



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.-

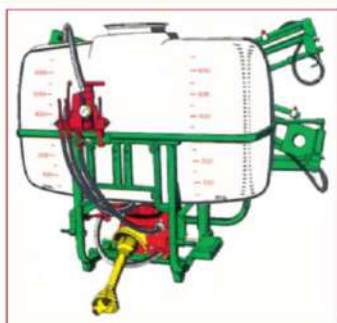
Equipos para control de plagas, enfermedades y malezas

Prof. Luis Márquez
Dr. Ing. Agrónomo

Los equipos para la aplicación de fitosanitarios constituyen la parte más importante de este capítulo.



Equipos para el control de plagas y enfermedades de los cultivos y eliminación de las malezas



- Generalmente se aplican uniformemente **productos químicos activos mezclados con un diluyente líquido**; en algunos casos la mezcla se realiza con un **producto sólido inerte**.

Disponen de:

- **Un depósito o tolva** que contiene el producto que se va a distribuir.
- **Un conjunto de salidas orientadas** en función de las características del cultivo o del producto que se aplica.



Accionamiento y propulsión



- Para ser enganchados a un tractor en su sistema tripuntal que soporta el conjunto (equipos suspendidos).
- Para ser arrastrados, en cuyo caso disponen de ruedas sobre las que se desplazan, enganchados al tractor (equipos semisuspendidos y arrastrados).
- También se comercializan equipos autopropulsados y manuales.
- El accionamiento de los dispositivos de impulsión para el producto químico diluido (sólido o líquido) en los equipos suspendidos y arrastrados se realiza mediante la toma de fuerza.



Tipos de equipos de aplicación



- La distribución se consigue a partir elementos situados sobre una barra que cubre toda la anchura de trabajo, o de un cuerpo central, en cuyo caso se suele utilizar una corriente de aire para hacer que el producto alcance el objetivo



- Pulverizadores hidráulicos de barras
- Atomizadores (pulverizadores hidroneumáticos)
- Pulverizadores neumáticos (nebulizadores)
- Espolvoreadores

Los cuatro grupos indicados son los más importantes, aunque también hay otros como los pulverizadores centrífugos, o los termonebulizadores, de gran interés en determinadas situaciones agrícolas.

Inicialmente se desarrollan los 4 primeros grupos y posteriormente se hace una referencia a los otros equipos.



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)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



- 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.

En este subgrupo se encuentran los equipo de mochila motorizados, en los que el motor acciona el ventilador que genera la 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 sobre la salida de aire.**



Curso de Maquinaria Agrícola

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Equipos para el cuidado y la protección de las plantas

Tecnología de la pulverización

Los procesos de formación de las gotas, el tamaño de las gotas y su movimiento en el aire son muy importantes para conseguir tratamientos fitosanitarios eficaces. Por ello, antes de iniciar la descripción de los equipos se analiza la Tecnología de la pulverización.



Necesidad de los fitosanitarios

- Evitar las pérdidas de cosecha
- Garantizar el suministro de alimentos
- Mejorar la calidad de las cosechas
- Sin riesgo para el entorno
- Compatibilidad con la lucha integrada

Con los conocimientos disponibles no se puede prescindir de los productos fitosanitarios sin que se produzca una drástica reducción de las cosechas. Esta utilización debe ser eco-compatible y sostenible en el tiempo.



El equilibrio “natural”

- **El ambiente al servicio de la Humanidad**
- **Código de conducta aplicación plaguicidas (FAO)**
- **Productos tóxicos o dosis tóxica**
- **Efectos cancerígenos**
- **Nuevos productos (materias y formulados):**
 - Muy selectivos
 - Descomposición rápida
 - Baja percolación y volatilidad
 - Formulación fácil de manejar en envases apropiados
- **Calidad de los equipos**
- **Mejora de la formación del agricultor**

Es importante respetar en las aplicaciones los Códigos de “Buenas Prácticas Agrícolas”.

La toxicidad de un producto depende de la dosis utilizada. Hay muchos productos fitosanitarios menos tóxicos que algunos productos alimenticios (sal común) o de usos habitual en la casa (pasta de dientes, champú...).

Cualquier molécula que pueda tener efectos cancerígenos nunca se utiliza para desarrollar productos fitosanitarios.

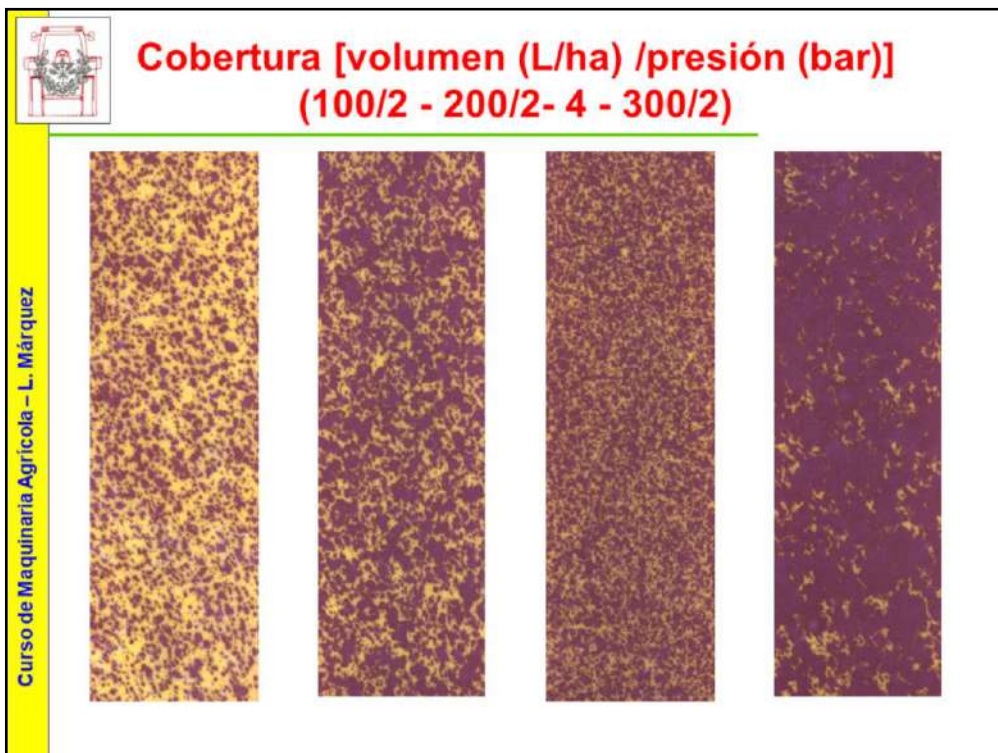
La autorización para comercializar un producto fitosanitario solo se concede después de pruebas exhaustivas de laboratorio y campo en aplicación del principio de precaución.

Son importantes la calidad de los equipos y al formación del operador que realiza las aplicaciones.



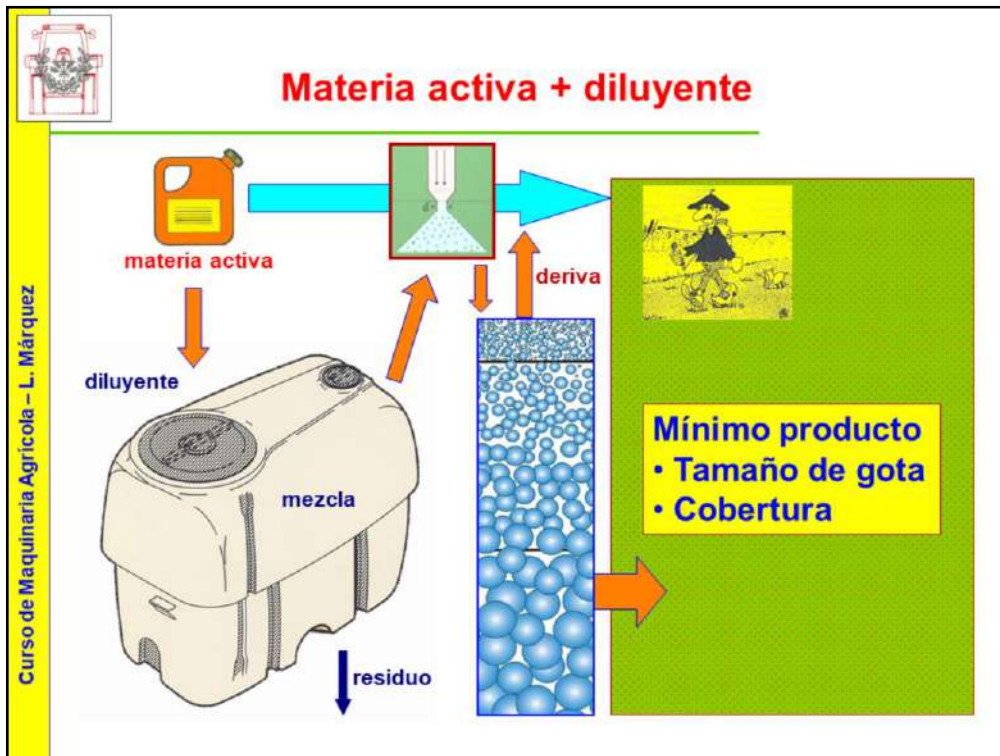
Una buena aplicación

- **Mezcla homogénea** del contenido del depósito (materia activa y diluyente).
- **Volumen de aplicación constante** en todo el campo.
- **Buena cobertura superficial** en las zonas en las que se encuentra la plaga, con gotas de tamaño apropiado.



La eficacia de un producto fitosanitario distribuido por pulverización se consigue cuando la cobertura de la zona tratada es homogénea y en un porcentaje determinado de la superficie. Se ha podido observar que es la cobertura en términos de gotas/cm² la que garantiza la eficacia de un aplicación.

Estas gotas pueden ser de diferente tamaño, lo que condiciona el volumen de aplicación.



La cantidad de materia activa contenida en el producto fitosanitario comercial es muy pequeña en término de gramos o litros por hectárea. Para poder distribuirla correctamente por pulverización hay que mezclarla con un diluyente (generalmente agua).

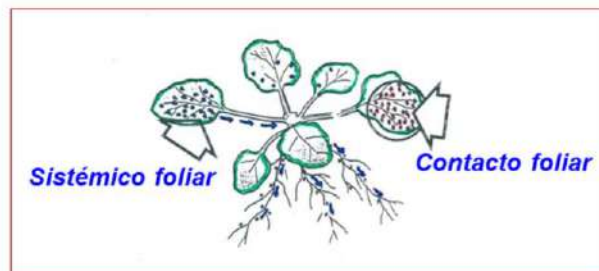
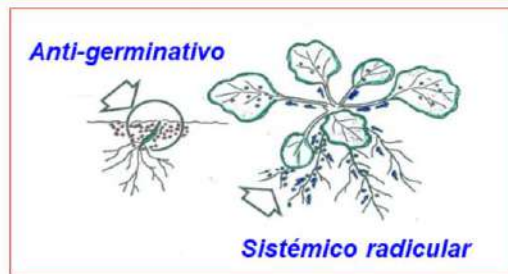
La mezcla (caldo) se distribuye homogéneamente sobre la zona en la que se realiza la aplicación.

El residuo que queda en la cuba hay que eliminarlo sin que produzca daños en el ambiente.

El tamaño de las gotas pulverizadas y la cobertura superficial condiciona la eficacia del tratamiento.



Acción de los herbicidas



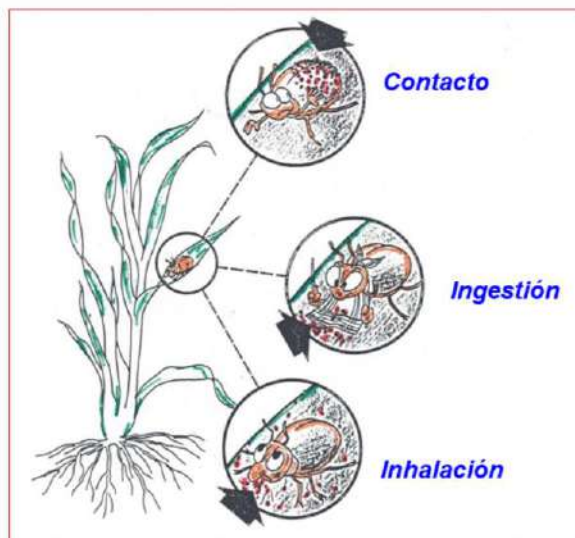
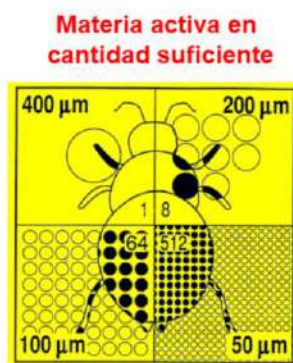
La forma de acción del producto fitosanitario condiciona la aplicación. Con un herbicida de acción radicular la aplicación se debe realizar sobre el suelo para que sea absorbido por las raíces.

Si la acción del producto es foliar debe aplicarse sobre la planta. Los de acción por contacto deben cubrir las zonas en crecimiento. Los sistémicos deben aplicarse con gota gruesa para que sean absorbidos fácilmente por la planta.



Acción de los insecticidas

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



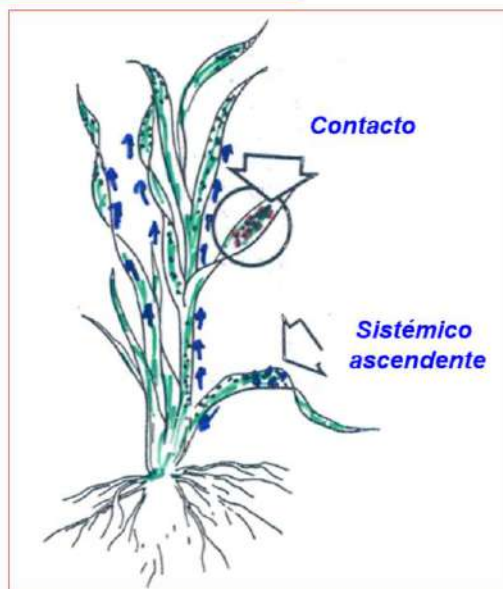
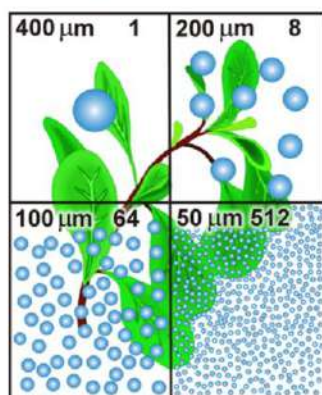
Los insecticidas deben alcanzar la zona por la que se desplazan los insectos que se necesita combatir. Las gotas producidas deben contener producto suficiente para eliminar el insecto que las reciba.



Fungicidas

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Buena cobertura superficial



Los fungicidas de acción por contacto deben cubrir la superficie de la planta sobre la que puede atacar los hongos. Esto no es necesario en los fungicidas sistémicos que son absorbidos por la planta y realizan una protección desde dentro.



Recomendaciones

Producto	Cobertura (gotas/cm ²)
Herbicida pre-emergencia	20-30
Herbicida post-emergencia	20-40
Herbicida pre-siembra	20-40
Insecticida	20-30
Fungicida	50-70

¿Volumen de aplicación?

Producto - actuación	Pulverización	Diámetro gota (μm)
Por contacto	fina	100-300
Sistémico	media	300-500
Sobre el suelo	gruesa	>500

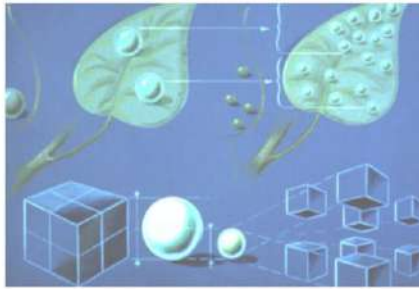
Tamaño de gota referido al VMD de la población

Estas son las recomendaciones generales para los diferentes tipos de producto. El volumen de aplicación estará en función del tamaño medio de las gotas formadas.

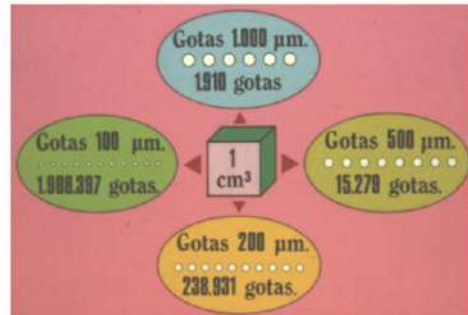
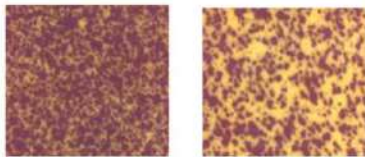


El tamaño de las gotas

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



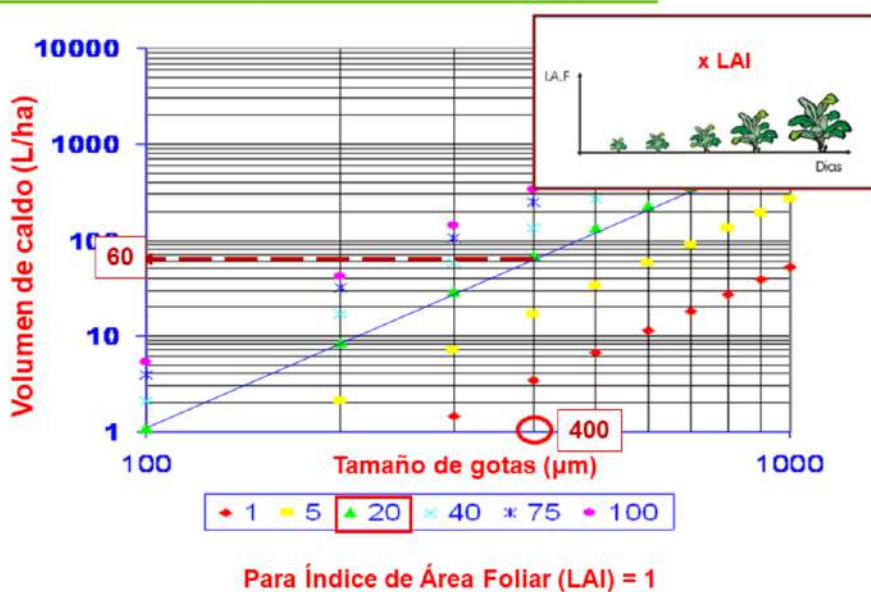
La cobertura en gotas/cm² depende del tamaño de las gotas



Con la misma cantidad de líquido el número de gotas formadas depende del tamaño de las mismas. Utilizando gotas más pequeñas la cantidad de producto necesario se reduce, siempre que se pueda controlar la trayectoria de las gotas hacia el objetivo.



Volumen de aplicación (L/ha) en función de la cobertura (gotas/cm²)



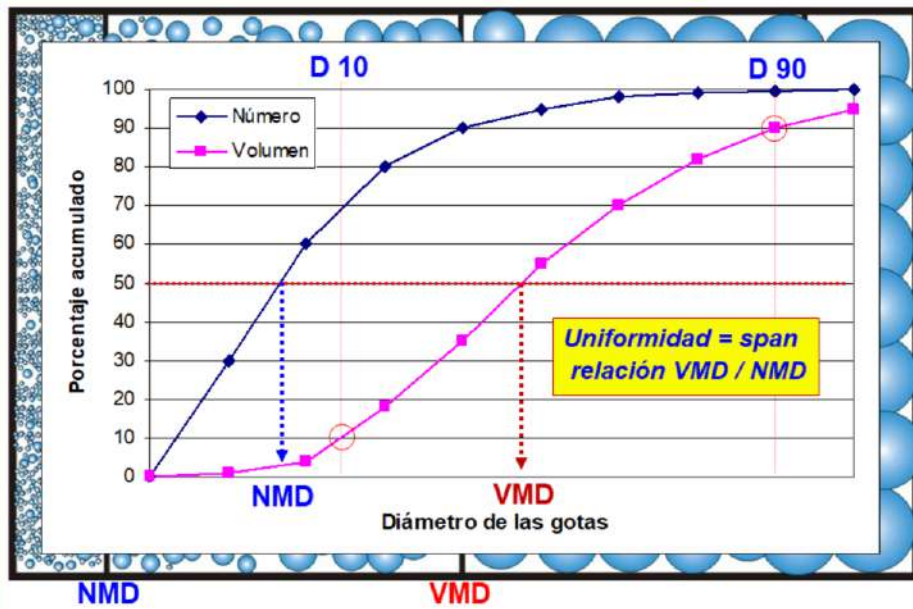
Cálculo de volumen necesario en función del tamaño medio de las gotas y la cobertura deseada.

El valor obtenido hay que multiplicarlo por el Índice de Área Foliar. También ha que considera la falta de homogeneidad de la población de gotas formadas.



Diferencia en el tamaño de las gotas que componen la población

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



La pulverización de un líquido, cualquiera que sea la técnica utilizada, no proporciona gotas en el espectro que se considera "distribución normal". Unas pocas gotas gruesas se llevan el mayor porcentaje de líquido.

Por ello, para caracterizar la poblaciones de gotas obtenidas por pulverización se utiliza la mediana volumétrica de las gotas. El VMD, o diámetro de la gota de volumen mediana, es el diámetro de la gota que divide la población de gotas formadas en dos mitades, cada una de las cuales contiene el 50% del líquido pulverizado. De igual forma el NMD es el diámetro de la gota mediana numérica. La uniformidad de la población se define por la relación entre la mediana volumétrica y la numérica (span).



Efecto de las condiciones atmosféricas sobre la deriva

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Producir gotas pequeñas permite aumentar la cobertura con la misma cantidad de caldo, pero en una atmósfera seca y cálida se produce la pérdida por evaporación de un elevado porcentaje de gotas antes de que alcancen el objetivo. Esto hace aconsejable limitar durante la pulverización el porcentaje de gotas de menos de 100 µm, aunque en los pulverizadores neumáticos especialmente desarrollados para tratamientos sobre la viña se destaca que la pérdida del 30% de las gotas de 50 µm solo significa la del 5% de líquido.



Volumen de aplicación en L/ha dependiente del Índice de Área Foliar (LAI)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

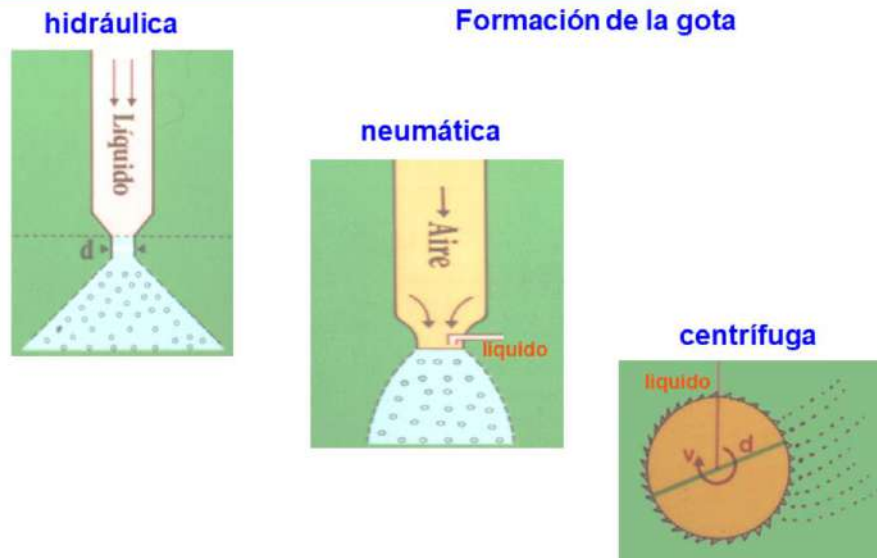
	Volumen	Cultivos bajos	Árboles y arbustos
I.A.I	Alto	> 600	> 1000
	Medio	200 - 600	500 - 1000
	Bajo	50 - 200	200 - 500
	Muy bajo	5 - 50	50 - 200
	Ultra bajo	< 5	< 50

El volumen de aplicación depende del LAI del cultivo. Una aplicación de 200 L/ha en cultivo bajo se considera de “bajo” o de “medio” volumen, mientras que en cultivos arbóreos las aplicaciones en “medio” volumen se realizan con 500 a 1000 L/ha.



Sistemas de pulverización

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Para producir gotas en los pulverizadores agrícolas se utilizan preferentemente las pulverizaciones hidráulica, neumática y centrífuga (mecánica).

En la pulverización hidráulica se hace pasar un líquido a presión por un orificio (boquilla) en contacto con la atmósfera. El tamaño de las gotas depende de la forma y dimensiones de la boquilla y de la presión a la que llega el líquido.

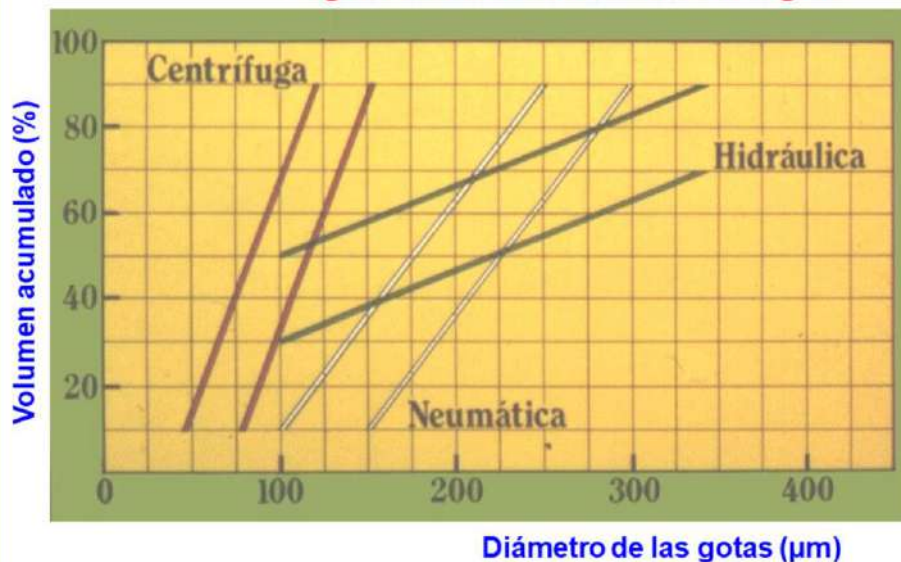
La pulverización neumática es la consecuencia del choque de una corriente de aire con el líquido.

La pulverización centrífuga es la consecuencia de la fuerza centrífuga que se genera en un elemento en rotación sobre el que se deposita el líquido que se quiere pulverizar.



Comparación entre espectros de gotas

Según el sistema de formación de la gota



La homogeneidad de la población de gotas es diferente según la técnica de pulverización utilizada. Con la pulverización centrífuga se consigue la mayor homogeneidad. Sin embargo, la pulverización hidráulica es la más utilizada, ya que aprovechando la energía cinética de las gotas se puede conseguir la mejor distribución sobre el objetivo (solapamiento entre boquillas).



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

En función de la técnica utilizada para romper el líquido en gotas y la forma en la que se transportan hasta el objetivo se establece la clasificación de los equipos de aplicación.

Se marcan los grupos que tiene mayor interés comercial.



Curso de Maquinaria Agrícola

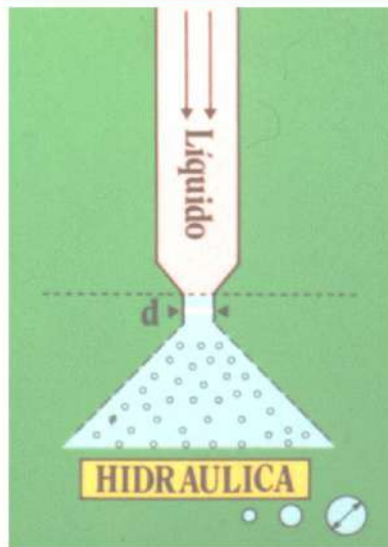
Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Equipos para el cuidado y la protección de las plantas

Pulverizadores hidráulicos de barras



Pulverización hidráulica



$$q = (0.16 \div 0.64) \times d^2 \sqrt{p}$$

Aumento de la presión:

- mayor caudal
- gotas mas finas

Aumento del calibre:

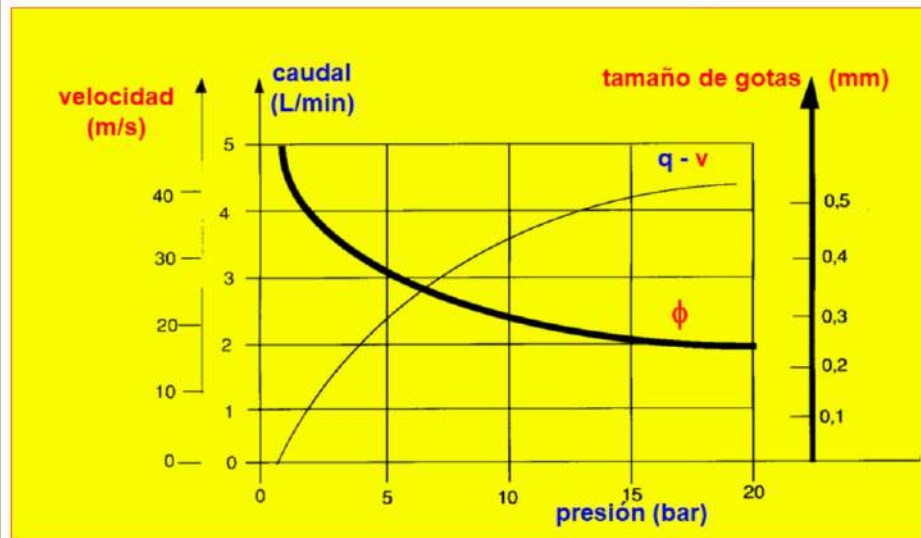
- mayor caudal
- gotas mas gruesas

Las boquillas de pulverización hidráulica son la base del funcionamiento de los pulverizadores hidráulicos.



Variación del caudal, del diámetro de las gotas y de su velocidad

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

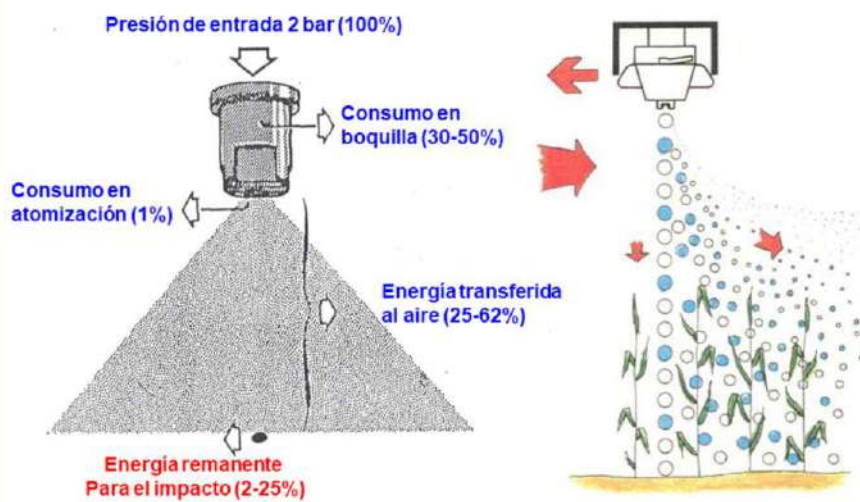


A medida que aumenta la presión se reduce el tamaño de las gotas y aumenta el caudal y la velocidad de las mismas.



Proceso de formación y transporte de las gotas

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Solo una parte de la energía potencial de la gota cuando sale de la boquilla se mantiene al alcanzar el objetivo.



Pulverizadores hidráulicos de barras

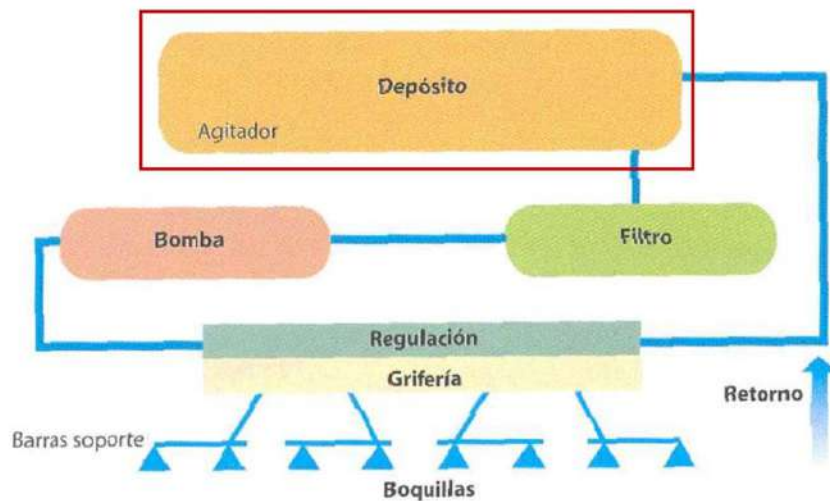


- Aplicación de productos herbicidas, insecticidas y fungicidas, previa dilución de la materia activa en agua, mediante **pulverización hidráulica (por presión de líquido) utilizando boquillas próximas al objetivo.**
- **Se caracterizan por la uniformidad que se puede conseguir en la distribución sobre la superficie tratada, gracias al solapamiento de las boquillas contiguas.**



Componentes principales

Pulverizador hidráulico



Esquema de los componentes de un pulverizador hidráulico



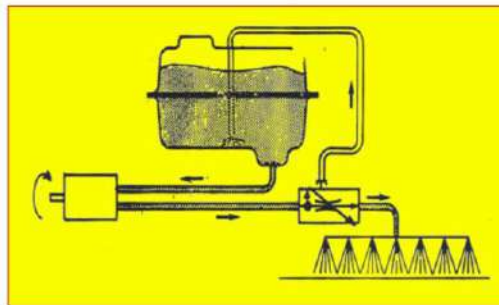
Características de los depósitos



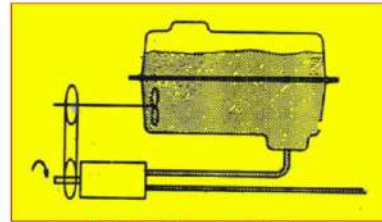
- **Material:**
 - Polietileno (preferentemente).
 - Poliéster reforzado en depósitos muy grandes.
- **Boca de llenado amplia** con filtro y cierre hermético.
- **Salida que permita el vaciado completo** y válvula de fondo manejable sin riesgo de recibir la proyección del caldo.
- **Agitación mínima:** 5% de su capacidad expresada en L/min.
- **Depósito de agua limpia independiente.**



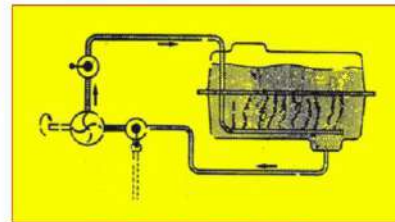
Agitación del caldo



**Caudal (L/min): 5 - 10%
del volumen del depósito (L)**



Agitación mecánica



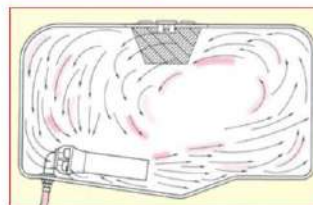
**Agitación hidráulica
con bomba auxiliar**

La agitación es imprescindible para mantener unido el producto químico con el diluyente.



Depósito: agitación y volumen residual

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



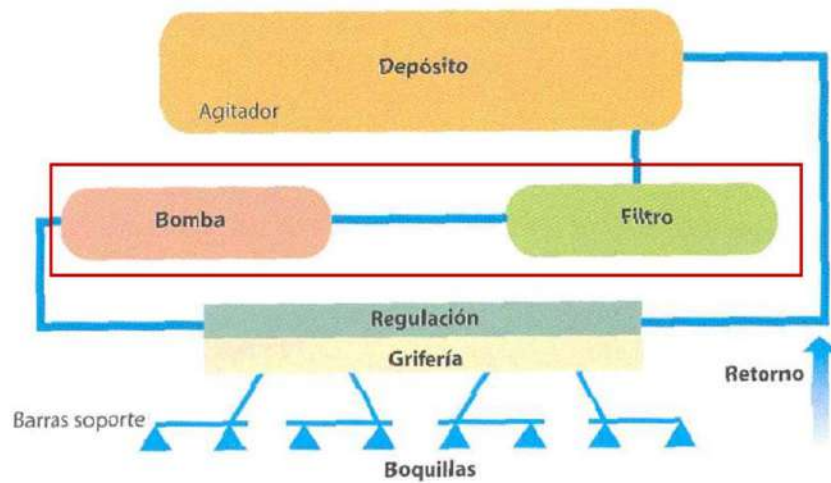
La utilización de los termoplásticos permite fabricar depósitos compactos que incluyen los elementos complementarios.

La fabricación en forma de pirámide invertida reduce al mínimo el volumen residual de caldo que queda en el depósito.



Componentes principales

Pulverizador hidráulico



La bomba de pulverización impulsa el caldo por las conducciones. Puede haber una bomba auxiliar para la agitación del caldo contenido en el depósito.

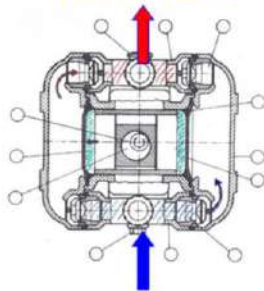


Características de las bombas



- Generalmente **bombas volumétricas**, en las que el caudal impulsado no varía con la presión.
- **Alternativas:**
 - Pistón.
 - Membrana (o pistón membrana).
 - Rodillos o paletas y engranajes.

Pistón-membrana



Paletas



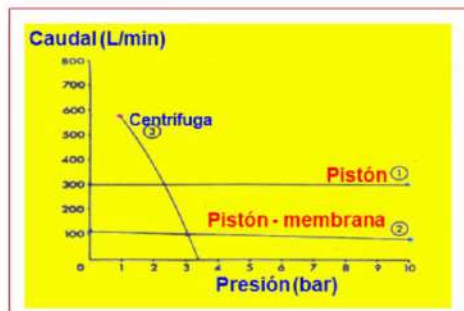
Pistón



Las bombas de engranajes sufren grandes desgastes, por lo que no son aconsejables.



Bombas no volumétricas



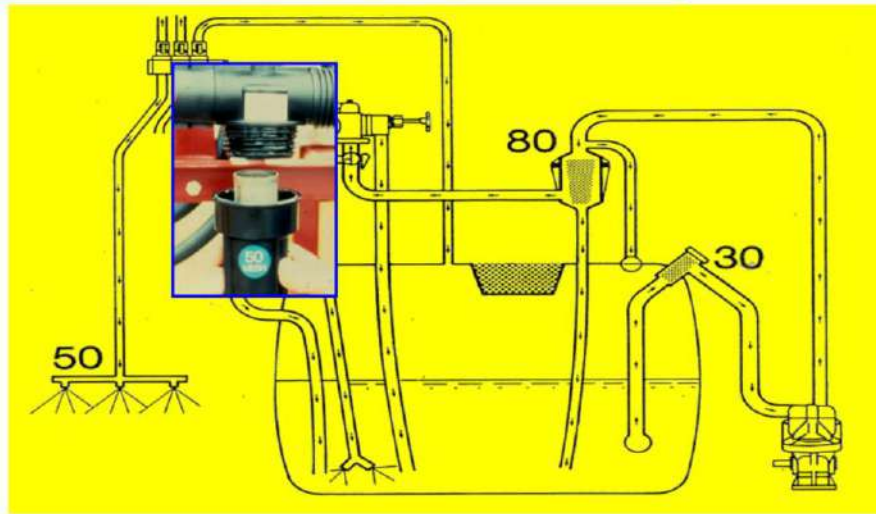
Centrífugas

- necesidad de contar con un regulador diferente, o
- complementaria de la bomba principal (agitación).



Sistema de filtración

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Filtros escalonados con tamaño de malla adecuado al tipo de boquillas utilizado.

Las dimensiones de los filtros se dan en MESH (mallas por pulgada cuadrada)

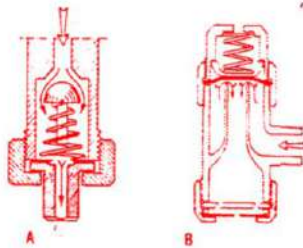


Dispositivos antigoteo



Función:

- Impedir la salida del caldo cuando baja el nivel de presión en las conducciones.
- Presión de apertura/cierre: 0.5 bar

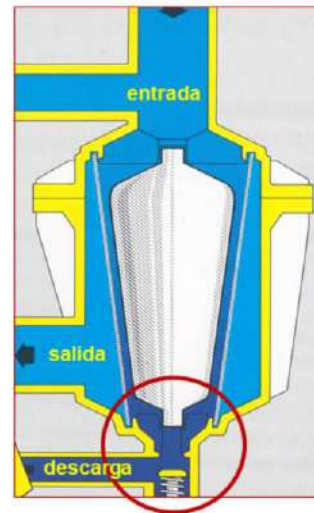


Tipos:

- Bola
- Membrana
- Accionado neumáticamente



Filtros autolimpiables



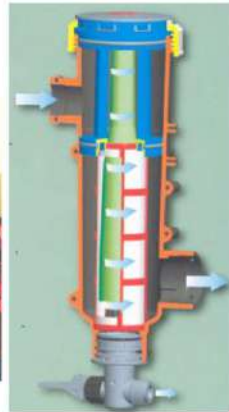
Permiten la limpieza automática cuando se obstruyen al producir la sobrepresión de filtrado la apertura de una válvula de descarga. Es un filtro complementario y si no se eliminan sistemáticamente las partículas presentes en el caldo deja de actuar correctamente (descarga continua con pérdida del caudal impulsado hacia las boquillas).



Innovaciones en los filtros

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

centrífugos



Para reducir las intervenciones en la limpieza de los filtro de malla, aumenta la oferta de sistemas que retiene las partículas utilizando la fuerza centrífuga generada sobre el líquido.

Algunos filtros se pueden limpiar sin tener que vaciar las conducciones.



Mantenimiento y regulación

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



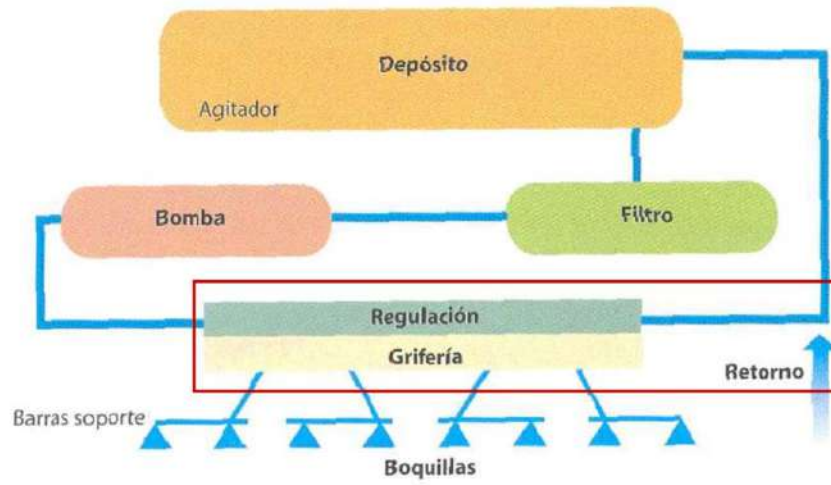
Hay una tendencia a la agrupación de los controles en el mismo lado del pulverizador para reducir los tiempos de mantenimiento.

Se generaliza la inclusión de depósitos para la mezcla del caldo y la limpieza de los envases.



Componentes principales

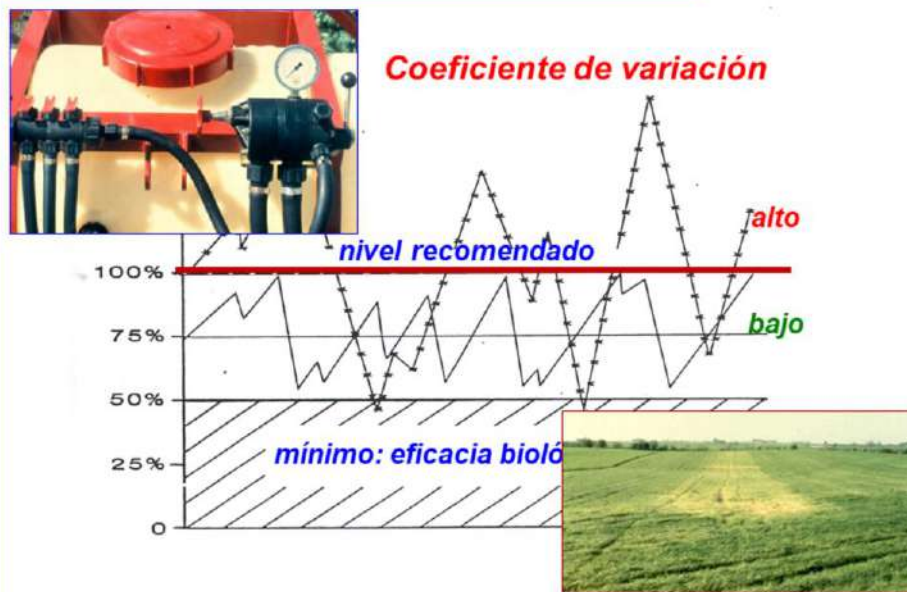
Pulverizador hidráulico





Distribución del fitosanitario en el campo

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

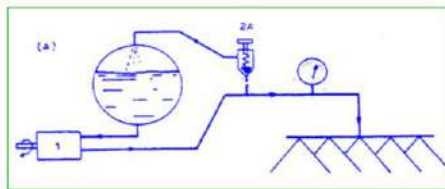


Con los sistemas caudal proporcional al avance del equipo se evitan los cambios en la dosificación cuando varía la velocidad a la que se desplaza el equipo sobre la parcela.



Sistemas de regulación (CC – CPM - CPA)

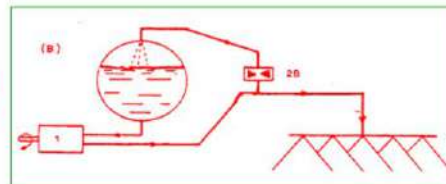
Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



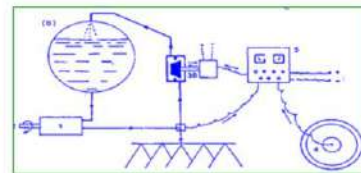
Caudal constante



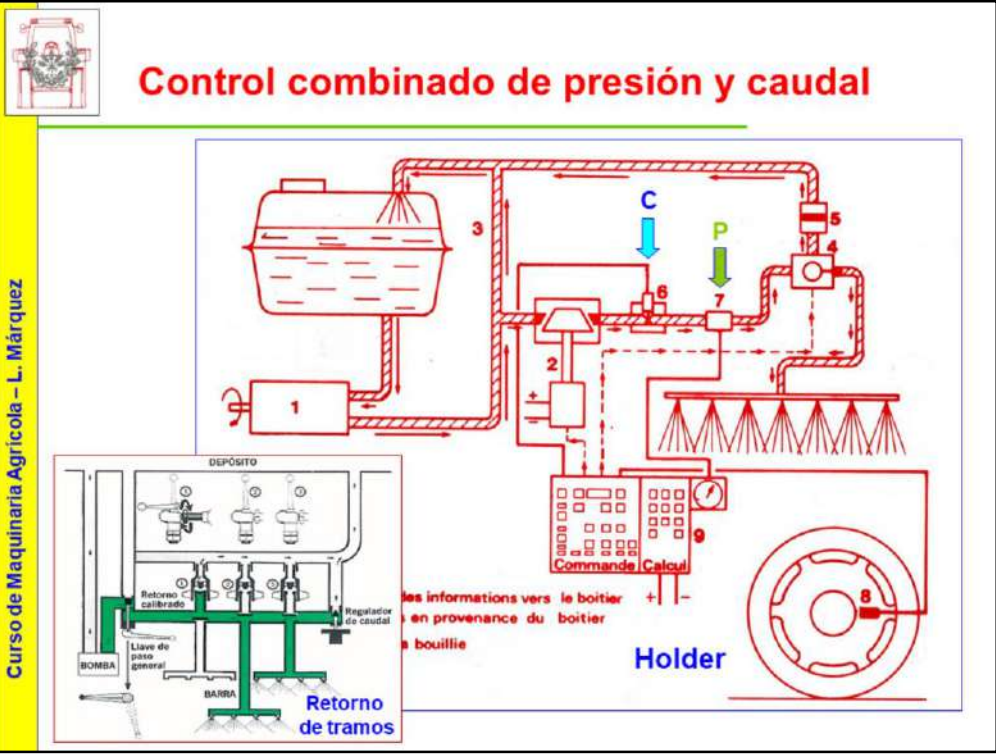
Caudal proporcional al motor



Caudal proporcional al avance

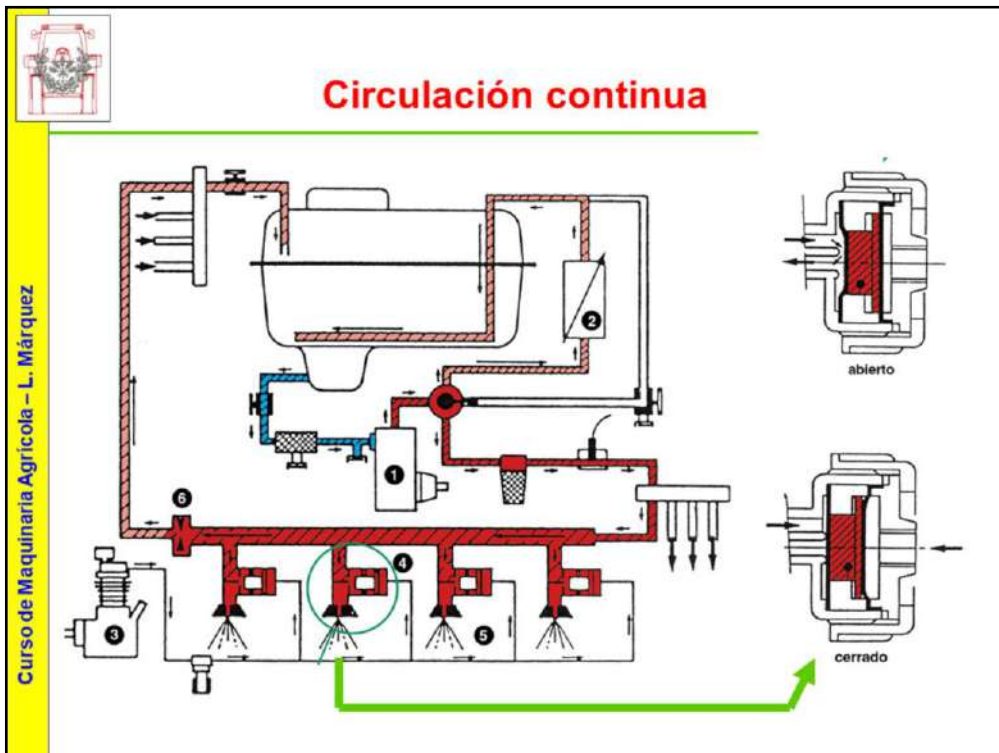


Los sistemas de regulación CPM (Caudal Proporcional al Motor) constituyen el mínimo admisible para garantizar la uniformidad en las aplicaciones con los pulverizadores de barras.



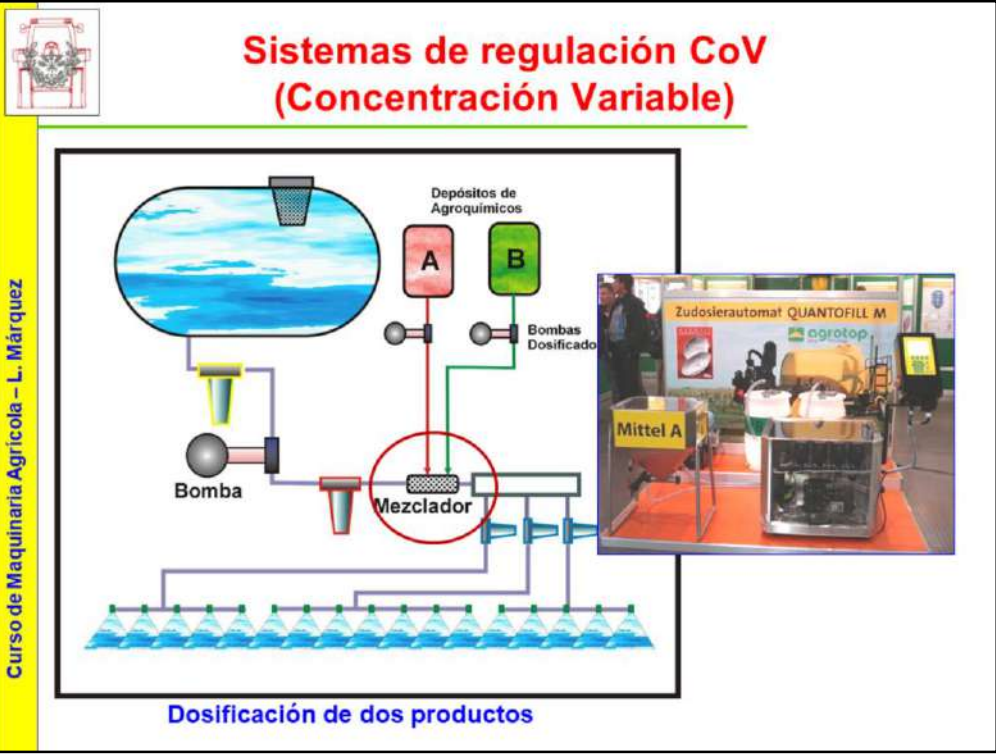
Con la utilización de la electrónica ha aumentado la oferta de pulverizadores con sistemas de regulación CPA a precio competitivo.

Cuando se cierra un tramo de boquillas, se necesita abrir un retorno complementario al depósito para que no cambie el caudal que llega a los tramos en funcionamiento (recuadro inferior izquierdo)



Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Los sistemas de circulación continua del caldo por las conducciones son imprescindibles cuando se pulverizan líquidos densos que tienden a producir depósitos (abonos). Permiten controlar la apertura y cierre de las boquillas de manera independiente e instantánea.

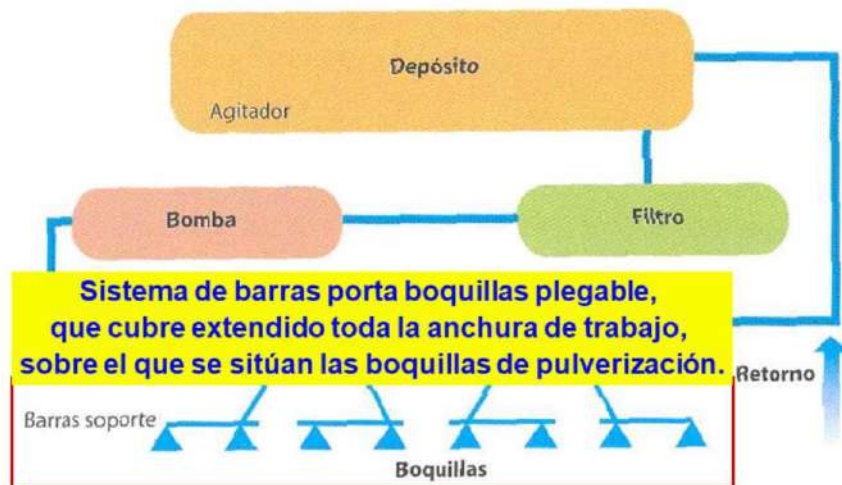


En los equipos de sistema de regulación por concentración variable del caldo, el diluyente (agua) permanece en la cuba y la mezcla se realiza antes de la boquilla utilizando mezcladores que aseguren la homogeneidad.



Componentes principales

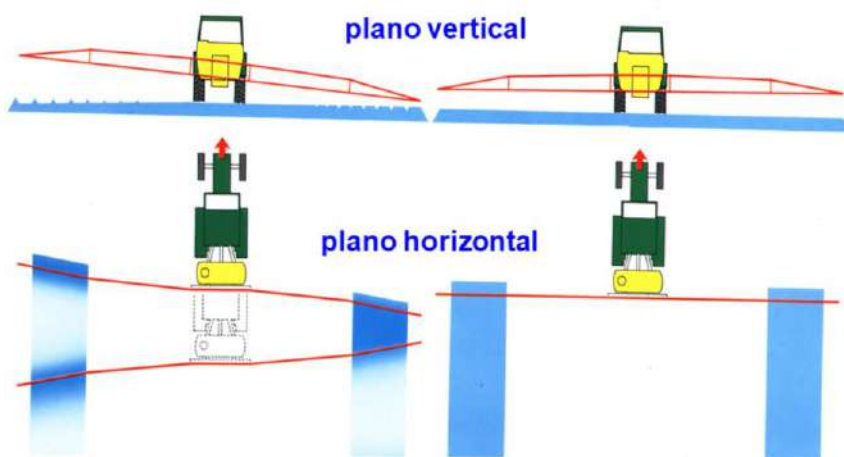
Pulverizador hidráulico





Estabilidad de las barras portaboquillas

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



El movimiento del equipo sobre la parcela origina sacudidas en las barras que soportan las boquillas, ocasionando irregularidades en la distribución superficial. Para minimizarlas se utilizan los sistemas de estabilización.



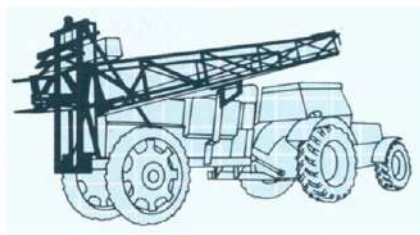
Aumento de la capacidad de trabajo

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

mayor anchura de trabajo



plegado para el transporte

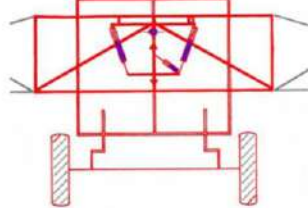


El aumento de la anchura de trabajo hace más difícil la estabilización de las barras y su plegado para el transporte.

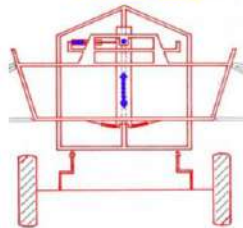


Sistemas de estabilización

Pivote central

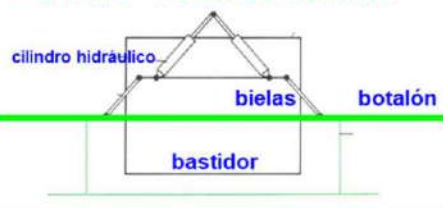


Pivote alto



Péndulo con corrector de pendientes

Pendular - trapecio deformable



Estos son algunos de los sistemas utilizados para estabilizar las barras porta boquillas en el plano vertical.



Estabilidad en el plano horizontal y plegado de las barras

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

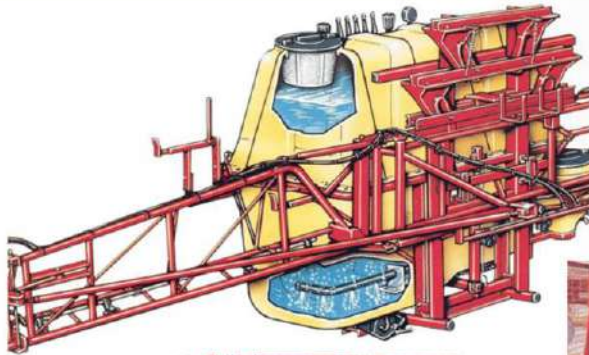


La estabilidad en el plano horizontal obliga diseñar barras ligeras a la vez que con elevada resistencia mecánica.



Altura de barras sobre el objetivo

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

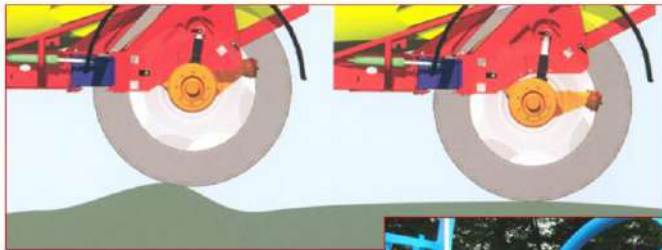


Es necesario utilizar un sistema que permita modificar la altura de la barra porta boquillas con respecto al objetivo para que el solapamiento entre boquillas sea el adecuado.



Suspensiones (altura constante)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



El aumento de la velocidad de trabajo de los equipos arrastrados y autopropulsados obliga a utilizar sistemas de suspensión que actúan manteniendo la altura de las barras de pulverización sobre el objetivo.



Guiado para minimizar la huella



En los grandes equipos se utilizan sistemas de dirección que obligan a que las ruedas traseras sigan la trayectoria de las delanteras (tráfico controlado) .



Boquillas de pulverización hidráulica



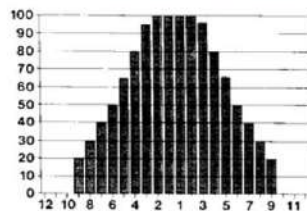
- Apropriadas para el tipo de producto que se aplica:
 - **Tipos normales:** abanico, (hendidura o chorro plano), turbulencia (o chorro cónico), deflectoras (o de choque).
 - **Tipos especiales:** baja deriva con o sin inyección de aire.
 - **Materiales resistentes al desgaste** (termoplástico o cerámica)



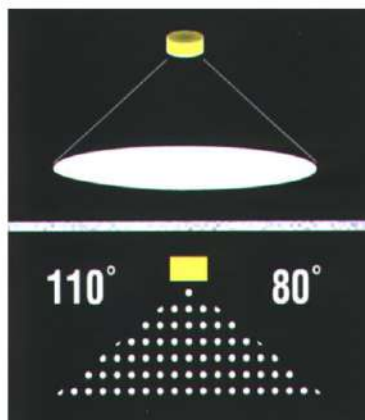
Boquillas de abanico (normal)



Perfil de distribución



altura sobre el objetivo (solapamiento)



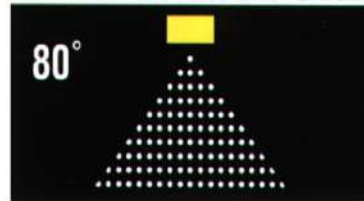
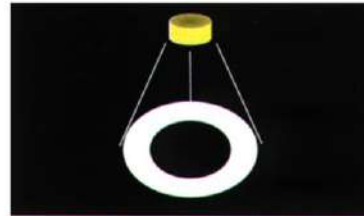
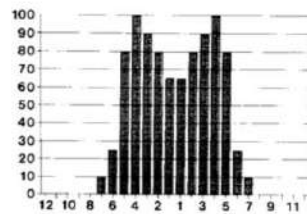
Gota media /uniformidad superficial con solapamiento (300-400 μm – span 2.0 - 8.0)



Boquillas de turbulencia (cónica)



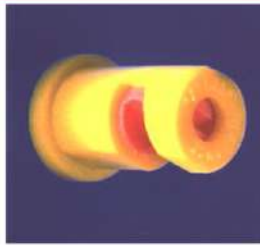
Perfil de distribución



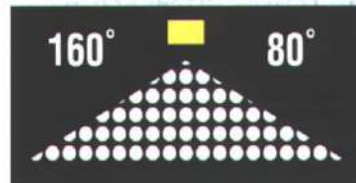
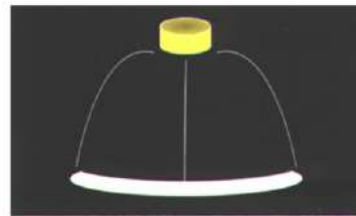
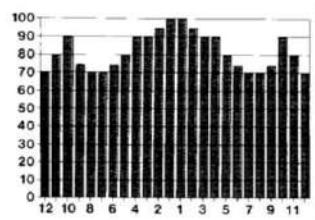
Gota fina /penetración
(260 μm – span 1.8 - 5.0)



Boquillas de choque (deflectoras)



Perfil de distribución

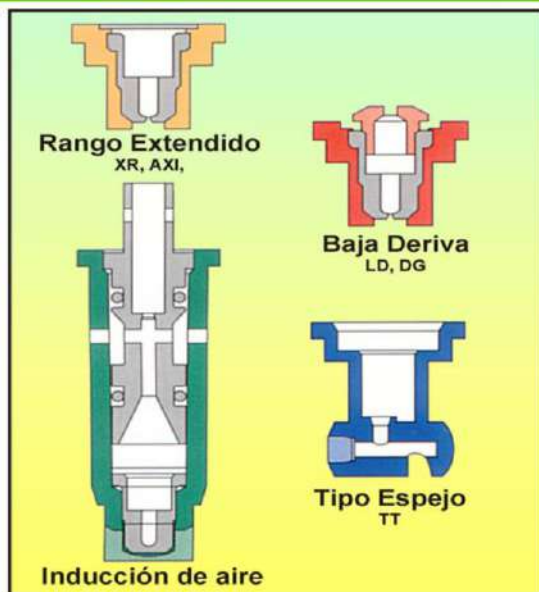


Gota gruesa y poco uniforme
(650 μm – span 4.0 - 12.0)



Boquillas de baja deriva

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

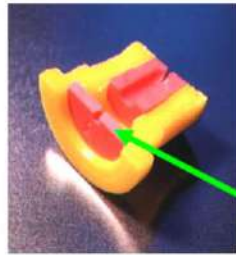
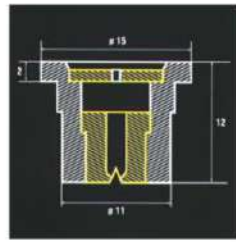


Aumento del tamaño
de las gotas producidas

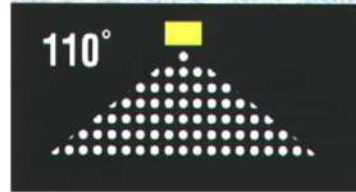


Boquillas de abanico con restrictor

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



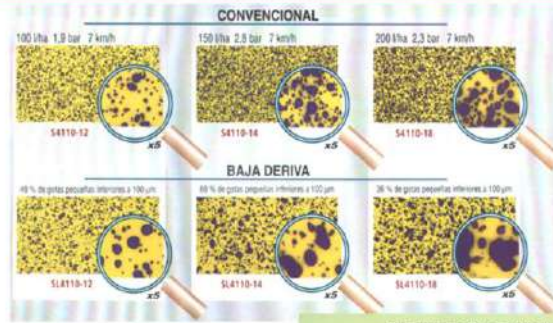
restrictor



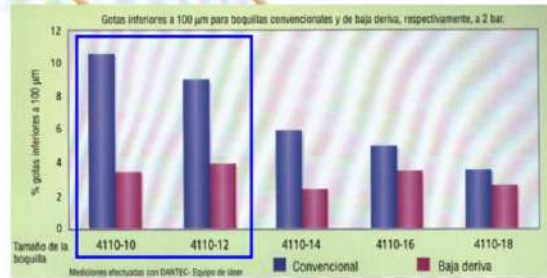
La modificación consiste en incluir una placa con paso calibrado que reduce la presión sobre la salida de la boquilla.



Baja deriva con restrictor (gotas)



Reducción de la deriva en las boquillas de bajo caudal

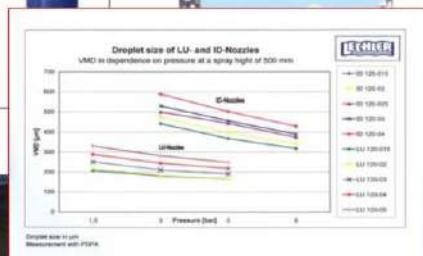
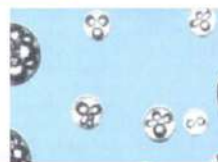
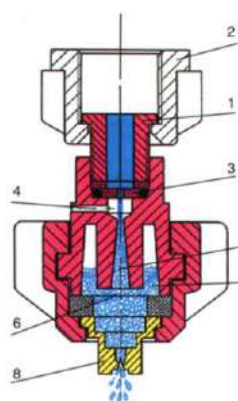


Recomendado para las boquillas de bajo caudal.



Boquilla de inyección de aire

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



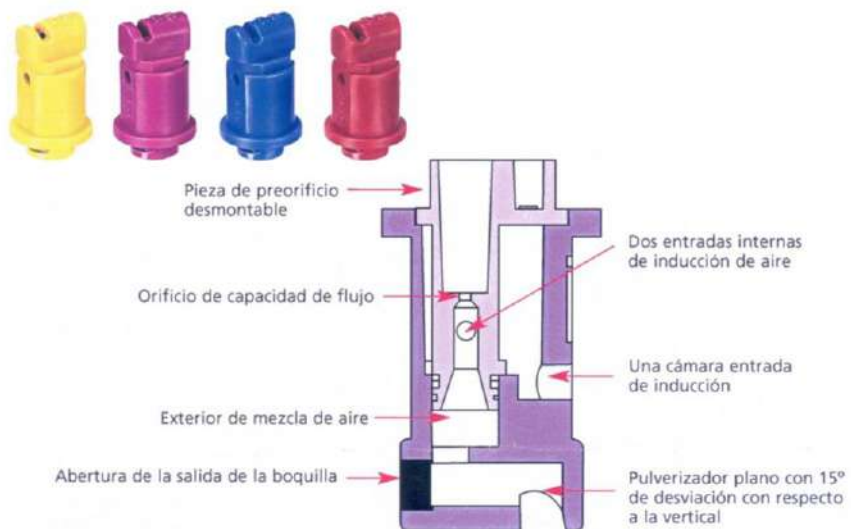
La entrada de aire que origina un venturi hace que se pulvericen gotas con burbujas de aire en su interior, lo que da más estabilidad a su trayectoria hacia el objetivo en condiciones atmosféricas desfavorables (viento).

En los primeros diseños se necesitaba aumentar la presión en la boquilla. Con lo nuevos diseños esto no resulta necesario.



Deflectora con inyección de aire

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

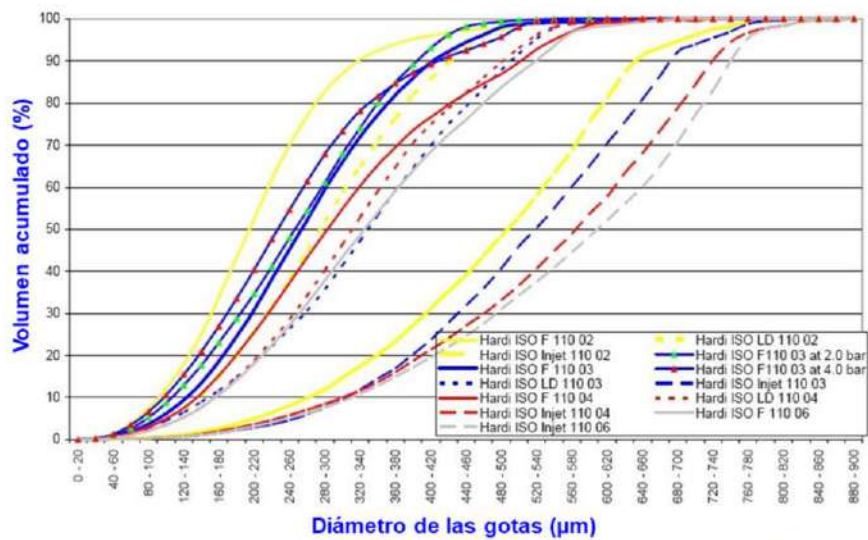


Se ofrecen boquillas de inyección de aire deflectoras y también de turbulencia (cónicas)



Caracterización de la población de gotas de diferentes tipos de boquillas

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

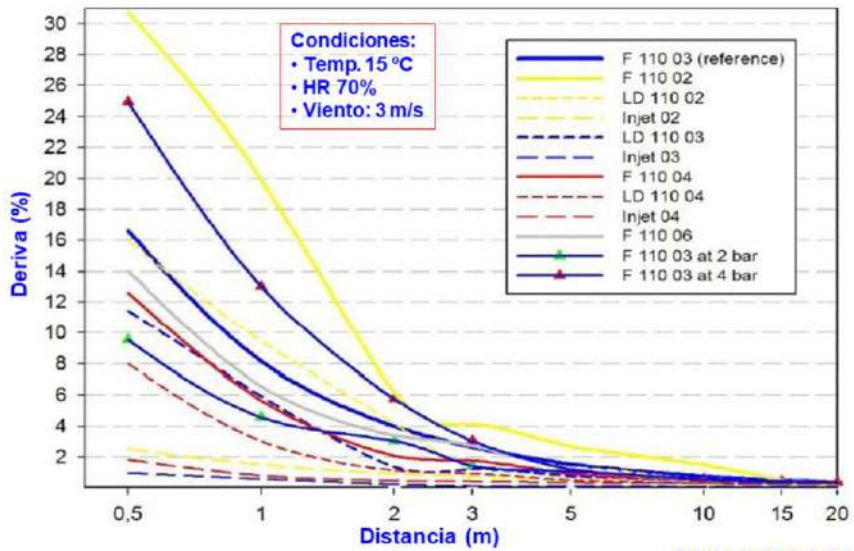


Fuente: Nuytens et al.

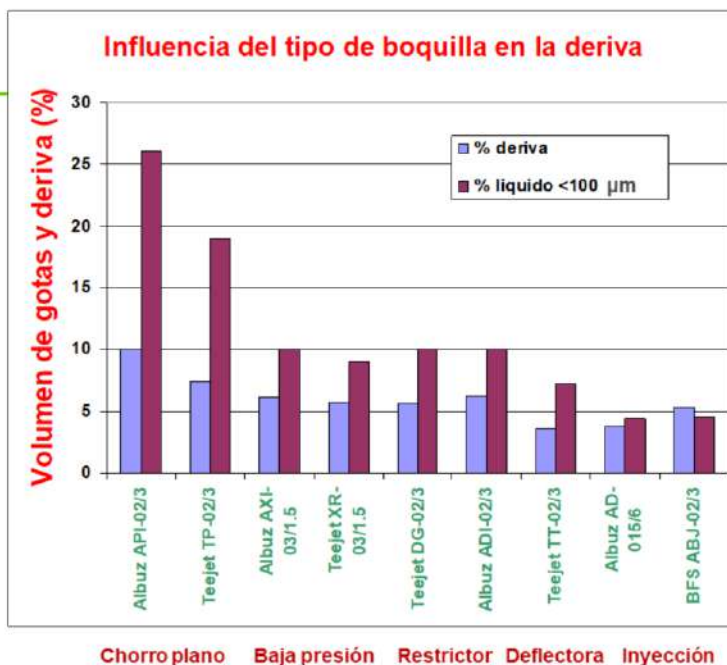
En le gráfico se aprecia que los perfiles de distribución de las boquillas de inyección de aire (injet) dan un espectro con gotas gruesas



Deriva para unas condiciones de referencia estándar



La comparación de la deriva que se produce para unas determinadas condiciones atmosféricas con distintos tipos de boquillas permite establecer las bandas de seguridad en las aplicaciones sobre zonas sensibles.

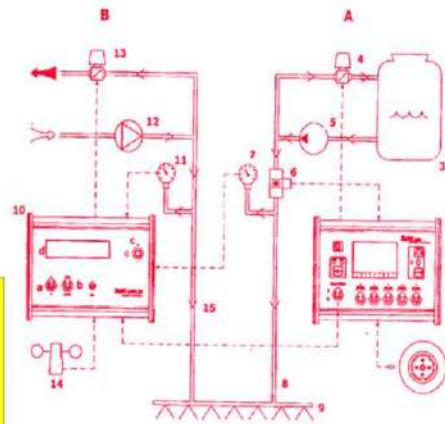
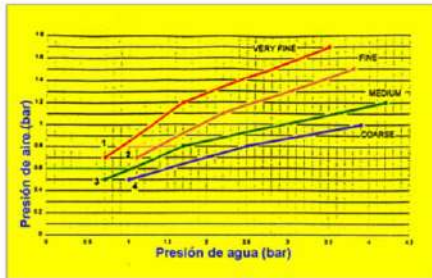


Chorro plano Baja presión Restrictor Deflectora Inyección

Se observa que las boquillas con sistemas de inyección de aire son las más eficaces para controlar la deriva en condiciones atmosféricas desfavorables.



Sistema AirJet de Spraying Systems



**Inyección controlada
de aire y caldo**

Con el sistema AirJet se puede controlar simultáneamente la presión de aire y de caldo que llega a la boquilla, lo que hace posible modificar el volumen aplicado (litros/ha) y el tamaño de las gota con las que se realiza la aplicación.



Boquilla pulsante

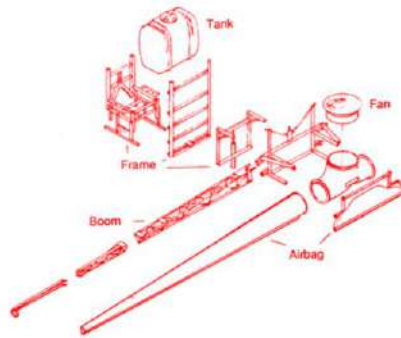
Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Permite controlar el paso del líquido a la boquilla de pulverización hidráulica mediante pulsos eléctricos sobre un solenoide. La frecuencia de pulsación es de hasta 10 hercios. El tiempo de apertura determina el caudal pulverizado por la boquilla en un rango amplio, por lo que no es necesario cambiar la boquilla, para modificar la dosis de aplicación. Se utiliza en combinación con boquillas convencionales de pulverización hidráulica de las que dependerán las características de la pulverización.



Cortina de aire en cultivos bajos



Como alternativa para el control de la deriva de las gotas en condiciones desfavorables se utilizan pantallas perforadas o cortinas de aire por detrás de las barras que contiene las boquillas.

Con el sistema de cortina de aire se puede “abrir” el cultivo aumentando la eficacia de los tratamientos en las partes bajas de las plantas.



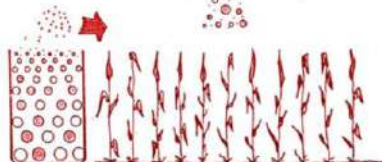
Importancia del volumen aplicado

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

200 L/ha



sin aire



con aire



50 L/ha



sin aire



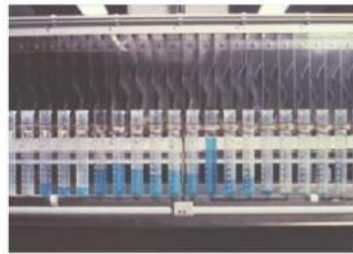
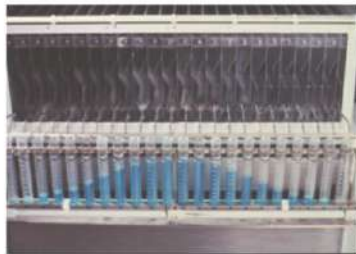
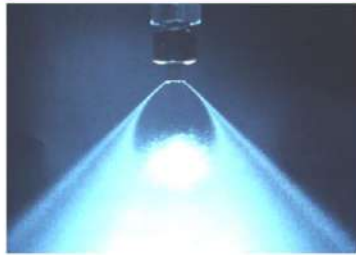
con aire



Las aplicaciones con sistemas de cortina de aire tiene gran interés para trabajar con bajo volumen de líquido, ya que se impide la deriva de las gotas más pequeñas.



El desgaste de las boquillas

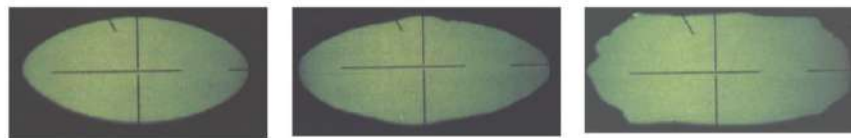
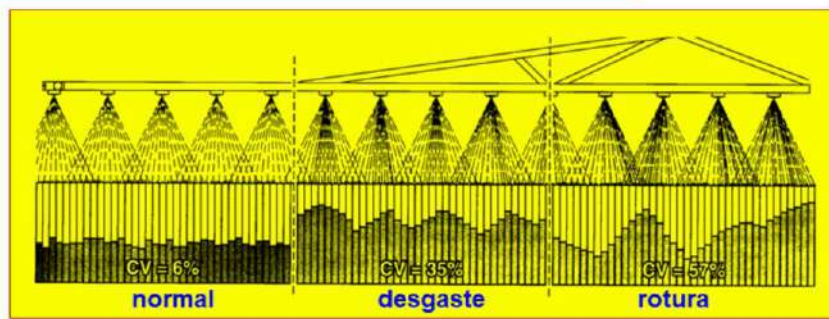


Las boquillas se desgastan con su utilización, lo que hace que aumente el caudal que proporcionan a una determinada presión. Este desgaste no es homogéneo y da lugar a modificaciones del perfil de distribución.

En las boquillas fabricadas con materiales metálicos también se produce corrosión electroquímica.



Perfil de distribución transversal

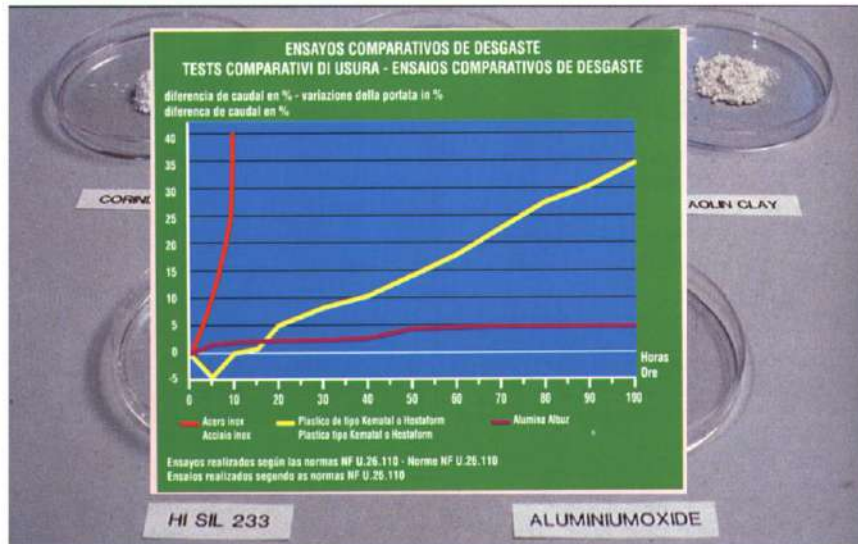


Las boquillas de material cerámico son más resistentes al desgaste pero las partículas que acompañan al caldo pueden producir roturas en el orificio de salida.



Diferentes materiales para desgaste acelerado de boquillas

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



En los ensayos acelerados de desgaste se utilizan diferentes materiales, siendo los más frecuentes el oxiclورو de cobre y el corindón, con resultados diferentes.



Tipologías de los pulverizadores hidráulicos

- **Anchura de trabajo:** 8 a 40 m (se recomienda que las anchuras sean múltiplo impar de la anchura de siembra).

	<i>Suspendidos</i>	<i>Arrastrados</i>	<i>Autopropulsados</i>
Depósito (L)	400 - 1.200	1.500 - 3.000	3.000 - 5.000
Bomba (L/h)	40 - 150	100 - 300	100 - 300
Anchura (m)	8 - 18	12 - 24	20 - 40

- **Accionamiento:** toma de fuerza 540 y 1000 rev/min.
- **Dosificación:** caudal proporcional al motor (CPM) o caudal proporcional al avance (CPA); caudal constante (no aconsejable)
- **Masa en vacío:** suspendidos: 200 a 1000 kg; arrastrados: 1000 a 2500 kg.
- **Elementos auxiliares:** mezclador de productos, depósito de agua limpia y para limpieza de la cuba.



Curso de Maquinaria Agrícola

Equipos para el cuidado y la protección de las plantas

**Calibración y utilización de los
pulverizadores hidráulicos de barras**



Tomar siempre como referencia las indicación del fabricante del producto fitosanitario



En función del producto aplicado

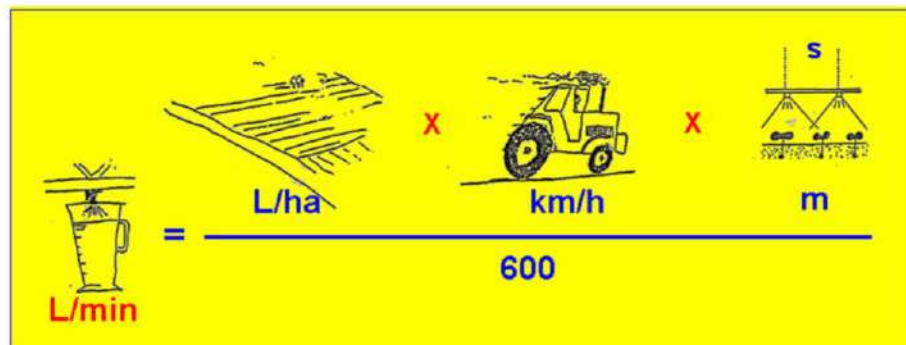
Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

ELECCION de una BOQUILLA :		Hendidura		Cónica	Espejo	Tres orific.
		110°	80°			
ESPACIAMIENTO		0.33 - 0.50 m.			1-3 m.	
Suelo desnudo						
Penetración en vegetación						
Arrastre por el viento						
Precisión (Var. altura)						
Sensibilidad a obstrucción						
Herbicida post-emergencia		[Red]	[Red]			
Herbicida pre-emergencia		[Red]	[Red]			
Fungicidas insecticidas				[Green]		
Abonos claros/suelo desnudo		[Red]	[Red]			
Abonos claros/vegetación						[Blue]
Abonos en suspensión					[Blue]	
Herbicida no selectivo		[Red]	[Red]			
Especialmente aconsejado		ACONSEJADO		POSIBLE		Desaconsejado

Recomendaciones generales de las boquillas para los diferentes productos fitosanitarios y condiciones ambientales.



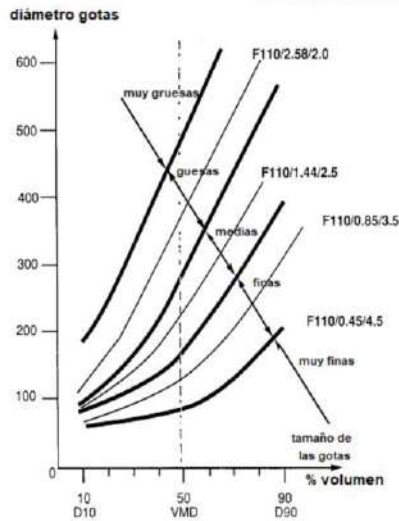
Cálculo del caudal de una boquilla



$$q \text{ (L/min)} = D \text{ (L/ha)} \times v \text{ (km/h)} \times s \text{ (m)} \div 600$$



Variación del espectro de gotas en función de la presión y del caudal nominal de la boquilla



Designación de las boquillas: F110/1.44/2.5
(Fuente: British Crop Protection Council)
F: boquilla de hendidura
110: ángulo de apertura en grados
1.44: caudal nominal de la boquilla (L/min)
2.5: presión de trabajo (bar)

Gotas

muy gruesas: VMD > de 450 µm
gruesa: VMD comprendido entre 300 y 450 µm
medias: VMD comprendido entre 200 y 300 µm
finas: VMD comprendido entre 90 y 200 µm
muy finas: VMD < de 90 µm.

*Tamaños de las gotas en µm
(medidas con láser Malvern 2600)*

Designación de las boquillas de chorro plano y poblaciones de gotas producidas en función del caudal y de la presión de trabajo.



Valores de referencia para las poblaciones de gotas (VMD- μm)

Boquillas (1 L/min- 3 bar):

- cónicas: 260
- abanico (110°) 300
- abanico (80°) 400
- deflectoras 650

Homogeneidad

(Span: VMD/NMD)

- cónicas 1.8 - 5.0
- abanico 2.0 - 8.0
- deflectoras 4.0 - 12

Pulverización

mojante: 1.5 - 2.5 bar (evitar gotas muy grandes)

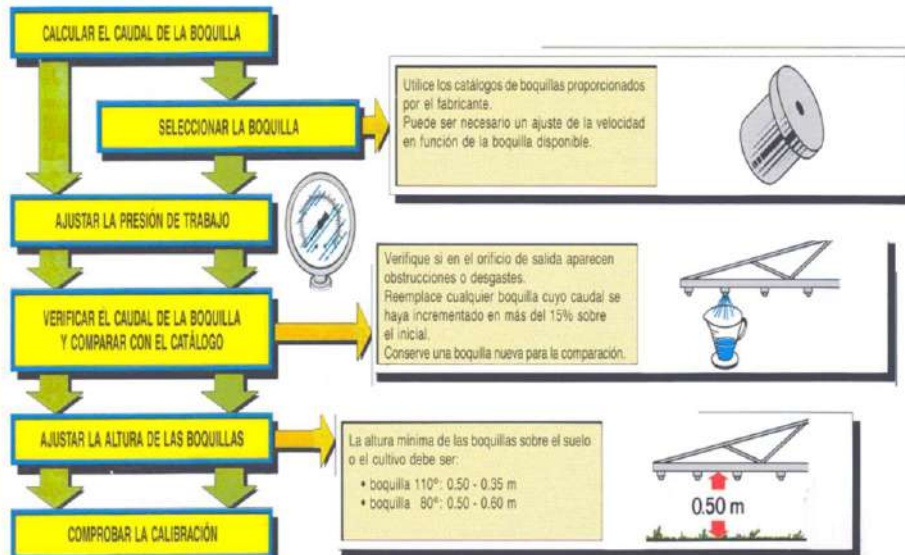
ubriente: 2.5 - 5.0 bar (evitar gotas pequeñas)

Aplicación en cultivos bajos: 100 - 300 L/ha



Elección de las boquillas

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez





Cantidad de producto (depósito)

$$\frac{\text{Capacidad del depósito [litros]} \times \text{Dosis [ud./ha]}}{\text{Volumen de aplicación [litros/ha]}}$$

Dosis = unidades/ha (kg, g, L, etc.)

Ejemplo: **2 L/ha** de producto, con **150 L/ha**, con un depósito (C) de **600 litros**:

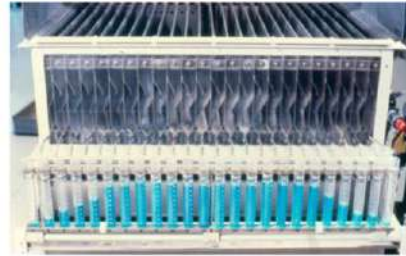
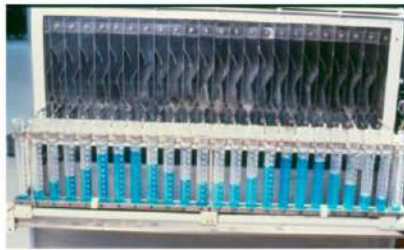
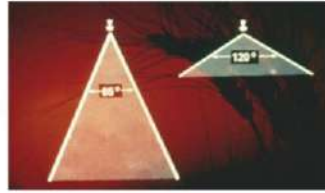
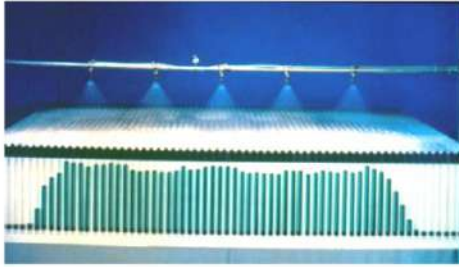
$$\frac{600 \text{ litros} \times 2 \text{ litros/ha}}{150 \text{ litros/ha}} = \mathbf{8 \text{ litros/depósito}}$$

Cálculo de la cantidad de producto fitosanitario que hay que añadir al depósito en cada llenado.



Altura sobre el objetivo (ángulo de apertura)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

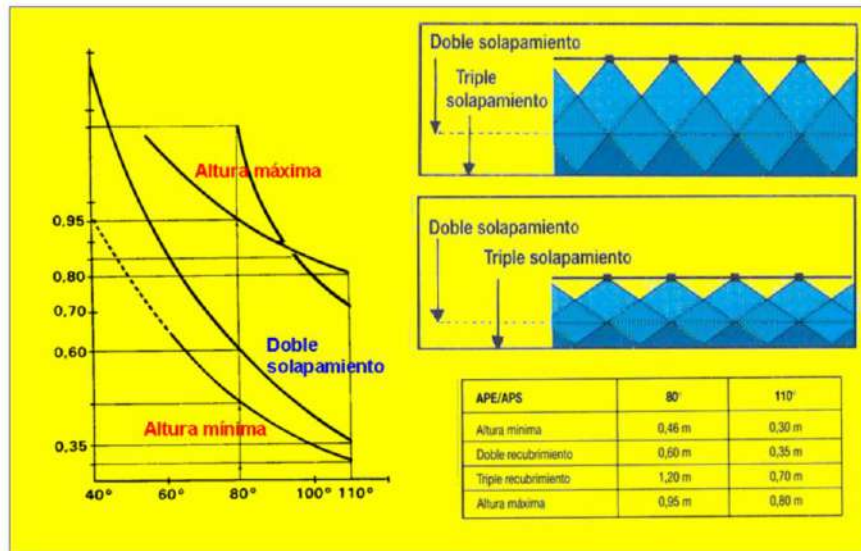


Posición de las boquillas con respecto al objetivo para conseguir el adecuado solapamiento.



Altura de la boquilla sobre el objetivo

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Recomendaciones para doble o triple solapamiento en función del ángulo de abertura del chorro.



Condiciones de utilización de los pulverizadores hidráulicos de barras

- Para aplicación uniforme de fitosanitarios, especialmente herbicidas, así como insecticidas y fungicidas en cultivos con bajo desarrollo foliar.
- 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 2 y 5 bar.
- Boquillas recomendadas: herbicidas: abanico; insecticidas y fungicidas: turbulencia.
- Aplicación en condiciones de viento: baja deriva con inyecciones de aire.
- Potencia recomendada: suspendidos: 40 a 68 CV (30-50 kW); arrastrados: 75 a 88 CV (55-65 kW).
- Velocidad de trabajo: 5.0 a 12.0 km/h; eficiencia en parcela: 0.35 a 0.65 (se reduce a medida que aumenta el volumen aplicado).



Resumen de características constructivas básica (pulverizadores hidráulicos-1)

- **Depósito resistente**, fácil de limpiar (plástico o acero inoxidable).
- **Bombas volumétricas** (de pistón o de pistón-membrana) con **caudal suficiente** para las boquillas más el 5% de retorno (L/min) del volumen del depósito.
- **Sistemas de regulación proporcional al avance** (**mínimo CPM**) con válvula de seguridad.
- **Sistema de barras portaboquillas robusto y estable**, estabilizado para anchuras de más de 12 m.

Criterios generales que se deben seguir para adquirir un pulverizador de barras para cultivos bajos.



Resumen de características constructivas básica (pulverizadores hidráulicos-2)

- **Filtros escalonados y con mallas apropiadas para las boquillas.**
- **Depósito de agua limpia (lavado de manos)**
- **Boquillas en buen estado y adecuadas al tipo de aplicación.**
- **Elementos complementarios recomendables:**
 - Depósito mezclador con dispositivo de limpieza de envase.
 - Depósito con agua para el enjuagado (diferente del de agua limpia).
 - Marcado de pasadas (GPSd).



Curso de Maquinaria Agrícola

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Equipos para el cuidado y la protección de las plantas

Pulverizadores hidráulicos de mochila

Normalmente son equipos con pulverización hidráulica con una sola boquilla y accionamiento manual.



Pulverizadores manuales (mochila)



Pulverización

- *Presión sostenida (válvula reguladora de presión)*
- *Presión previa*
- *Motor (térmico o eléctrico)*

- **Pequeñas explotaciones**
- **Áreas de difícil acceso**
- **Focos localizados**

Límites del esfuerzo físico

Son importantes las limitaciones que impone el esfuerzo físico necesario para su accionamiento, lo que impide su utilización continuada.



Pulverizadores manuales: recomendaciones WHO

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

- **Bomba desmontable, integrada en el depósito, 90 L/h a 3 bar con 30 emb./min**
- **Sin fugas en cualquier posición del depósito**
- **Palanca adaptable izq./der.**
- **Cámara compensación >10 capacidad de la bomba**
- **Capacidad depósito menor de 15 L**
- **Filtro en la pared inferior del depósito**
- **Boca de llenado de tamaño suficiente y cierre hermético**
- **Diseño para vaciado total del depósito**
- **Correas fácilmente ajustables de material no absorbente**
- **Filtro de extremo de lanza, compatible con las boquillas**
- **Válvula reguladora con manómetro sobre la lanza**
- **Facilidad de mantenimiento**

Características básicas de los equipos de mochila con sistema de presión mantenida y accionamiento manual.

Calibración de pulverizadores manuales

1. ¿Está limpio el pulverizador?

2. Llenar con agua limpia

3. Comprobar que el pulverizador funcione de forma correcta y segura

4. Ajustar la altura correcta de la boquilla y medir la anchura mojada

5. Practicar trabajando con comodidad a una velocidad normal y a la altura correcta de boquilla

6. Llenar con agua limpia

7. Tratamiento de 100 m²

Ancho de banda	Distancia a recorrer
0.5 m	200 m
0.7 m	143 m
1.0 m	100 m
1.2 m	83 m
1.5 m	67 m

8. Para determinar el caudal de aplicación (litros/ha), multiplicar la cantidad de líquido utilizada del depósito por 100 (Medir al rellenar).
Ejemplo: Si se han usado 3 litros para 100 m², entonces se están aplicando 3 x 100 = 300 litros por hectárea.

Calibración previa realizada con agua sobre una superficie con anchura igual a la de trabajo que permite la boquilla (o boquillas) utilizadas.