

Seguridad en el sector agroalimentario.

## TEMA 4: **Maquinaria de aplicación de productos fitosanitarios**



Coral Ortiz  
[cortiz@dmta.upv.es](mailto:cortiz@dmta.upv.es)

# Indice

- Realización correcta de los tratamientos
- Elementos de los pulverizadores
- Tipos de pulverizaciones
- Tipología de pulverizadores
- Producción Integrada
- Inspección de equipos

# Tratamiento correcto

- Conocimiento de la biología de la plaga
- Usar el producto adecuado
  - En el momento adecuado
  - Con el procedimiento más apropiado
    - Dosis apropiada
    - Maquinaria adecuada
    - Regulaciones apropiadas

# Volumen de tratamiento

Volumen	Cultivo bajo (l/ha)	Árboles frutales (l/ha)	Cítricos (l/ha)
Alto	> 600	> 1000	> 3000
Medio	200 – 600	400 – 1000	1000 – 3000
Bajo	50 – 200	200 – 400	500 – 1000
Muy bajo	5 – 50	50 – 200	< 500
Ultrabajo	< 5	< 50	-

# Tamaño de gota:

$\varnothing$ Diámetro ( $\mu\text{m}$ )	Clasificación
< 50	Aerosol
50 – 100	Niebla
100 – 200	Pulverización fina
200 – 400	Pulverización media
> 400	Pulverización gruesa

# Aspectos prácticos de la pulverización

- A igual volumen:

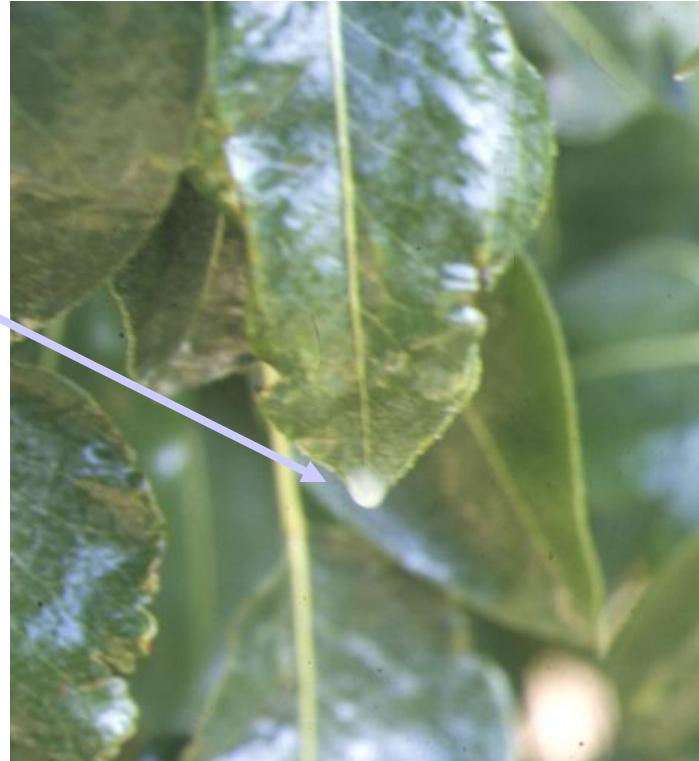
- GOTAS GRUESAS

- Espacios desprovistos de producto
- Escurrimiento al suelo
- Acumulación en el borde de las hojas
- Mayor riesgo por contacto

- GOTAS FINAS

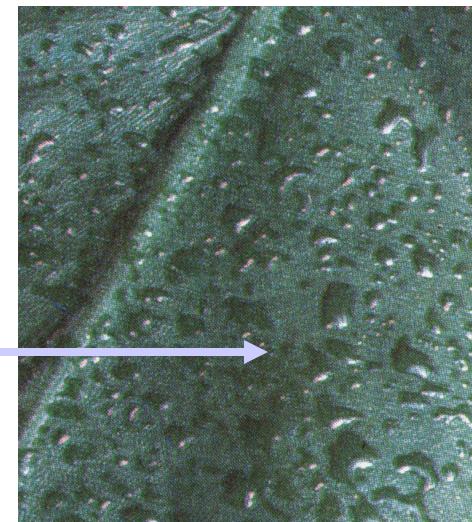
- Buena cobertura
- Daño a otros cultivos
- Deriva
- Mayor riesgo por inhalación

**El exceso de líquido aplicado produce pérdidas por goteo**



**Cubriendo**

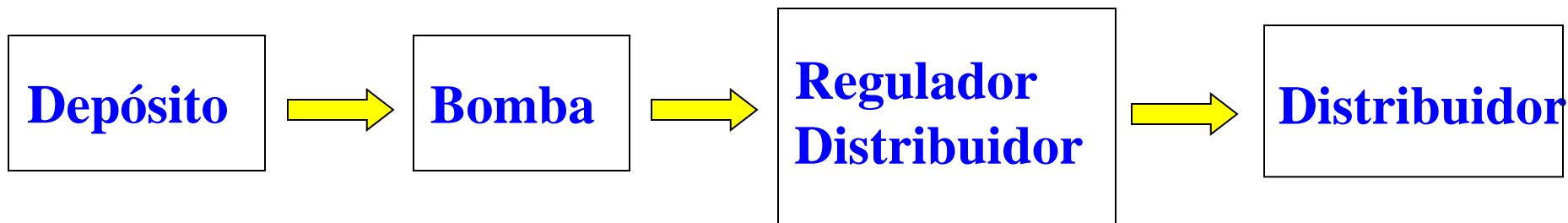
**Mojando**



# Generación de niebla



# Circuito básico de los pulverizadores



# DEPÓSITOS

- **A más depósitos, más seguridad**
- Posibles tipos:
  - Depósito de mezcla
  - Depósito de producto
  - Depósito de limpieza de la máquina
  - Depósito de agua limpia para el operario
- Material:
  - Poliéster reforzado con fibra de vidrio
  - Polietileno
  - Importante: pared interior lisa

# Equipo con 4 depósitos



# Agitadores en el Depósito

La agitación garantiza la homogeneidad del caldo

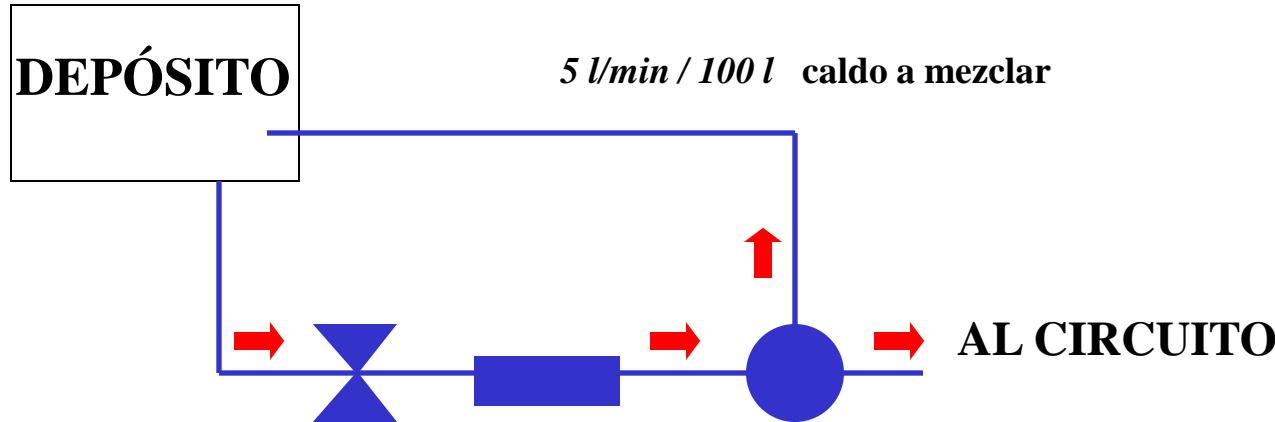
Si no es correcta:

- Inicialmente: caldo muy concentrado. **PELIGROSO**
- Al final: caldo muy diluido, inútil

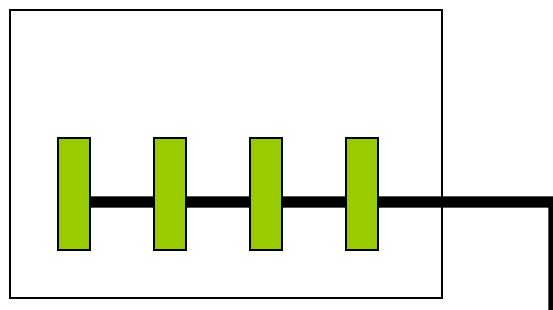
Tipos de agitadores:

- Agitador hidráulico:  
retorno de la bomba
- Agitadores mecánicos  
hélice o eje de paletas

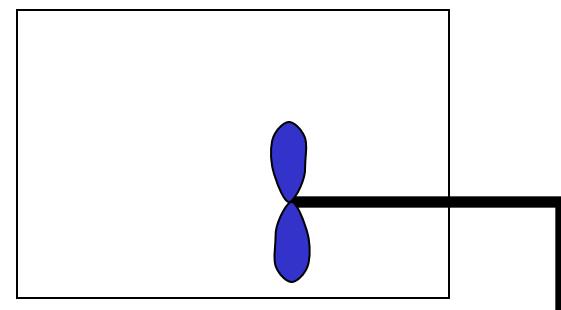
# Agitadores



## AGITADOR HIDRÁULICO



EJE DE PALETAS



HÉLICE

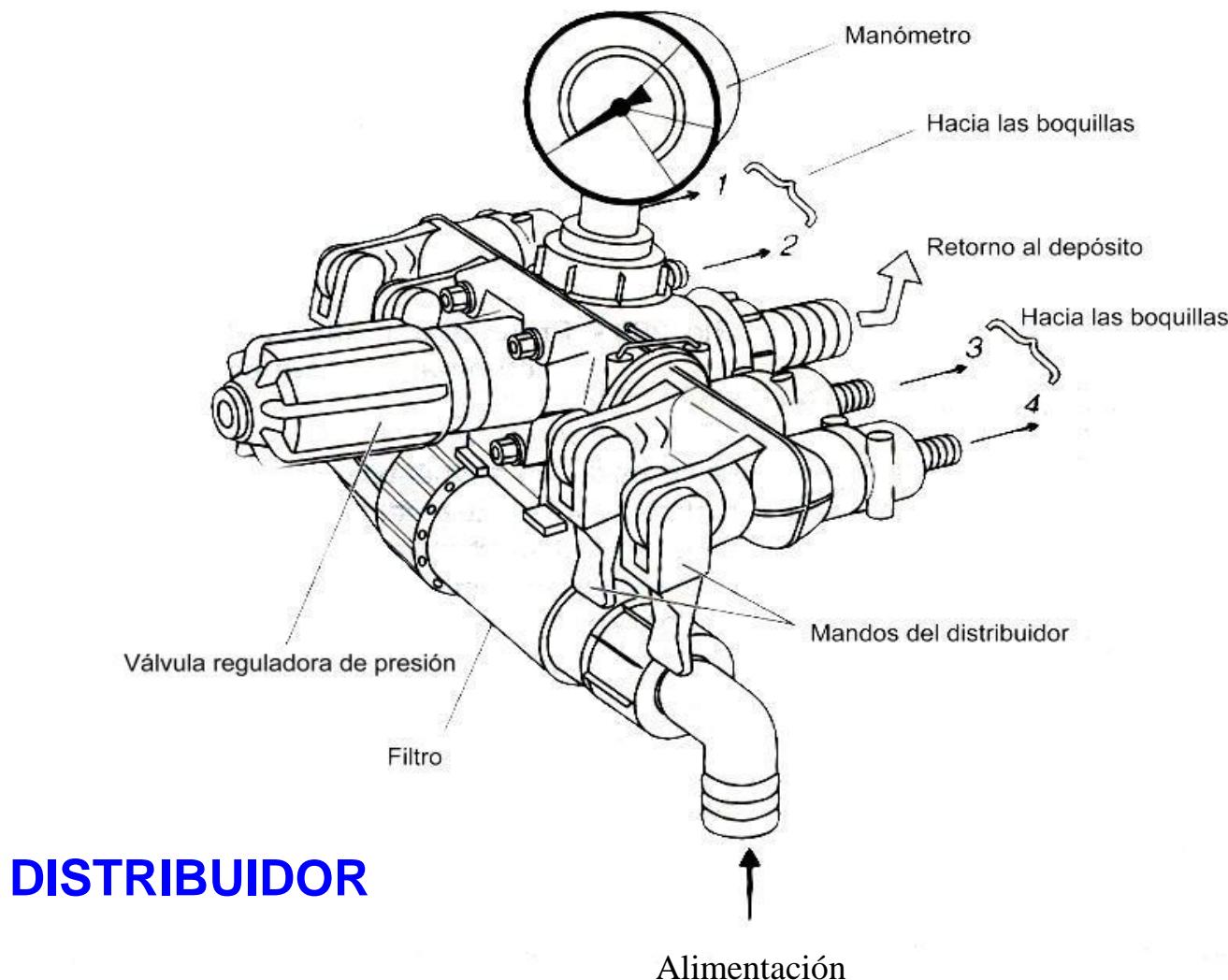
## AGITADOR MECÁNICO

# BOMBAS

- De pistones (Más presión)
- De membrana (menos presión)

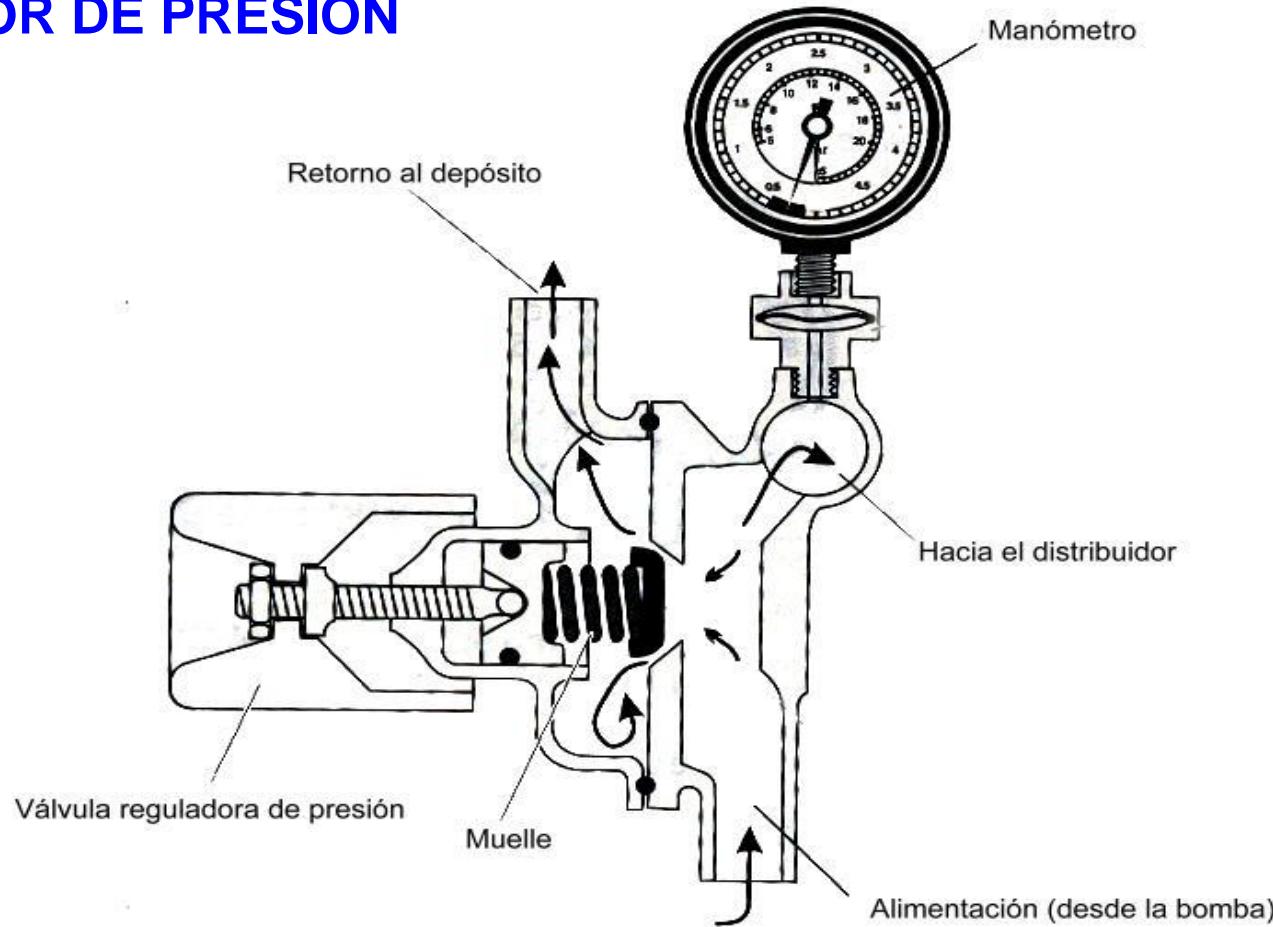
**MUY POCA IMPORTANCIA TÉCNICA Y EN PRL**

# DISTRIBUIDORES Y REGULADORES DE PRESIÓN



# DISTRIBUIDORES Y REGULADORES DE PRESIÓN

## REGULADOR DE PRESIÓN

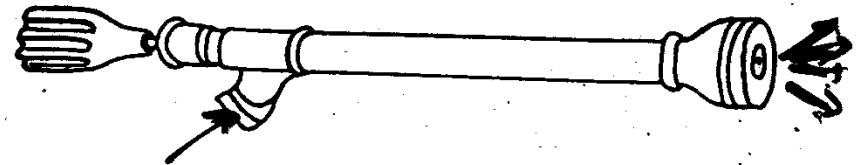


**Depende del equipo pero POR SEGURIDAD:  
Siempre Presión inferior a 40 bares**

# DISTRIBUIDORES

## 1. DISTRIBUIDORES MANUALES

- DE ALTO CAUDAL (Pistola)
- DE MOCHILA



- Alto caudal (15 l/min)
- Altas presiones  
20 a 40 bares
- Cercanía al operario
- Escorrentía desde el cultivo

## 2. BARRAS

- **HORIZONTALES**
  - Todo tipo de tratamientos sobre cultivos bajos
  - Aplicación de herbicidas
- **ARCOS**
  - Para tratamientos en frutales y viña



Barra horizontal



Arco

# BOQUILLAS: ELEMENTOS

- Cuerpo de la boquilla
  - Plástico
- Pastilla con orificio **calibrado**
- Cuerpo extensible
- Filtro de malla
- Dispositivo antigoteo (?)
  - Casi nunca está

# BOQUILLAS: TIPOS

- Boquillas de abanico (hendidura)
- Boquillas de turbulencia (cono)



Boquillas de cono



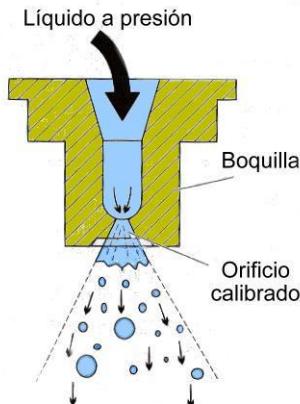
Boquillas de abanico

# Tipología de pulverizadores

- Pulverizadores hidráulicos
- Pulverizadores hidroneumáticos
- Pulverizadores neumáticos
- Pulverizadores centrífugos
- Pulverizadores térmicos
- Otros

# PULVERIZACIÓN HIDRÁULICA

- Causa:
  - Líquido a presión a través de un pequeño orificio



Película

Gotas (diferentes tamaños)

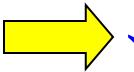
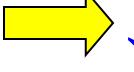
Presión

Viscosidad

Densidad

Tamaño orificio

# PULVERIZACIÓN HIDRÁULICA

- ↑ Presión  ↓ Tamaño medio de las gotas
- ↓ Tamaño del orificio  ↓ Tamaño medio de las gotas

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

Q = caudal

k: cte

P: presión

# PULVERIZADORES HIDRÁULICOS

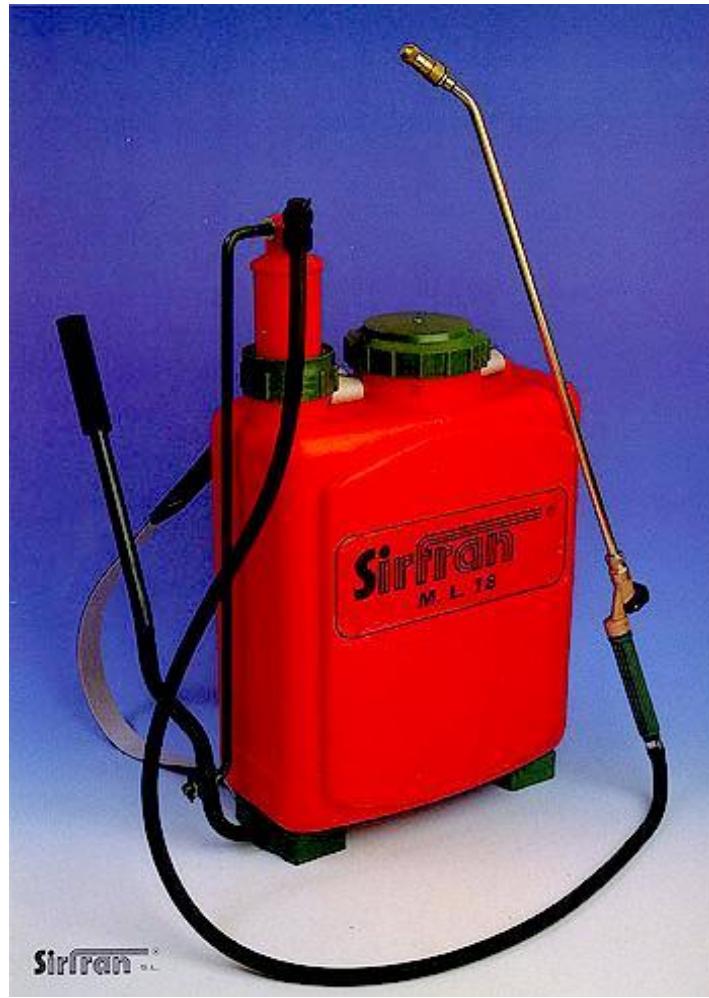
- Mochilas
  - De presión previa
  - De presión retenida
- Pistolas
- Barras



# PULVERIZADOR HIDRÁULICO PORTÁTIL DE PRESIÓN PREVIA



# PULVERIZADOR HIDRÁULICO: MOCHILA DE DE PRESIÓN CONTINUA (Pistón)



Sirfran

# TIPOLOGÍA DE PULVERIZADORES HIDRÁULICOS: CARRETILLA MOTORIZADA



# TIPOLOGÍA DE PULVERIZADORES HIDRÁULICOS: TANQUES CON PISTOLAS



**Equipos en general obsoletos**

# Uso típico



- PULVERIZADORES HIDRÁULICOS:  
BARRAS HIDRÁULICAS



Equipos más seguros:

- Alejamiento de la pulverización
- Cabina
- Máximos adelantos en todos los elementos

# PULVERIZACIÓN HIDRONEUMÁTICA

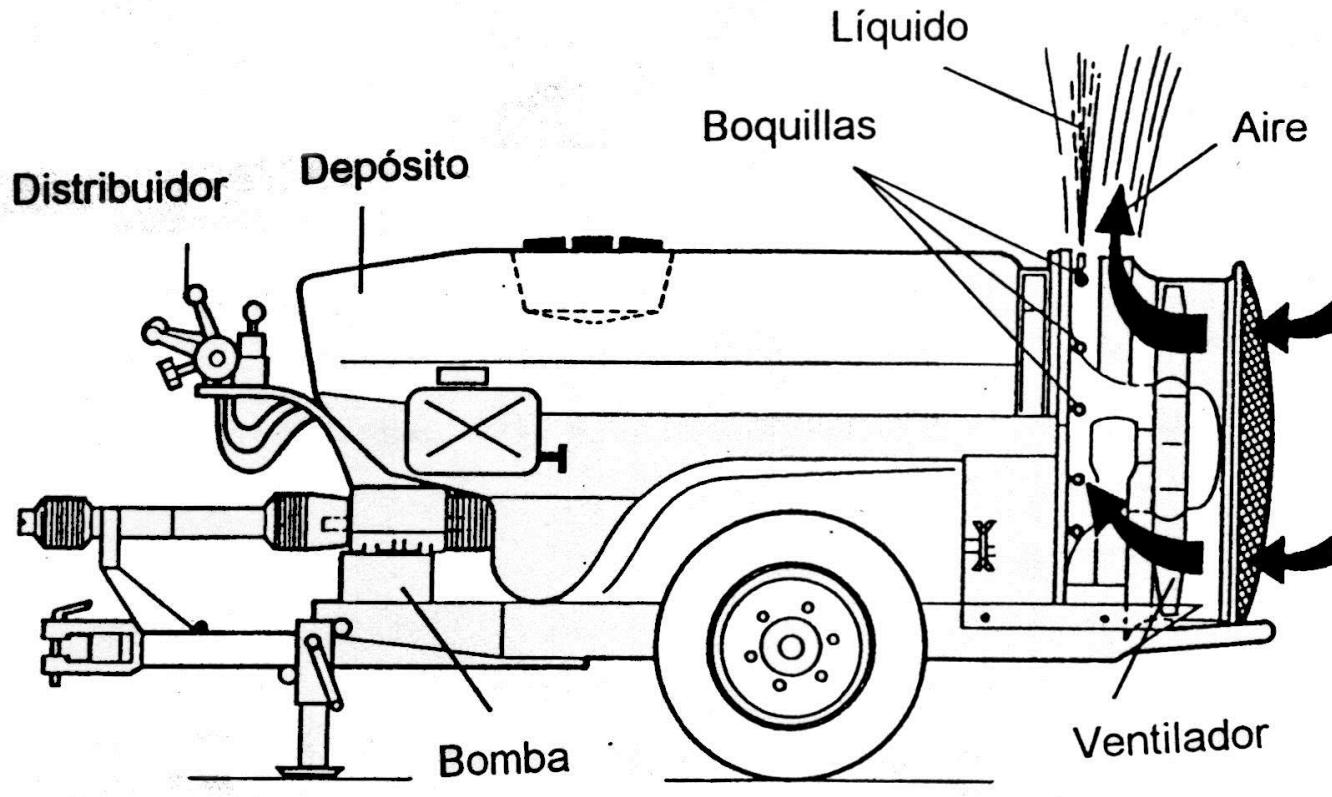
- Se trata de una pulverización hidráulica a la que se añade corriente de aire generada por un ventilador para ayudar el transporte de las gotas hacia el cultivo
- La corriente de aire genera un **ambiente peligroso**: gotas finas suspendidas en el aire largo tiempo

# PULVERIZADOR HIDRONEUMÁTICO

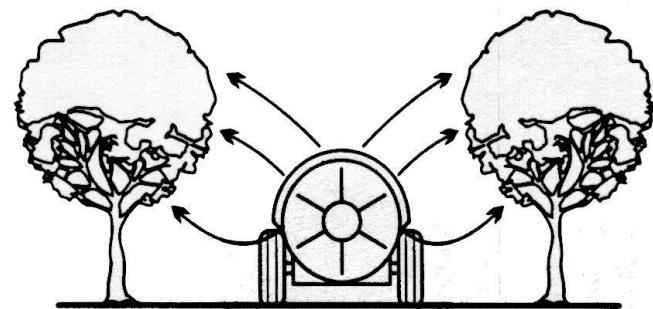
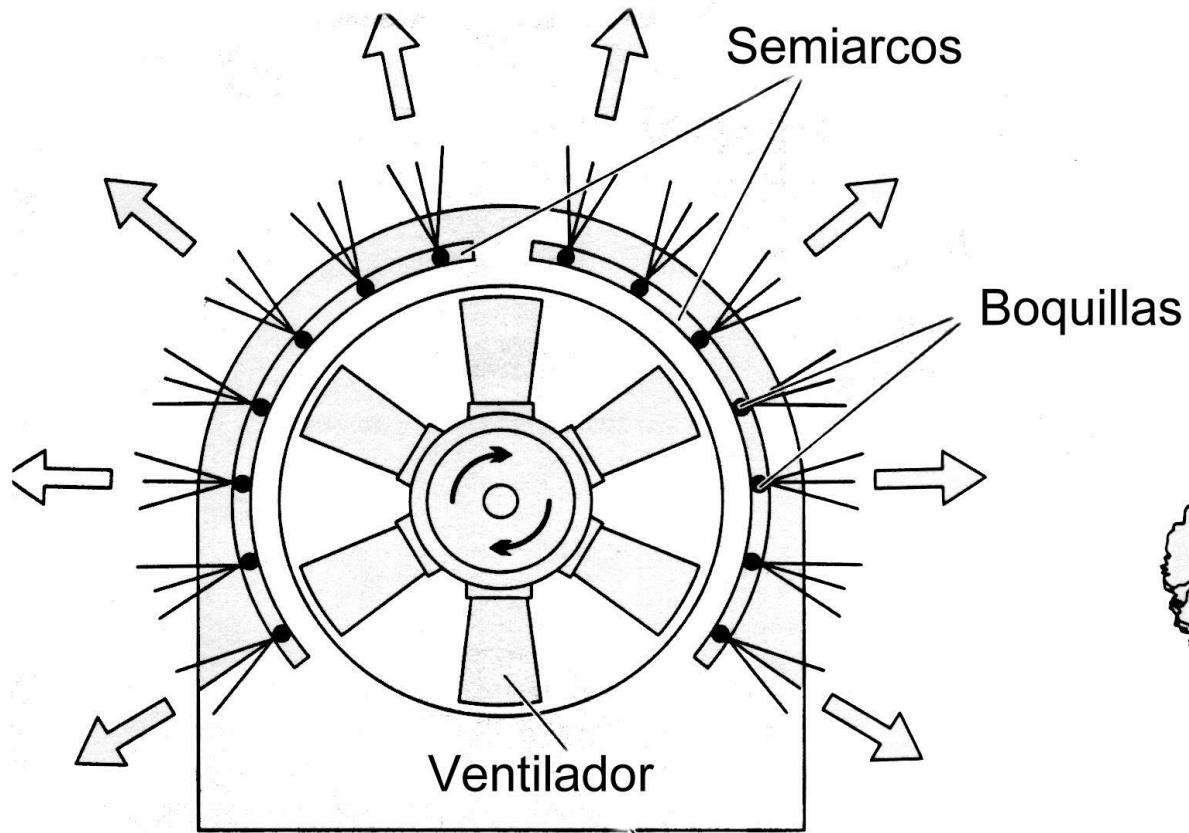


- Utilidad: Tratamientos en cítricos y frutales

# PULVERIZADORES HIDRONEUMÁTICOS



# PULVERIZADORES HIDRONEUMÁTICOS





## Problema: DERIVA

**Cantidad de caldo pulverizado arrastrado fuera de la zona de tratamiento (viento, evaporación, mala dirección)**

**Poca conciencia del problema**

**Factores que incrementan el riesgo de deriva en la pulverización hidroneumática:**

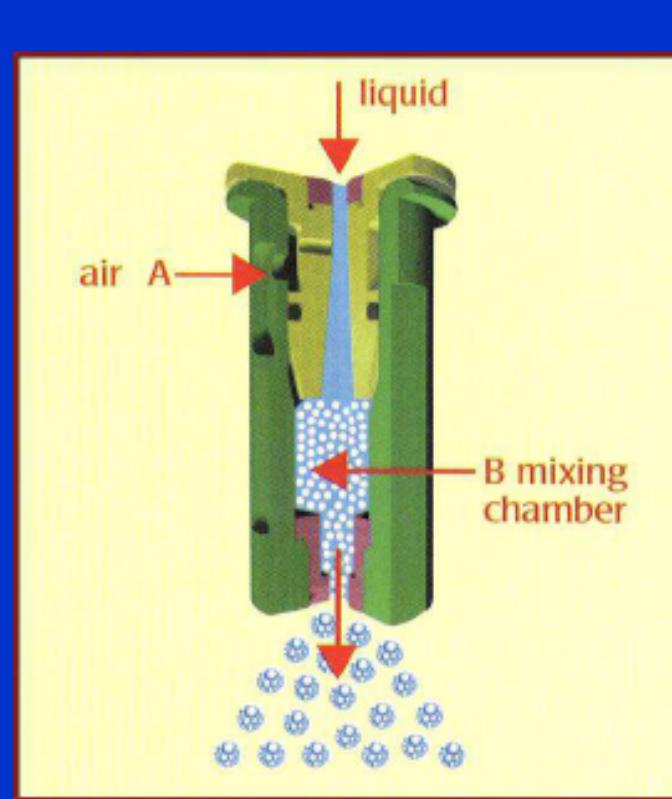
- Presencia de viento / alta temperatura
- Altos caudales de aire
- Disminución de la velocidad de trabajo
- Incorrecta orientación de chorro de pulverización
- Tamaño pequeño de las gotas (alta presión)

## Possible alternativa: Pulverizador en Túnel



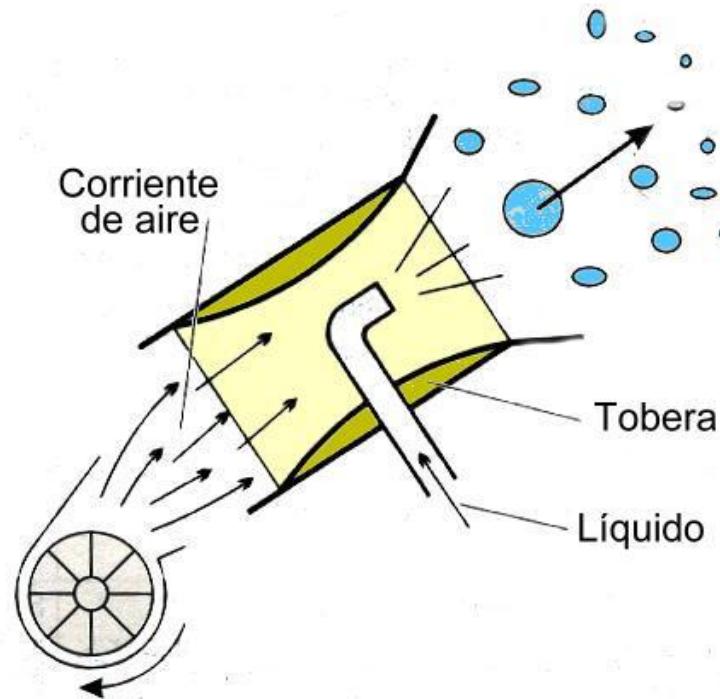
## Possible alternativa: Boquillas antideriva

- Boquillas con aspiración de aire  
(conocidas también como de inyección de aire)
  - ✓ Riesgo de deriva inferior y limitado a distancias mas cortas de la zona de tratamiento
  - ✓ Eficacia biológica similar a las boquillas convencionales



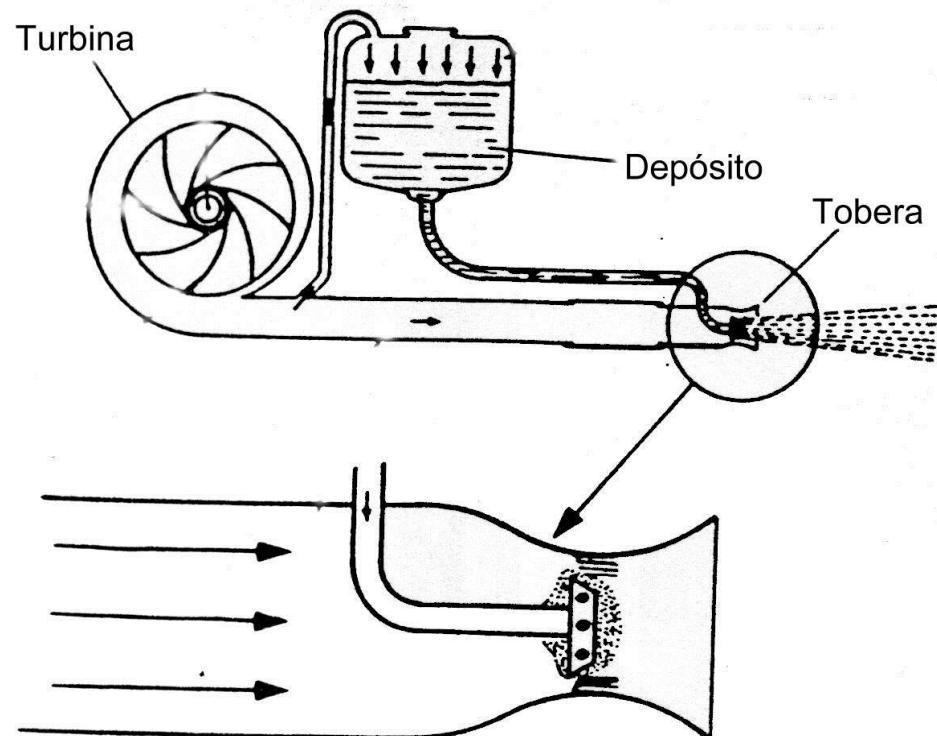
# PULVERIZACIÓN NEUMÁTICA

- Al caer fracciones de caldo en el seno de una fuerte corriente de aire



# PULVERIZADORES NEUMÁTICOS

- Transporte del líquido:
  - Por gravedad
  - A través de una pequeña bomba auxiliar

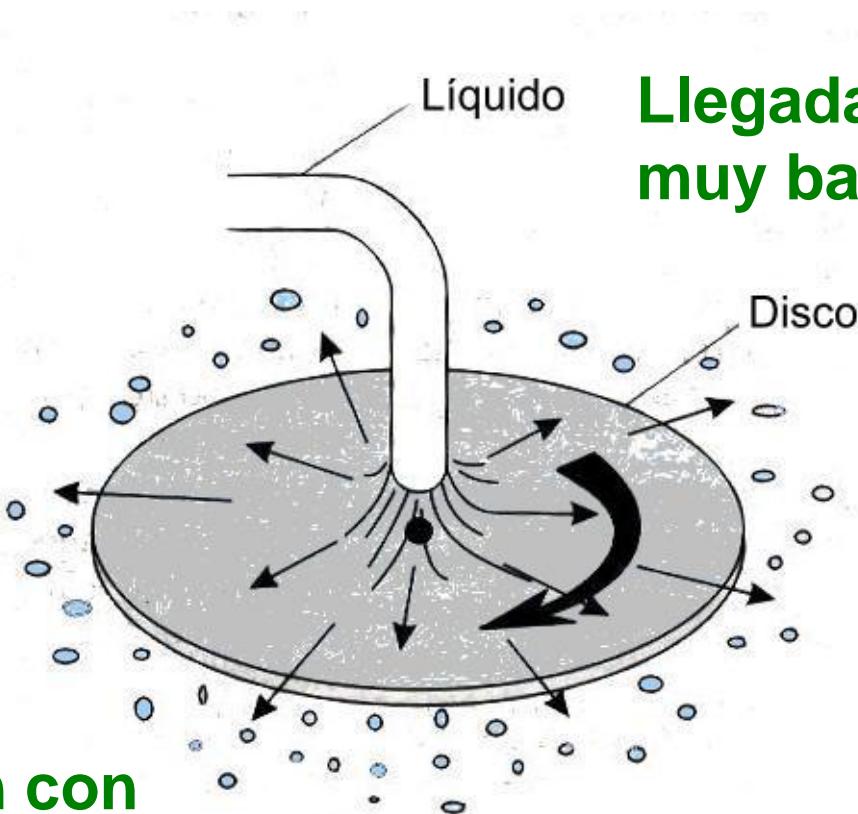


# PULVERIZADORES NEUMÁTICOS



**Gotas uniformes pero excesivamente pequeñas**

# PULVERIZACIÓN CENTRÍFUGA



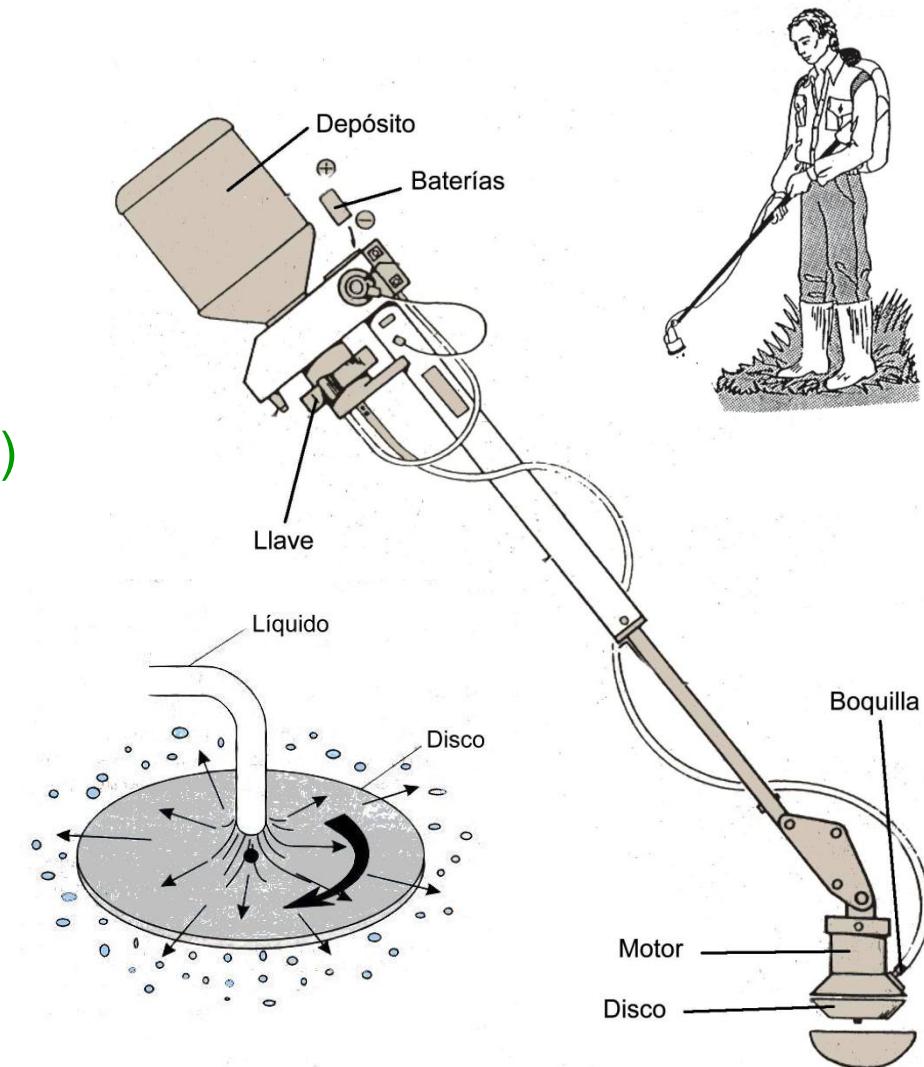
Llegada del líquido a  
muy baja presión

Pulverización con  
gotas de tamaño  
homogéneo

# PULVERIZADORES CENTRÍFUGOS

- **Manuales:**

- Uso: aplicación de herbicidas sistémicos
- Gotas:  $250 \mu\text{m}$  de Ø (en ocasiones llega a  $50 \mu\text{m}$ )
- Dosis de producto: PURO  $\cong 5 - 15 \text{ l/ha}$



# Pulv. Centrífugo de última generación



# Tratamientos aéreos



# TRATAMIENTOS AÉREOS

- Aplicaciones caras
- Permiten tratar sobre terrenos difíciles
  - Montes
  - Suelos encharcados
  - Marcos estrechos
- Se utilizan:
  - Avionetas
  - Helicópteros
- **A desaparecer según última normativa europea**

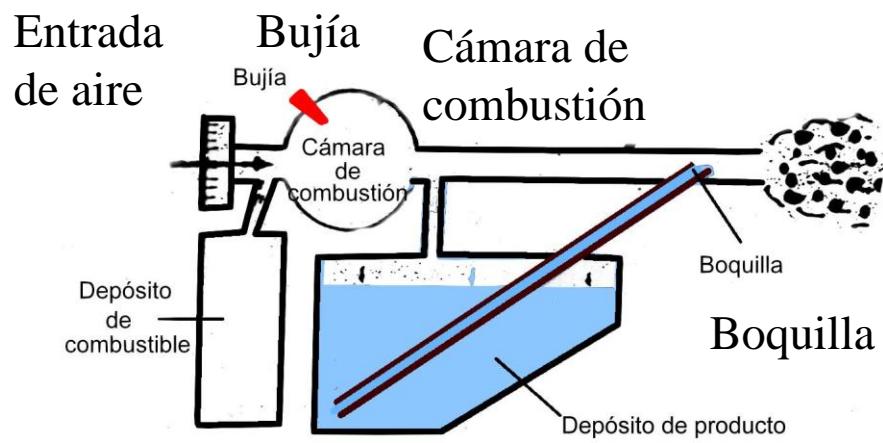
# TRATAMIENTOS AÉREOS

- Elevado poder de choque, dado que se puede tratar en el momento justo y sobre plagas de gran movilidad
- Las avionetas son más baratas que los helicópteros pero precisan de pistas de aterrizaje y grandes parcelas

**PELIGRO:** Muchos accidentes de pilotos por líneas de tendido eléctrico

# PULVERIZACIÓN TÉRMICA

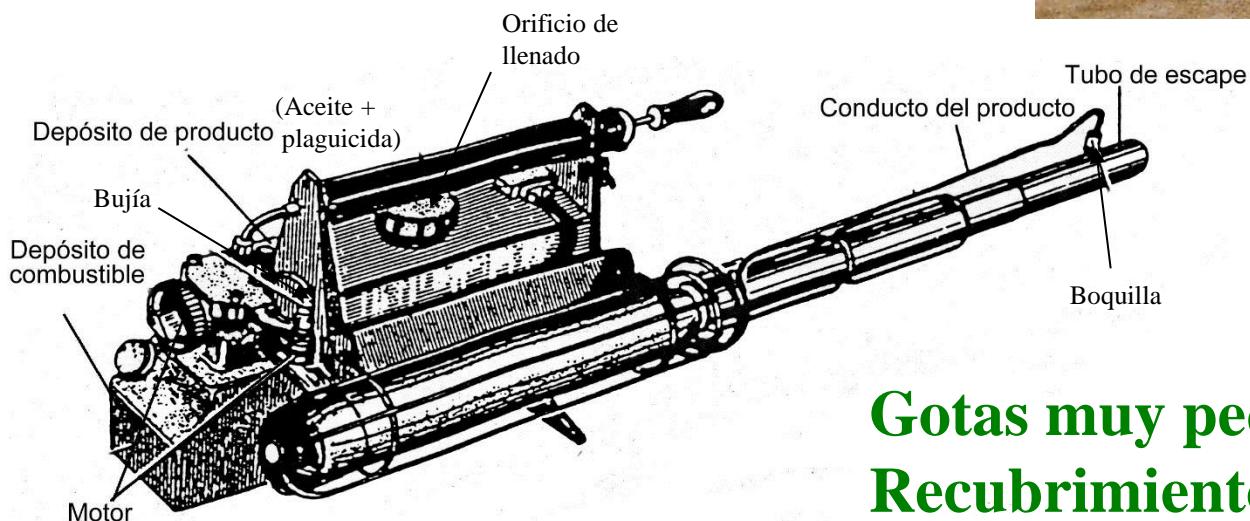
- El insecticida se mezcla con gases de escape
- ↓ la viscosidad de la mezcla al mezclarse con la corriente de aire caliente
- La mezcla se evapora
- Condensan gotas al enfriarse al entrar en contacto con el aire frío (exterior del aparato)  
Aerosol < 50μm



**AMBIENTE MUY  
PELIGROSO**

# TERMONEBULIZADORES

- Utilidad: recintos cerrados  
**(Invernaderos, graneros)**



**Gotas muy pequeñas:  
Recubrimiento  
(20.000 – 30.000 gotas/cm<sup>2</sup>)**

# Trabajando en invernadero con termonebulizador



# Alternativa más segura



Nebulizador en frío, de alimentación eléctrica y  
funcionamiento en horario programable

# Alternativa más segura



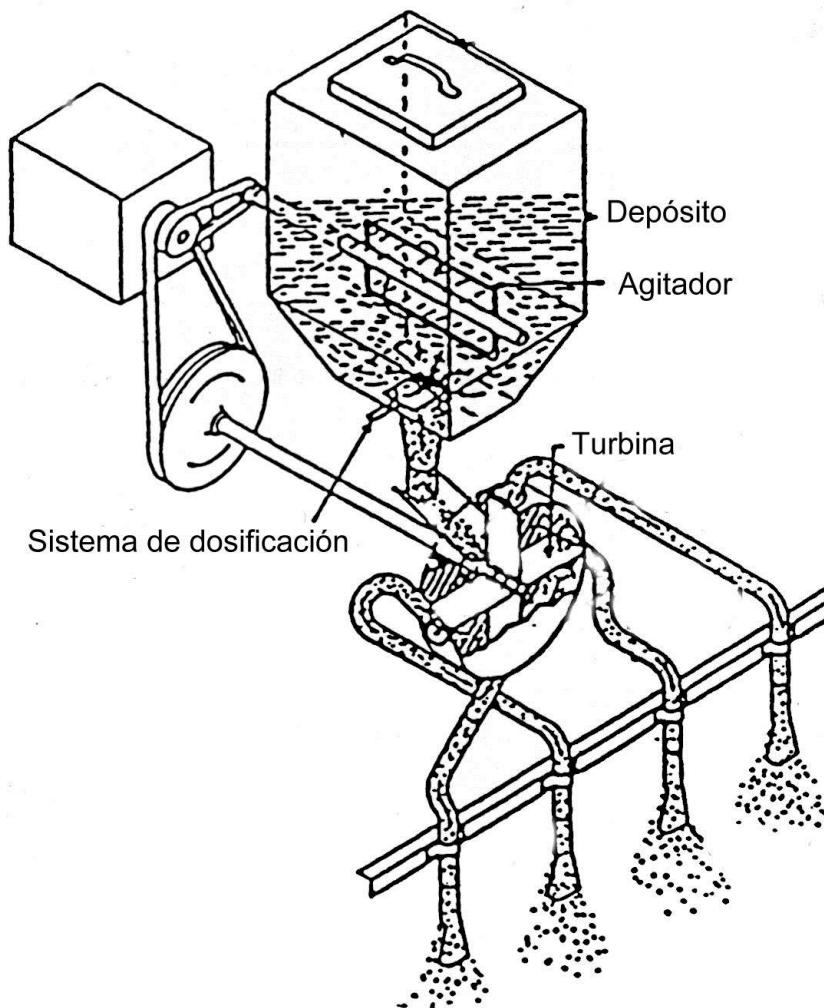
# TIPOS DE PULVERIZACIÓN

Tipo	Causa	Aportación de energía	Transporte de gotas	Denominación del equipo
Hidráulica	Presión del líquido a través de un pequeño orificio	Bomba	Energía cinética de las gotas	Pulv. Hidráulico
Hidroneumática	Presión del líquido y corriente de aire	Bomba y ventilador de flujo axial	Flujo de aire	Pulv. Hidroneumático
Neumática	Depresión y choque con una corriente de aire a gran velocidad	Ventilador centrífugo	Flujo de aire	Pulv. Neumático
Centrífuga	Fuerza centrífuga	Motor eléctrico o eólico	Energía cinética de las gotas	Pulv. Centrífuga
Térmica	Depresión por corriente de gas caliente	Motor de explosión	Formación de niebla	Termonebulizador

# ESPOLVOREADORES

- Inconvenientes:
  - Dificultad de protección del operario frente al polvo
  - Menor persistencia del polvo
  - Residuos visibles (plantas coloreadas)
- Ventajas:
  - Precisan de bajas dosis de producto
  - ↑ poder de penetración
  - Precisan de bajas potencias para su distribución

# ESPOLVOREADORES



# Espolvoreador en uso



# APLICACIÓN DE GRÁNULOS



- El problema del mantenimiento de los equipos
  - Muchos equipos en mal estado de conservación
  - Problema a nivel internacional: preocupa en todos los países

# Inaceptable:



# Inaceptable



# Inaceptable



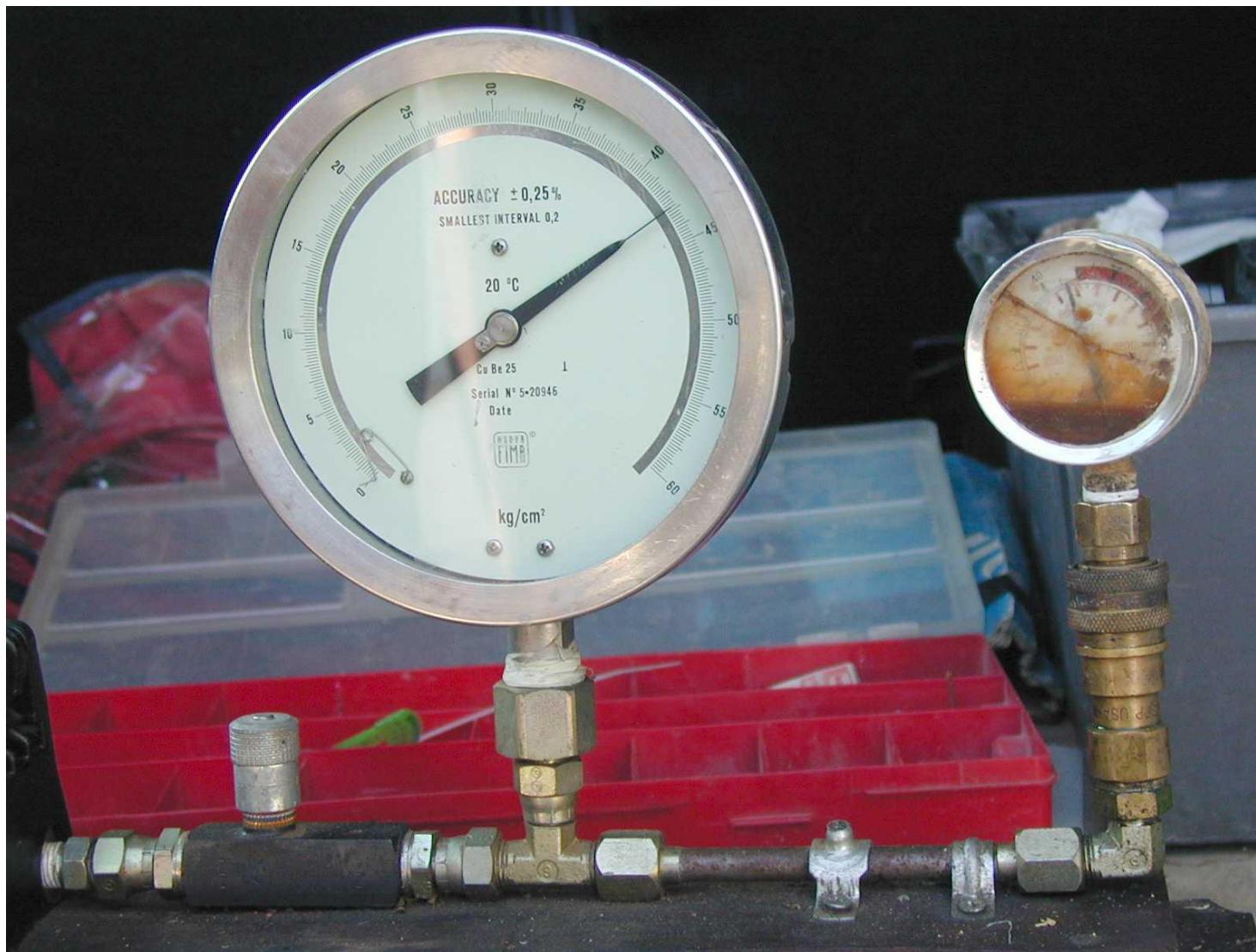
# Inaceptable



# Inaceptable



# Inaceptable



# Evolución de la situación

- 2006. La Comisión Europea ha publicado la comunicación titulada "Hacia una Estrategia Temática para el Uso Sostenible de los Plaguicidas", con el objetivo de reducir su impacto sobre la salud humana y el medio ambiente
- **Directiva 2009/128/CE, un Uso Sostenible de los Plaguicidas**
- **En España**
  - Real Decreto 1702/2011, de 18 de noviembre, de **inspecciones periódicas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios**.
  - Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.

# Objetivos de las inspecciones

- Similar a la ITV de vehículos
- Realizar una inspección idéntica en todos los equipos (norma EN 13790, 1 y 2 o 16122)
- Informar al usuario del equipo de tratamientos del mantenimiento/ reparaciones a efectuar
- Mejorar el nivel de formación del operario

# Mecánica?

- Revisiones obligatorias, antes de 26 de noviembre de 2.016
  - Desarrollo legislativo a nivel de toda Europa
  - Creación de las empresas ITEAF en España
  - No todos los equipos han sido revisados pero se está en ello
- Normas más estrictas:
  - Inscripción obligatoria en el ROMA (Registro Oficial de Maquinaria Agrícola)
  - Revisión obligatoria cada 3 años (ITEAF, Inspección Técnica de Equipos de Aplicación de Fitosanitarios)

- **En Comunidad Valenciana:**

*DECRETO 124/2014, de 25 de julio, del Consell, por el que se regulan las inspecciones periódicas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios, se crea el Registro Oficial de las Estaciones de Inspección Técnica de Equipos de Aplicación de Productos Fitosanitarios (ITEAF) de la Comunitat Valenciana, así como las normas para la inscripción y funcionamiento de las mismas en el ámbito de la Comunitat Valenciana.*

# INSPECCIÓN EQUIPOS



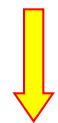
**0. Preinspección:  
Medidas de seguridad**



**1. Comprobación de  
manómetro**



**2. Filtros,agitador  
bomba, conducciones y depósito**



**Equipo Apto**



**3. Comprobación de  
caudal de boquillas**



**4. Equilibrio de presiones**



**5. Nivel sonoro  
(sonómetro)**

