



Curso de Maquinaria Agrícola

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Equipos para el cuidado y la protección de las plantas

**Prof. Luis Márquez
Dr. Ing. Agrónomo**



Curso de Maquinaria Agrícola

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Equipos para el cuidado y la protección de las plantas

Capítulo 06.2.-

Equipos para control de plagas, enfermedades y malezas

**Prof. Luis Márquez
Dr. Ing. Agrónomo**



Pulverizadores hidráulicos



- De barras para cultivos bajos, con un **cuerpo central** que contiene el depósito y la bomba impulsora y **dos barras laterales con las boquillas** que realizan la pulverización hidráulica (por presión de líquido).



Pulverizadores hidroneumáticos (atomizadores)



- Disponen de un cuerpo central con el depósito, asociado a un ventilador que produce una corriente de aire de gran caudal, sobre la que se pulveriza el caldo mediante boquillas hidráulicas, que hacen que llegue al interior de la masa vegetal.



Pulverizadores neumáticos (nebulizadores)



- Disponen de un cuerpo central con el depósito y un ventilador radial que genera una corriente de aire de elevada velocidad sobre la que se sitúa el caldo, que resulta pulverizado por la propia corriente de aire.



Espolvoreadores



- Similares a los pulverizadores neumáticos en los que el caldo se sustituye por un **producto pulverulento, que es arrastrado a medida que se sitúa en la salida de aire.**



Curso de Maquinaria Agrícola

Equipos para el cuidado y la protección de las plantas

**Pulverizadores hidroneumáticos
(atomizadores) y
neumáticos (nebulizadores)**

Son los equipos que se utilizan para el control de plagas y enfermedades en los cultivos de gran desarrollo foliar, ya que el aire hace aumentar la penetración de las gotas en el cultivo.



Pulverizadores hidroneumáticos (atomizadores)



- Aplicación de productos insecticidas y fungicidas mediante pulverización hidráulica (por presión de líquido), utilizando boquillas que colocan las gotas sobre una corriente de aire generada por un ventilador.
- Se caracterizan por la penetración que se consigue en masas de vegetación, por lo que se utilizan preferentemente en aplicaciones sobre cultivos arbóreos.

También se utilizan en las aplicaciones sobre cultivos bajos con gran desarrollo foliar cuando el tratamiento exige la penetración en toda la masa del cultivo.



Pulverizadores neumáticos (nebulizadores)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



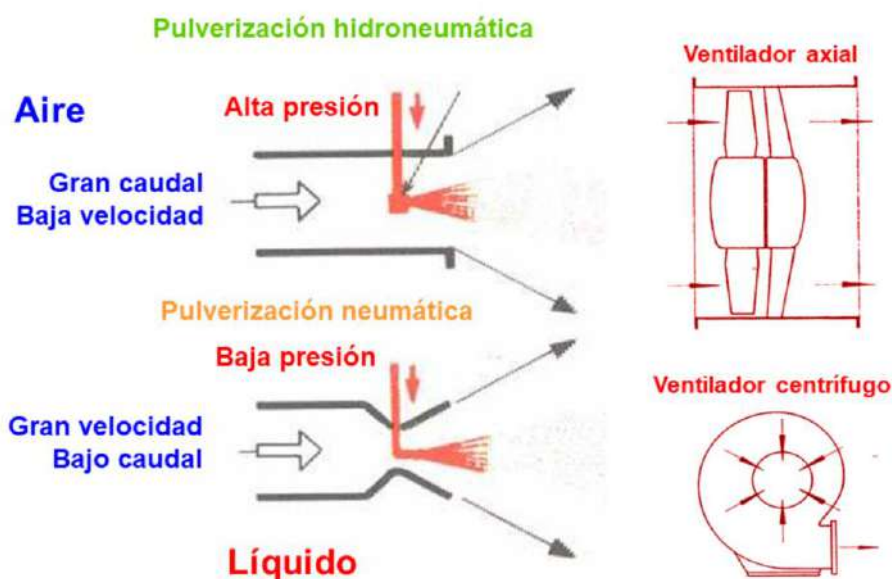
- Aplicación de productos insecticidas y fungicidas, mediante **pulverización neumática** (por corriente de aire) producida al caer el líquido sobre la **corriente de aire de alta velocidad** generada por un ventilador.
- Se caracteriza por la **penetración** que se consigue **en determinadas zonas de vegetación**, por lo que se utiliza preferentemente en **aplicaciones en la viña**, y en general en cultivos arbóreos con volúmenes de caldo de menos de 200 L/ha.

La mayor velocidad del aire, que permite formar las gotas por pulverización neumática, hace posible aumentar la penetración del producto en zonas cerradas, como en el racimo de la vid.



Transporte mediante corriente de aire

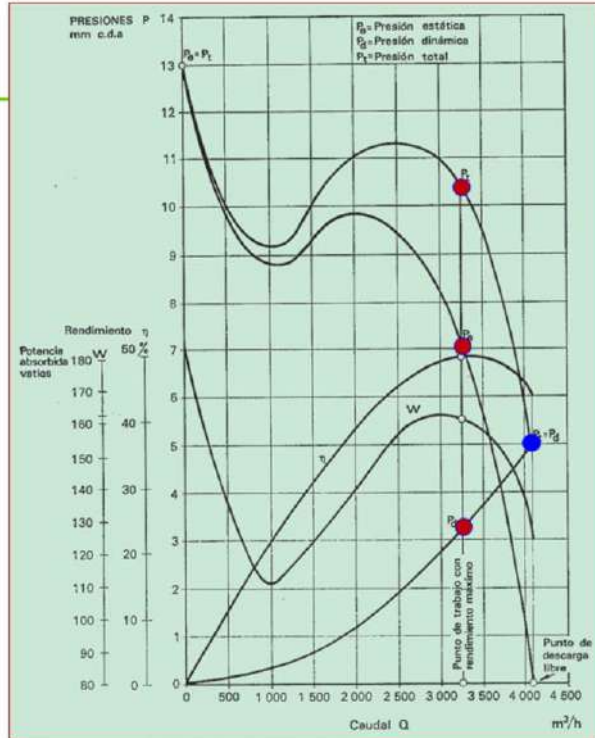
Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Para conseguir producir aire a alta velocidad es necesario utilizar ventiladores centrífugos. Los ventiladores de flujo axial producen mayores caudales de aire, pero a menor velocidad.



Curvas características de un ventilador centrífugo



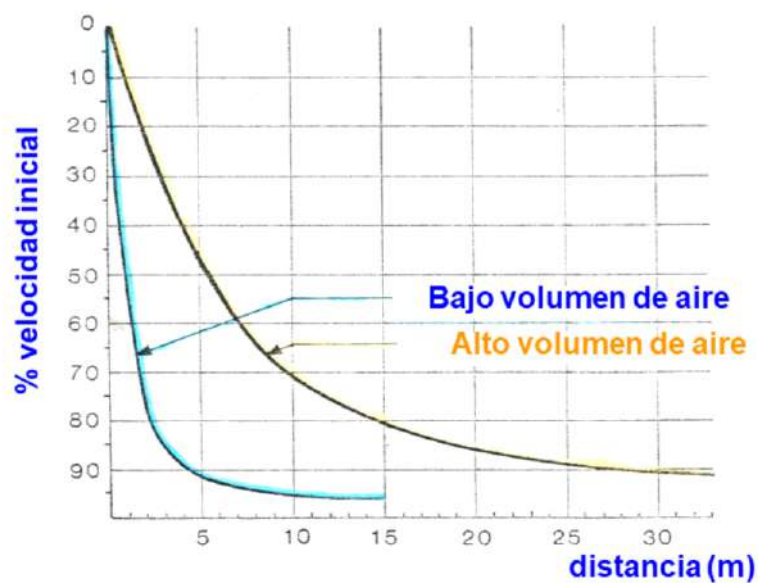
Las curvas características de un ventilador incluyen las de presión estática y dinámica (la suma de ambas es la presión total), caudal impulsado, potencia consumida y rendimiento.

El máximo caudal se suministra con descarga libre de la salida del ventilador (marca azul), siendo máxima la presión dinámica e igual a cero la estática. Cuando se restringe la salida, se reduce el caudal de aire impulsado y aumenta la presión estática en la conducción de salida (marcas en rojo).

Los deflectores y colectores deben adaptarse a las características dinámicas del ventilador para conseguir el mayor rendimiento en la impulsión del aire.



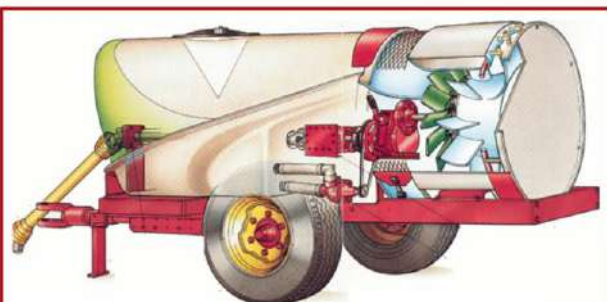
Reducción de la velocidad del aire en la atmósfera



La corriente de aire que sale a la atmósfera pierde velocidad a medida que se aleja de la boca de salida. Esta pérdida de velocidad es mucho mayor con menores caudales de aire, aunque sea muy elevada su velocidad inicial.

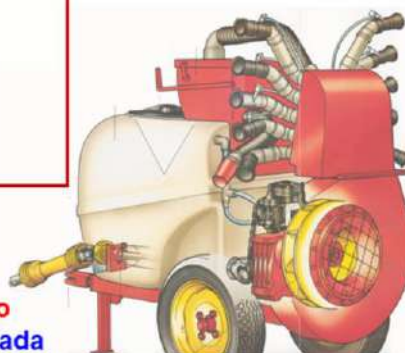


Equipos de aire



Pulverizador hidroneumático

- Distribución extensiva >150 L/ha
- Gran caudal de aire a baja velocidad



Pulverizador neumático

- Penetración concentrada
- Bajo volumen (entre 20 y 200 L/ha)

Primera parte dedicada a los pulverizadores hidroneumáticos (atomizadores)



Descripción general de los pulverizadores hidroneumáticos (atomizadores)

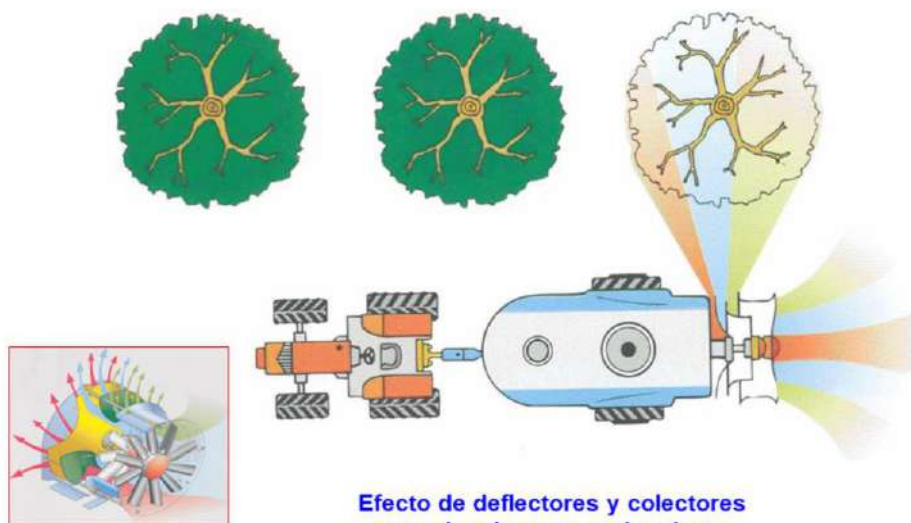
- Depósito para el caldo, resistente y fácil de limpiar, con un sistema de vaciado total y boca de llenado dotada de cierre hermético.
- Bomba volumétrica que asegure la impulsión con independencia de la presión de trabajo (**generalmente de pistón o de pistón-membrana**).
- Sistema de regulación de presión y caudal constantes (CC), con manómetro indicador de la presión de trabajo y tuberías que alimentan los diferentes tramos de boquillas colocadas cerca de las salidas de aire del ventilador.
- Sistema de aire formado por un ventilador de flujo axial, que proporciona gran volumen de aire a baja velocidad, sobre un colector y deflectores que orientan la corriente de aire para adaptarse al desarrollo de los árboles.
- Boquillas generalmente de turbulencia y de material cerámico.
- Filtros escalonados con tamaño de malla adecuado al tipo de boquillas utilizado.

Se considera que con un sistema de regulación por caudal constante (CC – regulador de presión) es suficiente, ya que los volúmenes de caldo aplicado son elevados.



Ventilador de flujo axial: equipo hidroneumático

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



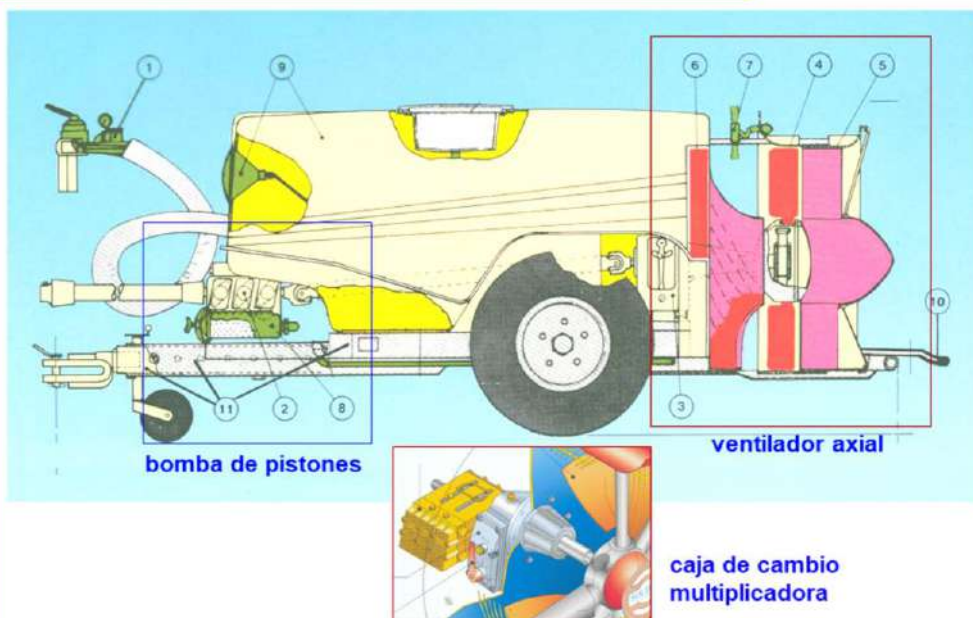
Efecto de deflectores y colectores
para el mejor aprovechamiento
del aire impulsado

El ventilador debe producir un volumen de aire suficiente para desplazar el aire que se encuentra en el interior de la plantación (zona tratada). Los deflectores (uno o varios) cambian de dirección la corriente de aire de los ventiladores de flujo axial procurando que la velocidad de salida sea alta y uniforme. Los deflectores orientan esta corriente en función de las características del cultivo tratado.



Circuitos de líquido y de aire

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

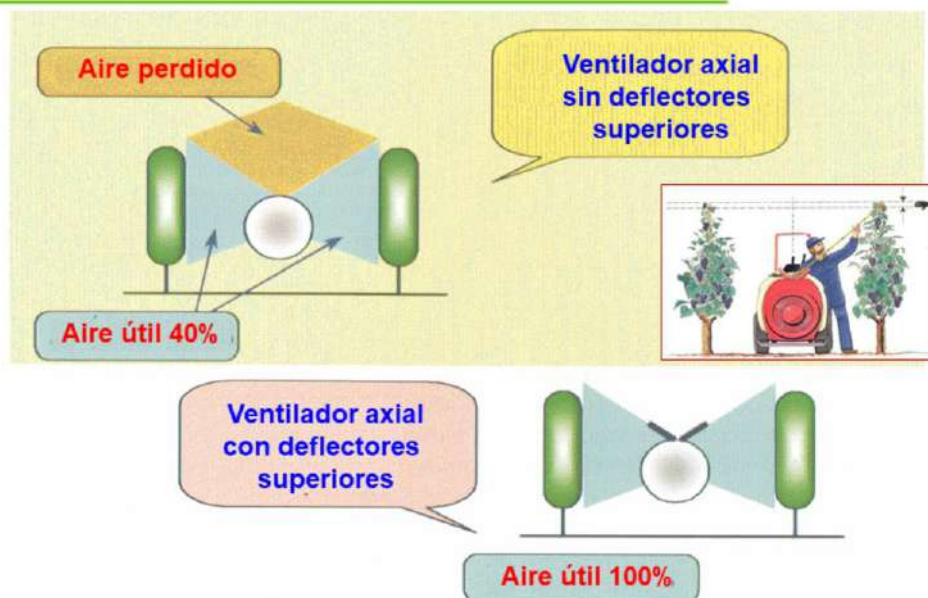


El circuito de líquido es similar al de los pulverizadores hidráulicos, aunque se suele impulsar el líquido a mayor presión para producir gotas más finas con boquillas de tipo cónico.

El ventilador de flujo axial es accionado desde la toma de fuerza con una caja multiplicadora a un régimen de giro unas 3 veces mayor que el de la toma de fuerza de 540 rev/min.



Influencia de los deflectores



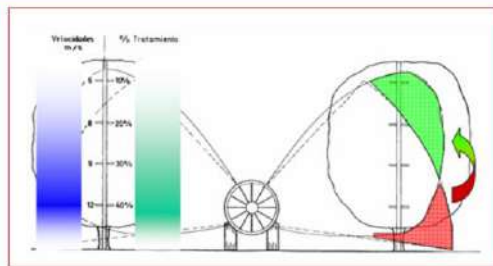
Los deflectores hay que adaptarlos a las características de la plantación para evitar que una parte del caldo se pierda en la atmósfera.

En los pulverizadores hidroneumáticos se considera que una cinta colocada a 50 cm por encima o por debajo de la zona de tratamiento no debería de moverse con la corriente de aire. En los pulverizadores neumáticos el límite no debe superar los 15 cm.



Optimización de la producción de aire

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



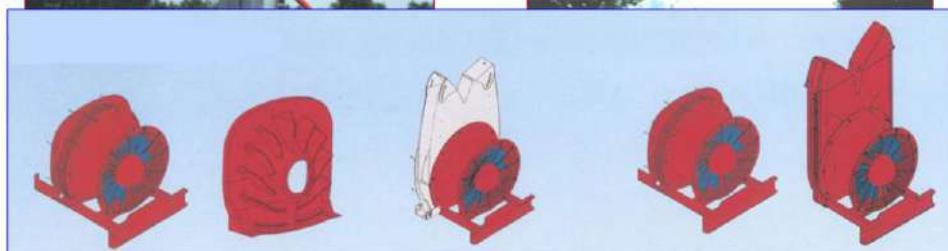
En el diseño de los deflectores y colectores se procura canalizar el aire para que pase de las partes bajas a la zona alta de los árboles en la que se encuentra el mayor volumen de vegetación.

Para las plantaciones en espaldera se diseñan deflectores de tipo "lineal".

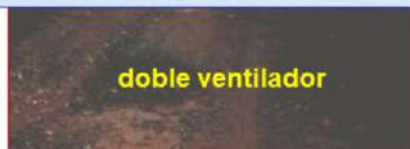


Aproximar las salidas de aire

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



canalización de aire



doble ventilador

Colector del aire impulsado por el ventilador y deflectores que canalizan el flujo de aire hacia la plantación. Los diseños permiten adaptar al mismo tipo de ventilador a diferentes deflectores.



Adaptación a la vegetación



detector de vegetación



recuperación de caldo



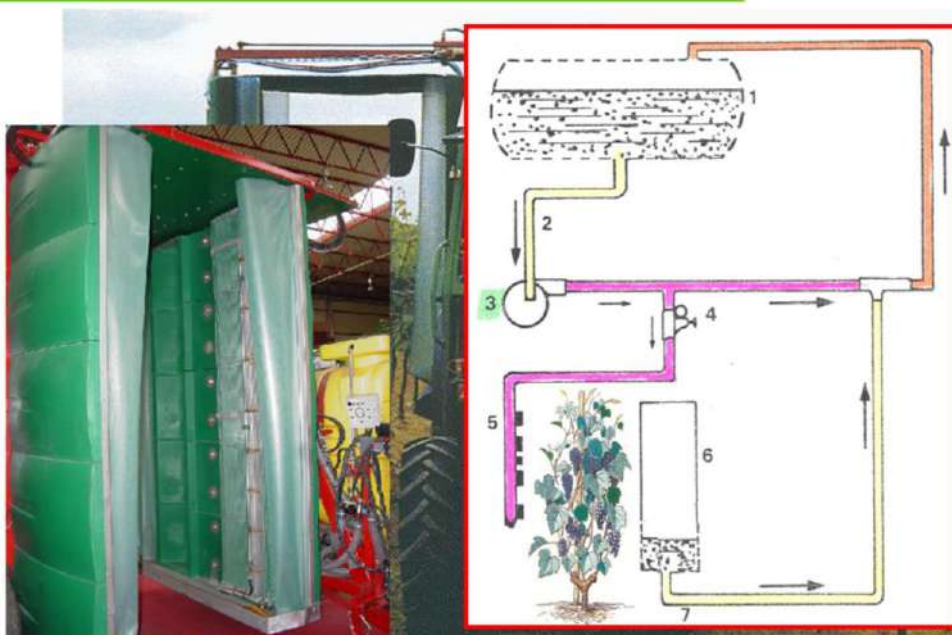
Para reducir la pulverización en plantaciones con árboles espaciados se utilizan sensores de ultrasonidos que detectan la presencia de vegetación para cerrar la salida de líquido de las boquillas en los intervalos sin árboles. Esto se utiliza especialmente en aplicaciones sobre el olivar español.

En plantaciones en espaldera también se utilizan salidas en arco que abrazan la espaldera por ambos lados con el objetivo de recuperar el caldo que no queda retenido por las hojas.



Recuperación del caldo

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



El caldo recuperado vuelve al depósito previa filtración para eliminar impurezas.



Tipologías de los pulverizadores hidroneumáticos (atomizadores)

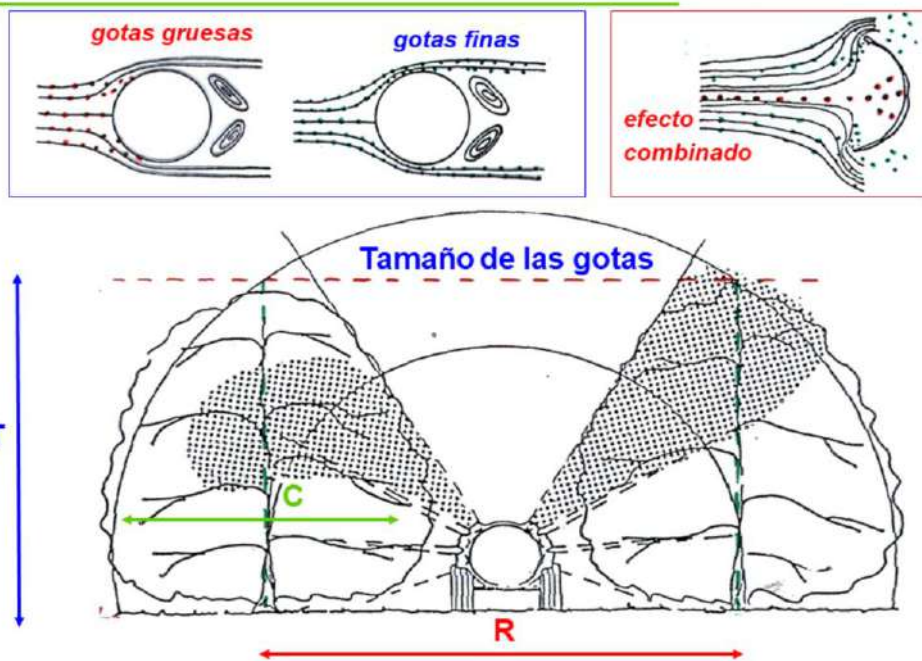
- **Anchura de trabajo:** 6 a 12 m.
- **Accionamiento:** toma de fuerza 540 y 1000 rev/min.
- **Dosificación:** caudal constante (CC); boquillas: 6 a 24 ud.
- **Masa en vacío:** suspendidos: 200 a 1000 kg; arrastrados: 1000 a 2500 kg.
- **Elementos auxiliares:** cambio para dos relaciones en la transmisión al ventilador, mezclador de productos, depósito de agua limpia y para limpieza de la cuba.
- **Tipos:**

	Suspendidos	Arrastrados
Depósito(L)	400 - 800	1.000 - 3.000
Bomba (L/min)	30 - 100	100 - 300
Caudal de aire (m ³ /h)	15.000 - 30.000	30.000 - 80.000



Cálculo del caudal y velocidad de aire

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



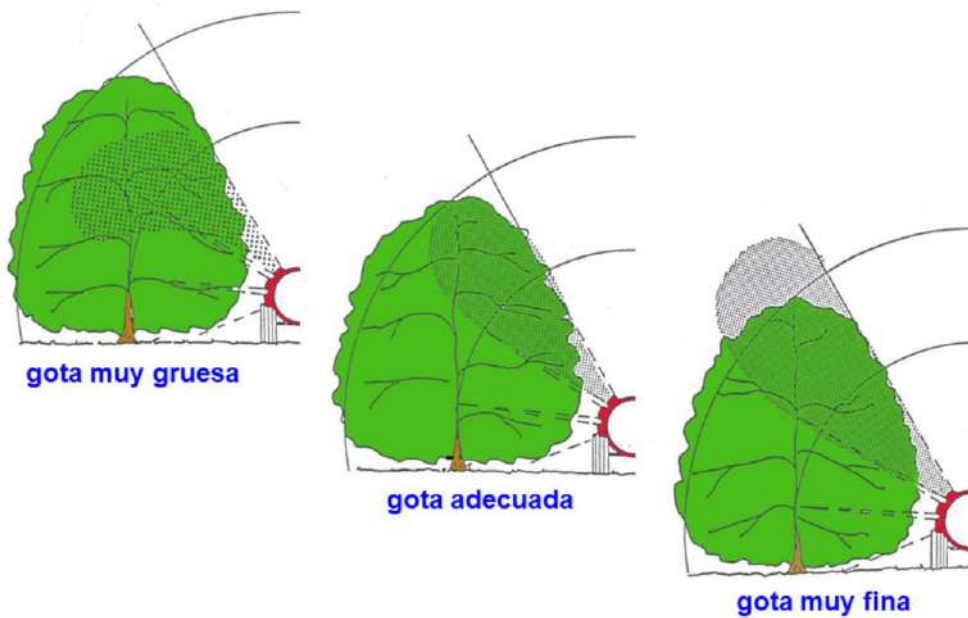
El tamaño de las gotas debe ajustarse a la velocidad de la corriente de aire. Las gotas se depositan cuando la corriente de aire que las transporta pierde velocidad. Las gotas gruesas, por su mayor inercia, son las primeras que se depositan cuando la corriente de aire que las transporta cambia de dirección, mientras que las gotas más pequeñas penetran en el interior de la plantación.

Esto hace aconsejable que la pulverización hidráulica se realice con un espectro que contenga gotas grandes y pequeñas.



Relación entre el tamaño de las gotas y la velocidad del aire

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



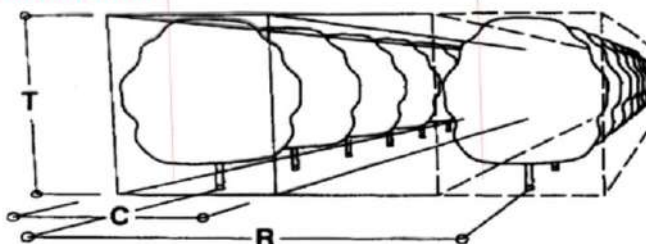
Con gotas demasiado finas para una determinada velocidad del aire impulsado parte de la pulverización atraviesa la plantación y se pierde en el aire. Por el contrario, si las gotas son muy gruesas el tratamiento pierde eficacia en las zonas altas de los árboles.



Cálculo del caudal de aire

Altura de las plantas [T] =	4	.	0	m
Distancia entre filas [R] =	5	.	0	m
Velocidad de avance [v] =	4	.	5	km/h

$$Q_A = 30\,000 \text{ m}^3/\text{h}$$



$$Q_A = R \times T \times v \times 1000 \div 3 \quad [2 - 3: \text{expansión}]$$

$$v \text{ (km/h)} = 3 \times Q_A \text{ [m}^3/\text{h]} \div (R \times T \times 1000)$$

El caudal de aire se puede calcular a partir de las dimensiones de la plantación y de la velocidad del aire. El aire producido por el ventilador tiene que “llenar” el volumen que ocupa la plantación, aunque, como el aire que impulsa el ventilador está comprimido, se considera que se produce una expansión para el cálculo de este volumen (factor 2 ó 3).

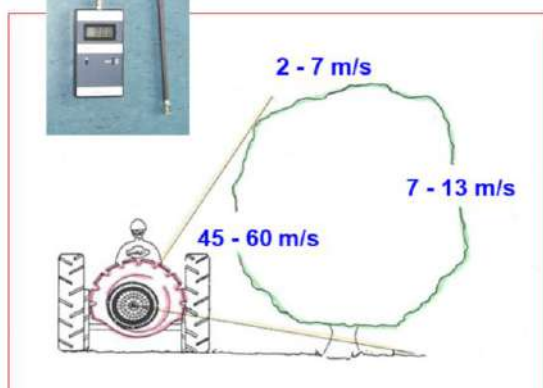


Velocidad del aire

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



anemómetro de mano



colectores

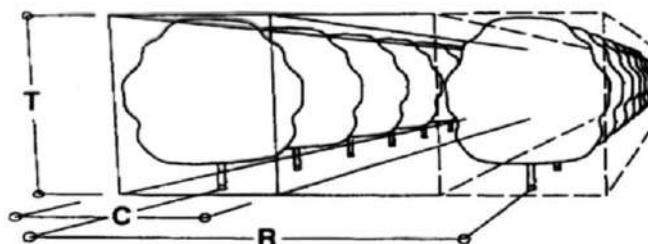


Además, se necesita que la velocidad del aire no sea demasiado elevada en la entrada para evitar el “cierre” de las hojas, lo que dificulta la penetración. Se considera que por debajo de 3 m/s de velocidad del aire la capacidad para transportar las gotas en pulverizaciones agrícolas es mínima.



Cálculo del volumen de caldo (I)

Altura de las plantas [T] =		4	.	0	m
Distancia entre filas [R] =		5	.	0	m
Anchura de fila [C] =		1	.	5	m



Volumen de vegetación (m³/ha): $V_v = T \times C \times 10\,000 \div R$

$$V_v = 12\,000 \text{ m}^3/\text{ha}$$

El volumen de caldo hay que adaptarlo al volumen de la plantación o a la superficie foliar del cultivo. En una primera aproximación se calcula a partir del volumen de los árboles (altura y anchura de la fila).



Cálculo del volumen de caldo (II)

Volumen de vegetación: V_v (m^3/ha)

Índice de volumen (i) [Litros / 1000 m^3 de vegetación]

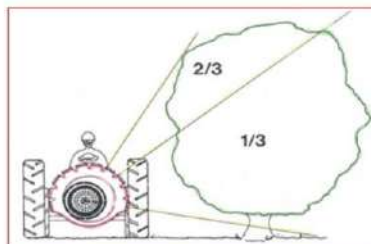
muy alto	120
alto	100
medio	70
bajo	50
muy bajo	30
ultra bajo	10

Volumen de caldo (L/ha):

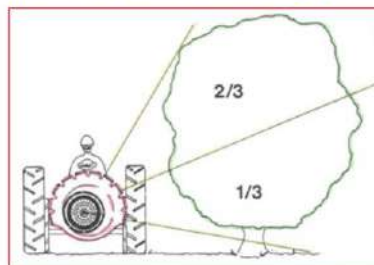
$$V_c = i \times V_v \div 1000$$

$$V_v = 12\,000 \text{ m}^3/ha$$

$$V_c = 840 \text{ L/ha}$$



Reparto de caldo en la vegetación

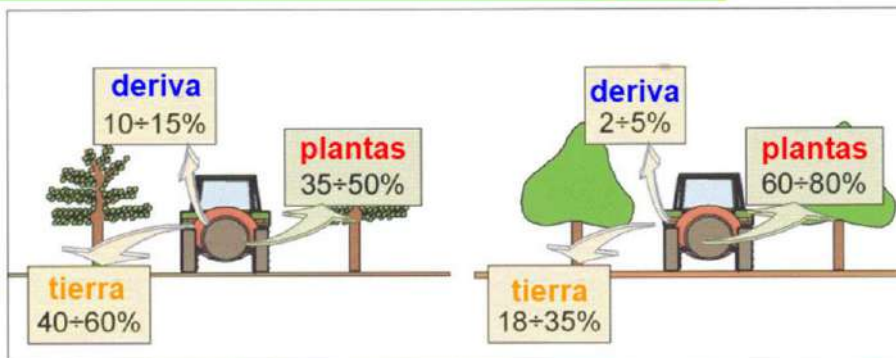


Una vez calculado el volumen de vegetación se utiliza un Índice de volumen para calcular el volumen aplicado por hectárea.



Distribución del producto en función del desarrollo de la vegetación

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



El índice de volumen permite corregir la cantidad de producto en función del desarrollo foliar en el ciclo de cultivo.

La comprobación del caudal aplicado puede hacerse para el conjunto de las boquillas con un cronómetro para verificar la cantidad de líquido que sale del depósito en la unidad de tiempo.



Condiciones de utilización y prestaciones

- Para aplicación de insecticidas y fungicidas en cultivos con elevado desarrollo foliar.
- El caudal de aire producido debe ser suficiente para desplazar el que contiene la vegetación en la zona de tratamiento, contando con un coeficiente de expansión de 3.
- Modificando el tamaño de las boquillas (caudal) y la presión de trabajo se ajusta el volumen de aplicación y el tamaño medio de las gotas pulverizadas. Presiones de trabajo normales entre 5 y 20 bar.
- Boquillas recomendadas: turbulencia y abanico.
- Potencia: suspendidos: 40 a 68 CV (30-50 kW); arrastrados: 75 a 88 CV (55-65 kW).
- Velocidad de trabajo: 2 a 6.0 km/h; eficiencia en parcela: 0.35 a 0.65 (se reduce a medida que aumenta el volumen aplicado).

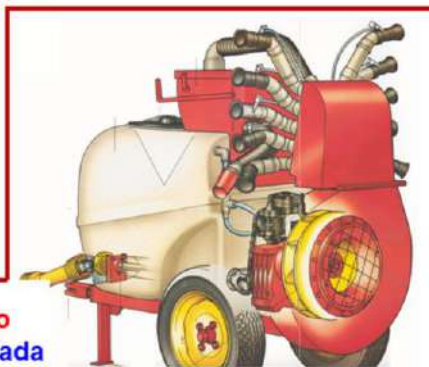


Equipos de aire



Pulverizador hidroneumático

- Distribución extensiva >150 L/ha
- Gran caudal de aire a baja velocidad



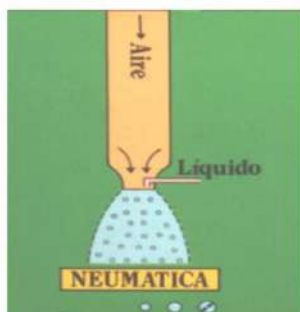
Pulverizador neumático

- Penetración concentrada
- Bajo volumen (entre 20 y 200 L/ha)

Continúa con las características específicas de los pulverizadores neumáticos.



Pulverización neumática



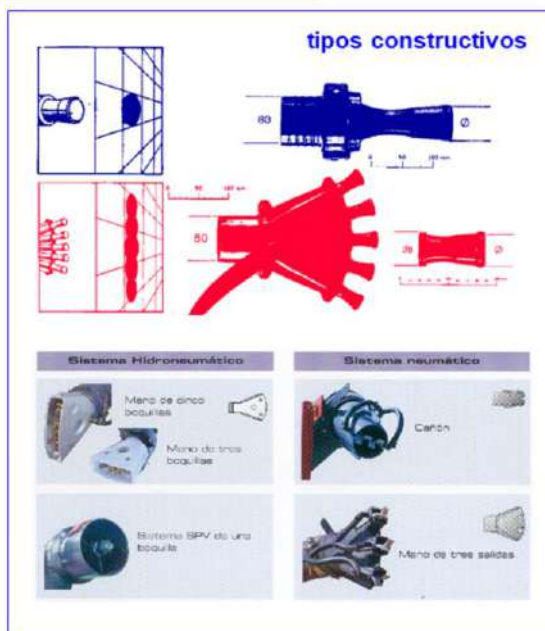
Tamaño de las gotas:
 $d_{v/s} = 5000 / v$

Aumento velocidad:

- gotas más finas

Relación aire/líquido:

- 3 / 1 en peso
- 0.8 a 2.4 m³ aire/litro



La boquilla neumática produce gotas al chocar una corriente de aire con el líquido que llega a baja presión. El tamaño de las gotas depende de la velocidad del aire y de la forma de la boquilla.

La cantidad de aire por litro de producto pulverizado es muy elevada, al igual que la velocidad que puede superar los 100 m/s. Esto tiene como consecuencia un alto consumo de energía, por lo que solo se utilizan los pulverizadores neumáticos en aplicaciones con bajo volumen de líquido.



Elementos principales

- **Depósito** para el caldo, resistente y fácil de limpiar, con un sistema de vaciado total y boca de llenado dotada de cierre hermético.
- **Bomba de transferencia de baja presión.**
- **Sistema de aire** formado por un ventilador centrífugo que proporciona **bajo volumen de aire a gran velocidad** con salidas independientes (cañón) o agrupadas (manos) que orientan la corriente de aire para adaptarse a las zonas de la vegetación.
- **Filtros** con tamaño de malla adecuado a las dimensiones de los pasos calibrados que se utilizan para controlar el caudal de caldo que llega a los difusores.





Tipos de pulverizadores neumáticos



boquillas neumáticas



En los tratamientos con cañón se aprovechan unas condiciones de viento atmosférico favorable para llegar al cultivo.



Tipologías de los pulverizadores neumáticos

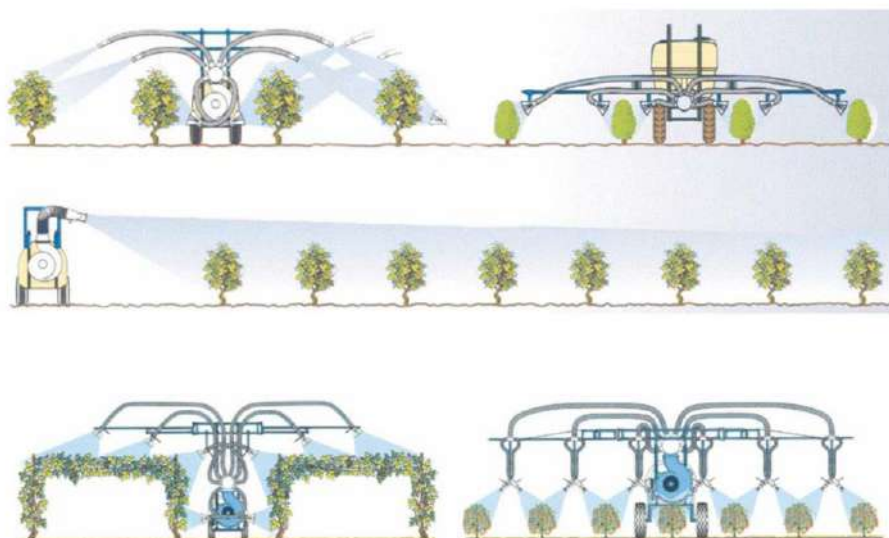
- Equipos **arrastrados o suspendidos** en el enganche tripuntal del tractor **con salidas independientes** que se localizan en las proximidades de la zona tratada.
- Equipos **motorizados de mochila** con una sola salida para tratamientos localizados.
- Equipos con salida **tipo cañón** para realizar **tratamientos en bajo volumen de caldo a gran distancia** entre pasadas contiguas para aplicar insecticidas aprovechando corrientes de aire atmosférico.

Tipos	pequeños	medianos	grandes
Caudal aire (m ³ /h)	1.200 a 3.000	3.500 a 5.000	6.000 a 10.000
Depósito (L)	100 a 200	200 a 600	400 a 150
Cañón : alcance vertical / horizontal (m)		10-15 / 20-30	15-20 / 30-45



Adaptación de las salidas de aire

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



En los tratamientos localizados se necesita situar las salidas de aire en las proximidades de las zonas tratadas.



Pulverizador hidroneumático como alternativa al pulverizador neumático

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



En algunos tratamientos se sustituye la pulverización neumática por la hidráulica de alta presión. Estos pulverizadores hidroneumáticos son un alternativa a los pulverizadores neumáticos en tratamientos sobre la viña.



Pulverización neumática sobre cultivos bajos

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Hay algunos pulverizadores de barras que utilizan boquillas neumáticas. Pueden realizar pulverizaciones en bajo volumen de líquido para aplicar algunos fungicidas (pulverización “seca”)



Condiciones de utilización y prestaciones

- Para aplicación de insecticidas y fungicidas en cultivos con elevado desarrollo foliar en los que se necesita buena penetración en zonas específicas, como en el racimo de la vid.
- Volúmenes de caldo de menos de 200 L/ha.
- El caudal de aire producido debe ser suficiente para desplazar el que contiene la vegetación en la zona de tratamiento, contando con un coeficiente de expansión de 3.
- La velocidad del aire debe ser elevada (unos 100 m/s) para que se produzca la pulverización. La rotura accidental de las tuberías de aire les hace perder eficiencia.
- Difusores adaptados al tipo de tratamiento (cañones y manos).
- Potencia: suspendidos: 40 a 68 CV (30-50 kW); arrastrados: 75 a 88 CV (55-65 kW).
- Velocidad de trabajo: 2 a 4 km/h; eficiencia en parcela: 0.35 a 0.65 (se reduce a medida que aumenta el volumen aplicado).



Resumen de características constructivas básicas (atomizadores y nebulizadores-1)

- Sistema de aire eficiente, con **colector y deflectores adaptados al tipo de plantación.**
- Depósito resistente, fácil de limpiar (plásticos o acero inoxidable)
- Bombas volumétricas (pistón o pistón-membrana) para presiones que pueden superar los 20 bar.
- Sistemas de regulación por presión (el sistema **Caudal Constante -CC-** se considera suficiente).
- Sistema de **barras portaboquillas** adaptado a las salidas de aire y que **no distorsionen el flujo del aire.**



Resumen de características constructivas básicas (atomizadores y nebulizadores-2)

- **Filtros escalonados** y con mallas apropiadas para el tipo de boquillas que se utilizan.
- **Boquillas** en buen estado y adecuadas al tipo de aplicación (hidráulicas o neumáticas según el equipo considerado).
- **Elementos complementarios recomendables:**
 - Depósito mezclador con dispositivo de limpieza de envases.
 - Depósito con agua para el enjuagado (diferente del de agua limpia).
 - Protección que evite la entrada de hojas hasta las rejillas que protegen el ventilador.



Curso de Maquinaria Agrícola

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Equipos para el cuidado y la protección de las plantas

Espolvoreadores



Espolvoreadores



- Aplicación de productos insecticidas y fungicidas, cuya **materia activa impregna un producto pulverulento** que, por el tamaño de las partículas (150 μm), **tiende a mantenerse en suspensión en la atmósfera sobre la corriente de aire generada por un ventilador.**



Características de los espolvoreadores



Pueden establecerse tres grupos:

- de acción manual.
 - mecánicos para tractor.
 - derivados de los pulverizadores neumáticos.
-
- En todos los casos se utiliza una **tolva** **dotada de un sistema de agitación** para evitar que el polvo forme bóveda, con una **salida inferior dotada de rejilla** para impedir el paso de terrones, que pone el producto en comunicación con la **tubería de aire procedente del ventilador**, para continuar hasta el exterior a través de **una o varias lanzas o cañones**.



Espolvoreadores manuales y mecánicos pequeños



Manuales:

- Tolva de 5-8 L de capacidad.
- Ventilador o fuelle para la impulsión de la corriente de aire.
- Salida de aire tipo lanza con tubería aplastada.
- Accionamiento manual o mediante motor de 1.5 a 2.2 CV.

Mecánicos pequeños

- Tolva de 50-70 L
- Turbina accionada por un motor de 5-6 CV, o por la toma de fuerza.
- Una o dos salidas orientables para realizar tratamientos sobre 2-4 líneas en viñedos bajos.





Espolvoreadores mecánicos grandes



- **Tolva de 100-125 L y turbina accionada por un motor de 4-5 CV, o por la toma de fuerza.**
- **Dos salidas por cada lado orientables para realizar tratamientos sobre 4-6 líneas en viñedos bajos.**
- **Para aplicaciones en la viña se comercializan equipos arrastrados con capacidades de tolva hasta de 1000 L.**
- **En aplicaciones sobre masas forestales se utilizan máquinas con tolva de mayor capacidad y ventiladores más potentes que permiten formar **nubes sobre bandas de más de 50 m** aprovechando unas condiciones atmosféricas favorables.**



Condiciones de utilización de los espolvoreadores

- Se recomiendan para aplicación de fungicidas e insecticidas en condiciones secas y cálidas, en las que se produciría con facilidad la evaporación de un producto líquido, o sin aportar líquido para controlar plagas que se desarrollan mejor en ambientes húmedos.
- En todos los casos se utiliza la técnica de la nube, que permanece tiempo suficiente sobre la zona tratada y hace que las partículas de polvo cubran toda la vegetación.
- La velocidad de avance está entre 2 y 5 km/h, con una eficiencia en parcela entre 0.35 y 0.45.



Curso de Maquinaria Agrícola

Equipos para el cuidado y la protección de las plantas

**Pulverizadores centrífugos y
termoneumáticos**



Criterios para clasificar los equipos de aplicación

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Formación de la gota	Transporte de la gota	Denominación
Presión de líquido	Energía cinética	Pulverizador hidráulico
	Corriente de aire	Pulverizador hidroneumático
Corriente de aire	Corriente de aire	Pulverizador neumático
Fuerza centrífuga	Viento atmosférico	Pulverizador centrífugo
	Corriente de aire	
Gases de escape	Condensación	Termonebulización
Campo electromagnético	Campo electromagnético	Pulverizador electrodinámico

Constituyen una alternativa en determinadas condiciones, como tratamientos en ultra bajo volumen (aéreos o terrestres) o en el interior de recintos cerrados.



Pulverizadores centrífugos



Pulverización:

- Fuerza centrífuga

Transporte:

- Corriente de aire / viento

- Aplicación en bajo volumen (menos de 50 L/ha).
- Espectro de gota homogéneo.
- Dificultad para controlar la trayectoria de las gotas.

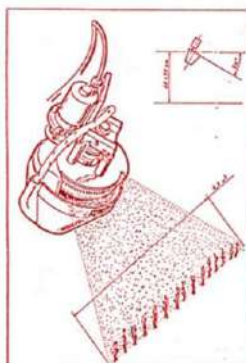


Población de gota controlada

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



**Pulverización
hidráulica**



**Pulverización
centrífuga**



Con gota de pequeño tamaño y muy homogénea se puede realizar aplicaciones en muy bajo volumen de líquido. Los equipos de mochila con boquillas centrífugas son muy utilizados para aplicar herbicidas de acción sistémica (glifosato).



Pulverizador centrífugo para cultivos bajos

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

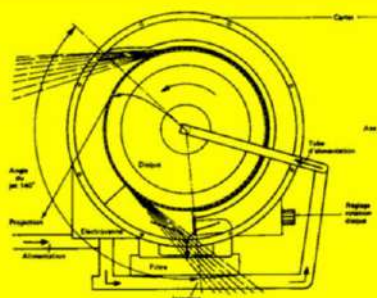


También hay equipos de barras para cultivos bajos que utilizan la pulverización centrífuga, como el Girojet de Tecnomá.



Caracterización de la población de gotas de los pulverizadores centrífugos

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Estabilidad en función del caudal

Caudal	0.6 L/min	1.0 L/min
VMD	681	703
NMD	554	550
span	1.23	1.28

Estabilidad en función del régimen de giro

Régimen	500 r/min	1000 r/min	1500 r/min
VMD	703	533	203
NMD	550	421	160
span	1.28	1.27	1.27

Los valores que se presentan en estas tablas permiten analizar las características de la población de gotas formadas (homogeneidad y tamaño)



Pulverizadores termo-neumáticos



Pulverización:

- Corriente de aire / calor

Transporte:

- Condensación en nube
- Aplicaciones en recintos cerrados o formando nubes.
- Mínima dimensión de las gotas ($< 50 \mu\text{m}$).
- Necesidad de contar con atmósfera húmeda y en calma.

La gota de muy pequeño tamaño permite formar nubes en condiciones de alta humedad relativa (atmósfera) o realizar tratamientos en el interior de los invernaderos con muy buen cobertura y penetración.



Curso de Maquinaria Agrícola

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Equipos para el cuidado y la protección de las plantas

**Control periódico de los
equipos de aplicación**



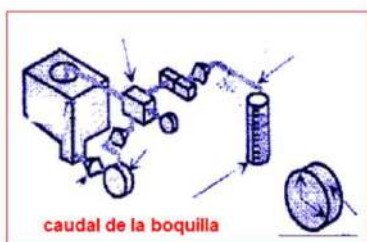
Factores que condicionan una buena aplicación

- **Equipo apropiado:**
 - Técnica adecuada para el tipo de aplicación.
 - Características certificadas por el fabricante (UNE-EN 907 y 12 761).
- **Buen estado de funcionamiento:**
 - Calibración periódica.
 - Inspección técnica programada (UNE-EN 13 790).
- **Capacitación del operador.**
- **Condiciones meteorológicas favorables y oportunidad del tratamiento.**

Estos controles permiten mantener en buen estado los equipos de aplicación para conseguir tratamientos eficaces y respetuosos con el ambiente.



Calibración sistemática de campo



caudal de la boquilla



cobertura (gotas/cm²)

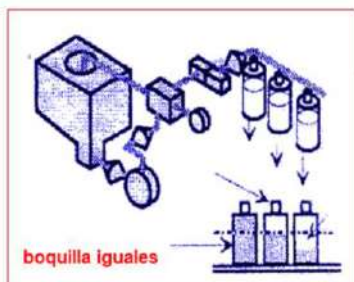


Deben realizarse antes y durante los tratamientos.

- 1.- Medir el caudal de la boquilla con equipo inmovilizado. Material necesario: probeta graduada y cronómetro.
- 2.- Control de la cobertura en campo. Material necesario: papel hidrosensible.



Calibración al comienzo de campaña



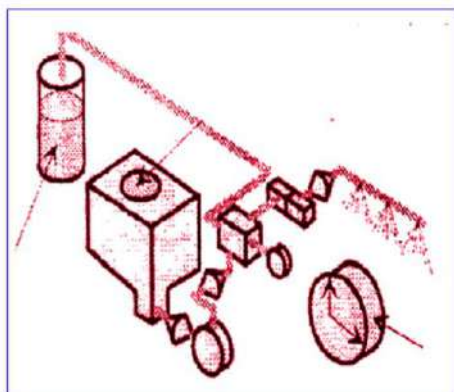
Se recomienda realizar esta calibración al comienzo de la campaña de tratamientos. Si se utiliza el banco de distribución se detecta, además de las diferencias de caudal de las boquillas, los daños en las barras porta boquillas.

Las diferencias entre boquillas no deben superar el 10% con respecto a la media.



Calibración de equipos antiguos (caudal de la bomba y estado del manómetro)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



**Retorno mínimo del 15% con
boquillas de elevado caudal**



Permiten determinar el estado de la bomba (desgaste) así como el de los manómetros.



Recomendaciones para una actuación responsable

**Puntos críticos para una aplicación de
fitosanitarios compatible con el ambiente**



Elegir un producto eficaz que respete el medio ambiente

- Para ello se necesita **conocer la plaga** que afecta al cultivo. Se recomienda elegir un producto apropiado, preferentemente de baja toxicidad, y que no afecte a la fauna terrestre y acuícola, al la vez que respete a los enemigos naturales de las plagas.
- No utilizar más que los **productos autorizados**, siguiendo en todo momento lo que especifica la etiqueta del envase.
- Respetar las **dosis indicadas en la etiqueta**, para evitar que los niveles de residuos en las cosechas entrañen riesgos para los consumidores.



Antes de realizar la aplicación

- **Almacenar** los productos en un local apropiado y cerrado con llave.
- Leer detenidamente la **etiqueta del producto** y las recomendaciones de empleo antes de comenzar la utilización.
- **Protegerse** de manera adecuada a la toxicidad del producto: guantes, gafas, máscara, botas, traje...
- Verificar regularmente y mantener en **buen estado el equipo** de aplicación.
- Controlar el **llenado del depósito**, evitando derrames y contaminación de las fuentes de abastecimiento; mezclado conforme a las recomendaciones fijadas para cada producto.
- Realizar el **triple enjuagado** de los envases, vertiendo el sobrante en la cuba del pulverizador, y llevar los envases al lugar señalado para su eliminación.



La base fitosanitaria (1)



Zona de almacenamiento:

- Accesibilidad
- Puerta con apertura hacia el exterior.
- Aislamiento y señalización
- Espacio y ventilación
- Material absorbente



Zona de preparación del aplicador:

- Prevenir riesgos de contaminación e intoxicación
- Preservar la salud de los aplicadores

- Almacenamiento EPI (nuevas y en uso)
- Lavabo, ducha...
- Aireación, iluminación y ventilación

Protección personal adaptada al producto

Buenas Prácticas Agrícolas: No solo incluyen las operaciones de campo, sino que también forman parte de ellas lo que se conoce como la “base fitosanitaria:

La base fitosanitaria comprende infraestructura y procedimientos para poner en operación el equipo de aplicación, recomendaciones para el almacenamiento de los productos, prendas de protección personal, preparación del producto y diluyente, lavado y descontaminación.



Ropa de protección

MINISTERIO
DE EMPLEO
Y SEGURIDAD SOCIAL



Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

	MEZCLA/CARGA	APLICACIÓN		LIMPIEZA	
Tarea		Aplicación por tractor 		Aplicación manual 	
Parte del cuerpo potencialmente expuesta					
Equipos de protección recomendados en cada tarea					

La ropa de tipo 4 es un tipo de ropa de protección química que se recomienda en caso de gran exposición a caldo de aplicación (pulverizado, sin presión), mientras que la ropa de tipo 6 se aconseja en caso de que la exposición sea limitada, NO siendo previsible el contacto con gran cantidad de líquido. La ropa de tipo 6 puede complementarse con prendas de protección parcial impermeables en caso de que pudiera existir una exposición más importante en zonas concretas del cuerpo. Las prendas de protección parcial también pueden emplearse solas en tareas concretas. Los guantes de protección química han de emplearse SIEMPRE, sobre todo en tareas de mezcla/carga. De forma general, la ropa de protección se puede complementar con pantallas faciales, gorras, botas... según sean las condiciones de trabajo.



La base fitosanitaria (2)



Zona preparación de producto:

- Pesado y dosificación para añadirlo sobre el diluyente, asegurando la trazabilidad
- Evitar riesgos de error en la dosis y contaminación con el producto concentrado



- En el interior o al aire libre (protección intemperie)
- Punto de agua, material de pesado, recipientes graduados...
- Banco de apoyo
- Suelo hormigonado (recuperación de vertidos)

Zona de llenado del pulverizador:

- Preparación del caldo (diluyente)
- Evitar vertidos y facilidad de acceso
- Control del volumen de agua



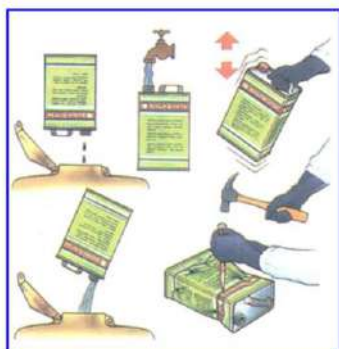


La base fitosanitaria (3)

Zona de lavado y descontaminación:

- Limpieza y descontaminación del equipo
- Asegurar el buen estado del equipo con un buen mantenimiento

- Agua a alta o a baja presión
- Recuperación del agua utilizada



Limpieza y eliminación de envases:

- Llenar (1/4) con agua tres veces el envase.
- Tapar el envase, agitarlo y verter en el depósito del equipo de pulverización.
- Dejarlo escurrir sobre el depósito durante 30 s (servicio de recogida de envases).

En el manual de “Buenas prácticas agrícolas en la aplicación de fitosanitarios” accesible por Internet se puede encontrar información complementaria sobre la “base fitosanitaria”



Durante la aplicación

- Elegir, cuando sea posible, los **periodos de tiempo** en los que no se perjudique a los enemigos naturales de las plagas, o a insectos beneficiosos como las abejas (evitar las horas centrales del día).
- **No tratar en días lluviosos** en los que se produciría el arrastre de los productos.
- No realizar aplicaciones en las proximidades de los **cursos de agua, balsas y acequias**
- Realizar las aplicaciones en **condiciones atmosféricas favorables**, especialmente viento y temperatura, que garanticen un bajo nivel de deriva, evitando siempre el arrastre de los productos fuera de las zonas de tratamiento.
- **Ajustar la pulverización** (volumen de caldo, tamaño de gotas, aire de apoyo, etc.) a las condiciones ambientales y del cultivo.



Distancias (bandas) de seguridad

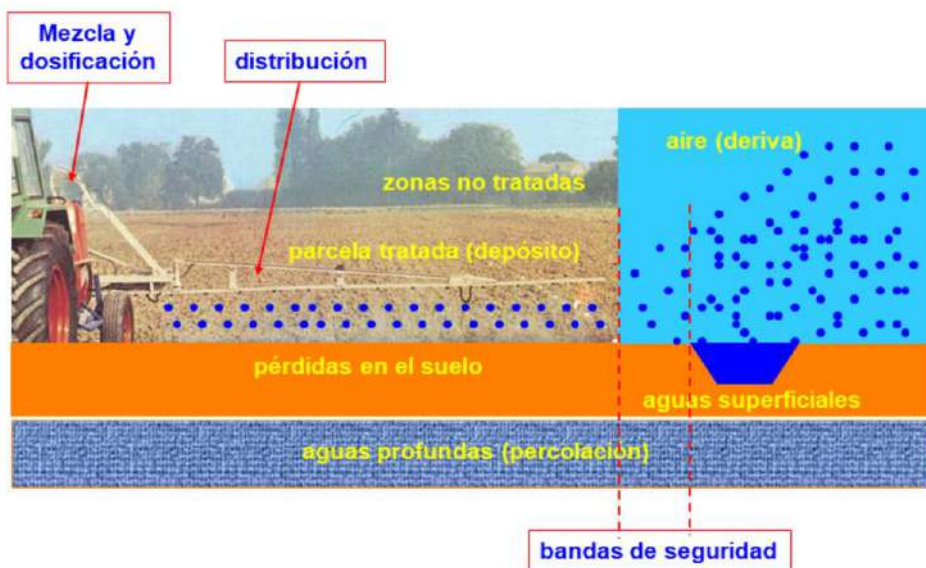


En determinadas áreas geográficas se han establecido distancias de seguridad para la realización de los tratamientos. Se refieren a las separaciones con respecto a zonas pobladas, escuelas y cauces de agua. Esta distancia está condicionada por la deriva esperada en función del tipo de tratamiento.



Distancias de seguridad con pulverizadores de barras

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



La distancia de seguridad debe estar en función de las condiciones ambientales y del tipo de boquillas utilizadas.



Distancias de seguridad con pulverizadores hidroneumáticos y neumáticos

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



En el caso de los tratamientos con equipos de aire las bandas de seguridad establecidas suelen ser mayores que para las aplicaciones sobre cultivos bajos.



Después de la aplicación

- Respetar el **plazo de seguridad** entre el último tratamiento y la cosecha, o la entrada de animales al campo.
- **Limpiar el pulverizador** con agua, eliminando los fondos de lavado del depósito y conducciones sobre la parcela tratada.
- Limpiar los equipos de **protección personal**. Lavarse las manos y tomar una ducha.
- **Eliminar los residuos y envases** de manera segura para el ambiente.

EN TODO MOMENTO SIGA LAS RECOMENDACIONES DE LAS ETIQUETAS DE LOS PRODUCTOS Y DEL MANUAL DEL OPERADOR DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS



Curso de Maquinaria Agrícola

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Equipos para el cuidado y la protección de las plantas

Inspección periódica obligatoria

En los países de la Unión Europea es obligatorio el control periódico de los equipos para la aplicación de productos fitosanitarios.



Inspección y control administrativo de los equipos de aplicación

Los antecedentes:

- **Decreto del Ministerio de Agricultura de 17 de septiembre de 1942 y OM de 16 de diciembre de 1942:**
 - Inspección obligatoria de las fábricas por las Jefaturas Agronómicas.
 - Registro obligatorio de los equipos en el mercado y marcado de los mismos con troquel.
- **RD 3349/1983 – Reglamentación Técnico-Sanitaria.**
- Empresas de aplicación para servicio a terceros:
 - **Obligatoriedad de Inscripción (Art. 4.5).**
 - **Cualificación del personal de las mismas (Art. 6.4).**
- Condiciones en los materiales en contacto con plaguicidas (Art. 6.5).
- **OM de la Presidencia de 8 de marzo de 1994:**
 - programas de los cursos para obtención del carné profesional;
 - dos niveles y piloto aplicador.



Ley 43/2002; de Sanidad Vegetal

- **Art. 23.4 Medios de defensa fitosanitaria utilizados adecuadamente.**
 - **Art. 41.2 Utilización de productos. Revisiones periódicas de equipos en empresas de servicios.**
 - **Art. 47.3 c) Centros de inspección técnica.**
-
- **Directiva 2009/128/CE. Uso sostenible de los plaguicidas.**
 - **Art. 8. Inspección de los equipos en uso**
 - **Anexo II. Requisitos para la inspección**
 - **RD 1702/2011. Transposición a la legislación española de la Directiva 2009/128/CE.**
 - **Las inspecciones se realizan en las ITEAF (unidades de inspección) utilizando la norma UNE-EN 13790 (ISO 16122).**

Manual de inspección de equipos de aplicación de fitosanitarios en uso.

E. Gil Moya, F. Gracia Águila, A. Escolà Agustí (MAGRAMA)

www.magrama.es/es/agricultura/temas/medios-de-produccion

En el “Manual de inspección de equipos de aplicación de fitosanitarios en uso”, que se puede descargar de la Web del MAGRAMA, se da una información completa de cómo se realizan estas inspecciones.



UNE-EN 13790 (resumen)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Apartado	Requisito	Inspección / ensayo funcional	Medición	Observaciones
4.1	Componentes de transmisión de potencia	X		
4.2	Bomba			
4.2.1	- Capacidad		X	
4.2.2	- Pulsaciones	X		En el indicador de presión
4.2.3	- Válvula de seguridad, si procede	X		
4.2.4	- Fugas	X		
4.3	Agitación	X		Llenado a la mitad del depósito
4.4	Deposito principal			
4.4.1	- Fugas	X		
4.4.2	- Cesta / tamiz	X		En el orificio de llenado
4.4.3	- Rejilla	X		En el incorporador de producto
4.4.4	- Compensación de presión	X		
4.4.5	- Indicador de nivel	X		
4.4.6	- Sistema de vaciado (recuperación de líquido)	X		
4.4.7	- Dispositivo antretomo	X		
4.4.8	- Incorporación de producto, si procede	X		Fiable
4.4.9	- Dispositivo de limpieza, si procede	X		Fiable
4.5	Sistemas de medida, control y regulación			
4.5.1	- Fiabilidad / fugas	X		Fiable
4.5.2	- Operatividad (funcionamiento)	X		
4.5.3 - 4.5.6	- Indicador de presión	X	X	
4.5.7	- Otros dispositivos de medida		X	
4.6	Conducciones y tuberías			
4.6.1	- Fugas	X		A la presión máxima de trabajo
4.6.2	- Flexibilidad / abrasión	X		
4.7	Filtros			
4.7.1	- Presencia de filtros	X		
4.7.2	- Interior sustituible	X		
4.8	Barra			
4.8.1	- Estabilidad / alineación	X		
4.8.2	- Recuperación automática	X		
4.8.3	- Bloqueo seguro en transporte	X		En posición de transporte
4.8.4	- Espaciado / orientación boquillas	X	X	Uniforme
4.8.5	- Altura de las boquillas	X	X	
4.8.6	- Pulverización sobre la barra (contaminación)	X		
4.8.7	- Protector de boquillas	X		
4.8.8	- Control de las secciones	X		En posición de trabajo
4.8.9	- Ajuste de la altura de trabajo	X		Cierre de cada sección
4.8.10	- Amortiguación, compensación de pendiente	X		
4.8.11	- Variación (pérdida) de presión		X	
4.9	Boquillas			
4.9.1	- Idénticas (unidad)	X		
4.9.2	- Goteo		X	
4.10	Distribución			
4.10.1	- Banco de distribución transversal		X	
4.10.2	- Caudal de las boquillas		X	

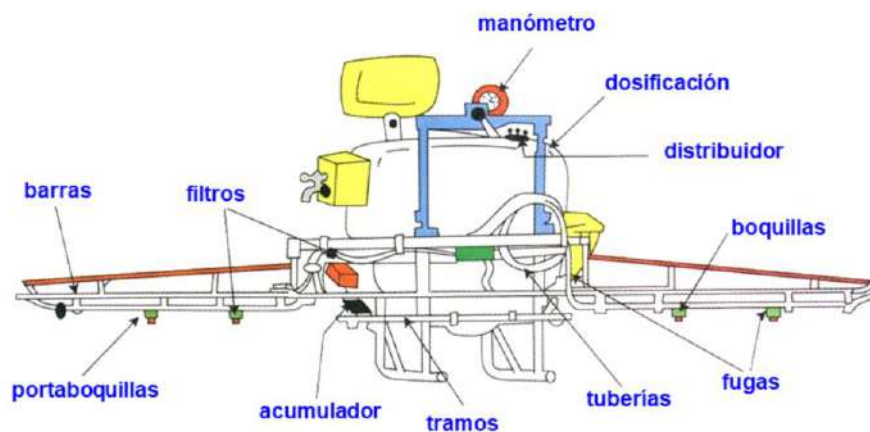
NOTA
 Inspección: comprobación sobre la máquina de la existencia (presencia) del requisito.
 Ensayo funcional: verificación en condiciones de trabajo del funcionamiento correcto del pulverizador o de un componente.
 Medición: determinación de un valor mediante un dispositivo o instrumento.

La norma UNE 13790 indica la forma en la que se realizan las inspecciones de los equipos de aplicación.



Control del estado de los equipos de aplicación

Los 11 puntos críticos



Norma UNE-EN 13 790

El buen funcionamiento de un equipo depende del estado en lo que se considera 11 puntos críticos. Previa a la presentación del equipo a una inspección “administrativa” el usuario puede verificar el estado de su equipo para tener la seguridad de que supera el control.

Seguidamente se da una lista de las verificaciones que hay que realizar.



Inspección de componentes esenciales (1)

INSPECCIÓN

Seguridad mecánica: La protección de la TDF está en su sitio y en buen estado. **sin defecto**

No se aprecian elementos mecánicos peligrosos

Ligeros deterioros en la protección de la TDF **def. leves**

Deterioro en alguna de las protecciones mecánicas del equipo

Carece de protección en el eje de TDF o la protección está inservible **def. graves**

Hay elementos mecánicos sin protección o con protección retirada

Bomba principal: Dispone de placa de características: si / no

Caudal nominal (L/min) Presión máxima (bar)

Tipo de bomba pistones membrana engranajes otros

Se encuentra en buen estado y limpia, sin que se aprecie pérdidas por goteo **sin defecto**



Inspección de componentes esenciales (2)

Hay abrazaderas deterioradas y se aprecia goteo de tuberías en las conexiones	
En el caso de que la bomba no esté en buen estado realizar una prueba de funcionamiento para ver si se producen pulsaciones en la pulverización	def. graves
Verificar que con la bomba en marcha y las boquillas cerradas se produce la agitación del líquido en el depósito (retorno al depósito) lleno al 50%	def. graves

Depósito

si / no / na

La tapa cierra correctamente e impide la salida del caldo			
Dispone de una válvula que permite la entrada del aire a medida que se vacía			
Incluye una rejilla en la boca de llenado y esta se encuentra en buen estado			
Tiene un indicador de nivel en buen estado y visible desde el puesto de conducción			
Dispone de un dispositivo de vaciado no contaminante para el operador			
Dispone de depósito para agua limpia en buen estado			
Incorpora mezclador de producto y se encuentran en buen estado			
Puede llenarse utilizando la bomba sin riesgo de retorno del caldo a la fuente			



Inspección de componentes esenciales (3)

Sistema de pulverización y controles

si / no / na

Funcionan las válvulas de apertura y cierre sin goteo al alcance del conductor			
Funciona la válvula reguladora de presión			
El sistema de regulación es del tipo retorno proporcional (CPM) o superior			
El manómetro está visible y su diámetro es mayor de 63 mm			
La escala del manómetro es la apropiada (lectura precisa entre 1 y 10 bar)			

Tuberías y barras de pulverización

si / no / na

No se aprecian goteos ni fugas en las tuberías			
No parecen tuberías flexibles retorcidas ni con roces			
Las barras de pulverización están derechas y horizontales			
Las barras de pulverización permanecen estables y tienden a la horizontalidad			
Las barras disponen de sistemas para agustar su altura sobre el objetivo			
Las barras se pueden plegar y quedan retenidas durante el transporte			



Inspección de componentes esenciales (4)

Boquillas y posición en las barras

si / no / na

Las boquillas quedan unidas a las barras de manera segura			
Todas las boquillas están uniformemente separadas sobre la barra			
Las barras tienen la misma longitud a cada lado del plano medio			
Las boquillas son todas de la misma forma y tamaño (calibre)			
Las boquillas disponen de sistemas antigoteo en buen estado			
Las longitudes de las conducciones para los tramos de boquillas son similares			

Filtros

si / no / na

Dispone de filtro de aspiración por delante de la bomba			
Dispone de filtro (o filtros) de impulsión en los tramos de boquillas			
Los filtros pueden limpiarse sin pérdida de caldo (salvo el contenido en el mismo)			

En el caso de que se detecten defectos en el pulverizador conviene corregirlos antes de llevarlo a al inspección.



Curso de Maquinaria Agrícola

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Equipos para el cuidado y la protección de las plantas

**Certificación de características (voluntaria)
Norma UNE-EN 907 y 12761 (ISO 4254/6)**

Hay laboratorios de ensayo, públicos y privados, que pueden realizar la “certificación de características” de los equipos de pulverización nuevos conforme a las Normas Técnicas.

Esta Certificación es voluntaria. Al adquirir un equipo que dispone de esta certificación se tiene la seguridad de que pasará las inspecciones periódicas establecidas como obligatorias, siempre que el usuario lo mantenga en buen estado.



Baco de ensayo (laboratorio)

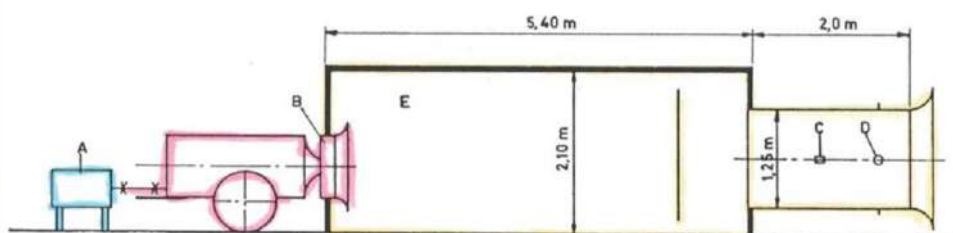


Centro Tecnológico del Metal (Murcia)

Para los pulverizadores de barras se utilizan bancos de canaletas que permiten determinar la homogeneidad en la distribución superficial.



Caudal de aire impulsado por el ventilador



salida



entrada

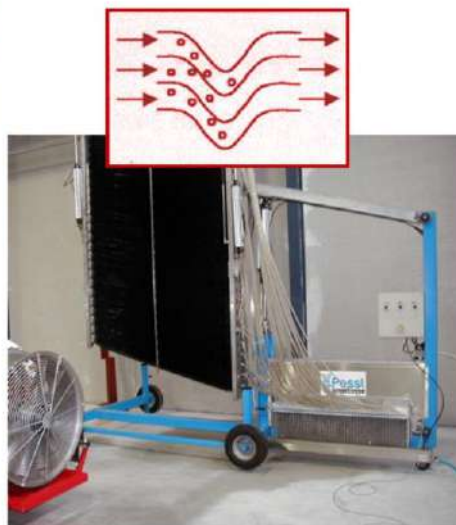


Para los pulverizadores hidroneumáticos y neumáticos se necesita instrumentación para determinar el caudal de aire que impulsan los ventiladores.



Caudal recibido a diferentes niveles

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Además, se determina el perfil de distribución sobre la plantación con banco de recogida vertical.



Red Europea de Laboratorios



SERVIZIO DI ACCERTAMENTO DELLE CARATTERISTICHE FUNZIONALI E DELLA SICUREZZA DELLE MACCHINE AGRICOLE

CERTIFICATO n° 05 - 076a



IBRIDATRICE Y 10007
Indirizzo: 05-076a - y 10007; 05-076c - y 0000; 05-076d - y 0007
DITTA COSTRUTTRICE: DRAGONE SNC DI BOERI & C.
Via G. Abbate, 109 - 10054 Castagnole Lanze (AT)

RELAZIONE DI CONSULENZA ISPESI. n. PC/0098

Roma, 1998

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

ENTAM FULL MEMBER

- BLT** - Bundesanstalt für Landtechnik (Bauernhausstraße 1, A - 3250 Wieselburg - AUSTRIA)
 - CEMAGREF** - Centre National de Mécanisme Agricole du Génie Rural des Eaux et Forêts (Place de Tourville BP22 92162 Antony Cedex - FRANCE)
 - DIAT** - Danish Institute of Agricultural Science (P.O. Box 530 DK - 8700 Horsens - DENMARK)
 - DLG** - Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e. V. (Dachauer Landstraße 122, D-60489 Frankfurt am Main GERMANY)
 - ENAMA** - Ente Nazionale per la Meccanizzazione Agricola (Via L. Spallanzani, 22a 00191 Roma - ITALY)
 - FAT** - Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (3228 Zollikon B, Aadorf - SWITZERLAND)
- ASSOCIATE MEMBERS**
- EMM** - Estación de Mecánica Agrícola (Km 6.800, Carretera Nacional 1-407 Madrid - Toledo - SPAIN)
 - INA** - Agricultural Research Centre (118 Chassevoie Nieuw-B-8300 Gembloux - BELGIUM)
 - CEMA** - Generalitat de Catalunya - Departament d'Agricultura - Ramoniera i Pesca (Avingda Ramon Roana, 177 - 25008 Lleida - SPAIN)
 - MAE** - Hungarian Institute of Agricultural Engineering (M-2100 Gödöllő, Teveadók út 4 - HUNGARY)
 - ITP** - Institut Technique des Cultures et des Forêts (rue de la Prairie des Minimes - F - 75116 Paris - FRANCE)
 - IRI** - Grass Research Institute (Wheat park, Bilton, Bedford MK 45 4HD - GREAT BRITAIN)
- AFFILIATE MEMBERS**
- FAO** - Food and Agriculture Organization of the United Nations (Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome - ITALY)

Muchos laboratorios europeos están agrupados en una Red (ENTAM) que permiten intercambiar los certificados, aunque no con todos los países.