 ppm



c) Filtros mixtos: tienen las características de los mecánicos (retienen partículas) y de los químicos (retienen gases o vapores).

Figura 31. Filtro mixto

### **12.1.2. SELECCIÓN DEL EQUIPO ADECUADO.**

Para seleccionar el equipo más adecuado, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Tipo de contaminante.
- Tamaño de partículas.
- Concentración del contaminante.
- Riesgos a afrontar.
- Características del equipo: prestaciones, peso, adaptador facial, etc...








## BIBLIOGRAFÍA

- Aplicación De Plaguicidas. Nivel cualificado. 2001. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- VIII Symposium de Sanidad Vegetal. 2003. Consejería de agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- Luis Márquez. 2003. Tratamientos sobre cultivos extensivos. Pulverizadores hidráulicos y sus componentes. Apuntes del VII Curso de Especialización "Aplicación de Productos Sanitarios y Minimización del Impacto ambiental". Lérida.
- Ortiz Cañavate, J. Y J.L. Hernanz. Técnicas de mecanización agraria. 1989. Mundi-Prensa. Madrid.
- Antonio Laguna Blanca. 1999. Maquinaria Agrícola. Centro de Publicaciones. Secretaria General Técnica. Ministerio de Agricultura y Pesca.
- UNE-EN 907:1997. Maquinaria Agrícola y Forestal. Pulverizadores y distribuidores de fertilizantes líquidos. Seguridad.
- UNE-EN 12761-1:2002. Maquinaria Agrícola y Forestal. Pulverizadores y distribuidores de fertilizantes líquidos. Protección medioambiental. Parte 1: Generalidades
- UNE-EN 12761-2:2002. Maquinaria Agrícola y Forestal. Pulverizadores y distribuidores de fertilizantes líquidos. Protección medioambiental. Parte 2: Pulverizadores para la protección de cultivos.
- UNE-EN 12761-3:2002. Maquinaria Agrícola y Forestal. Pulverizadores y distribuidores de fertilizantes líquidos. Protección medioambiental. Parte 3: Pulverizadores de aire comprimido para arbustos y arboricultura.
- EN 13790-1: 2003. Maquinaria Agrícola. Pulverizadores. Inspección de pulverizadores en uso. Parte 1: Pulverizadores para cultivos bajos.
- EN 13790-2: 2003. Maquinaria Agrícola. Pulverizadores. Inspección de pulverizadores en uso. Parte 2: Pulverizadores para cultivos arbóreos.







AGRICULTURA	
GANADERÍA	
PESCA Y ACUICULTURA	
POLÍTICA, ECONOMÍA Y SOCIOLOGÍA AGRARIA	
FORMACIÓN AGRARIA	
CONGRESOS Y JORNADAS	
R.A.E.A.	



JUNTA DE ANDALUCÍA

Consejería de Agricultura y Pesca