

Maquinaria

[CÓMO MEJORAR LA EFICIENCIA]

Maquinaria agrícola para tratamientos fitosanitarios (I)

Helio Catalán

Dr. Ingeniero Agrónomo

Valeriano Méndez

Dr. Ingeniero Agrónomo

Se inicia con este artículo una serie de dos (el siguiente se publicará en el número de marzo) que pretenden repasar la tecnología disponible en equipos pulverizadores encargados de realizar un tratamiento fitosanitario adecuado.

En la primera parte del artículo se revisan las características para lograr un buen tratamiento: presión, caudal, tipo de boquillas, tamaño y número de gotas, etc.

En la segunda parte se revisarán los equipos propiamente dichos: pulverizadores hidráulicos, hidroneumáticos, atomizadores, nebulizadores, etc.



¿ Cuáles son los objetivos que se persiguen al iniciar una aplicación o un tratamiento fitosanitario? Desde el punto de vista del agricultor la respuesta será conseguir la máxima eficacia biológica, anulando el riesgo al operario y además obtenerlo a un coste bajo. Si

además, se trata de un agricultor concienciado, se deberá sumar el objetivo de minimizar la contaminación medioambiental.

Los objetivos anteriores, que no son otros que los de la agricultura actual, obligan a una aplicación de productos fitosanitarios con elevada precisión.

La elección del mejor tratamiento

La presión social en cuestiones medioambientales exige al agricultor mejorar la eficiencia de los tratamientos: elegir el momento justo, utilizar la precisión óptima, manejar el mínimo “caldo” posible, vigilar los residuos... en definitiva, en un buen tratamiento confluirán condicionantes técnicos, medioambientales, mecánicos, biológicos y agronómicos.

EL PAPEL DEL AGRICULTOR

La labor del agricultor-aplicador no es sencilla, pero en realidad es la de un profesional que conoce su trabajo:

- Deberá conocer las máquinas pulverizadoras existentes en el mercado y elegir la más adecuada para sus cultivos.
- Deberá tener los conocimientos suficientes para reconocer la influencia del tamaño y de la homogeneidad de la población de las gotas en la eficiencia del producto (una gota muy grande ocasiona un mal recubrimiento y una mala infiltración en la masa foliar).
- Deberá saber mantener su equipo en perfecto estado vigilando el estado de las boquillas, eligiendo la idónea para el tratamiento a realizar, mantener los filtros limpios, elegir presiones y caudales adecuados.

En cualquier caso el agricultor-comprador deberá cerciorarse que el equipo que pretende adquirir cumpla la normativa legal vigente en cuestiones de protección medioambiental EN 1276/13 y en seguridad en el trabajo EN 907.

Al final, el éxito o fracaso conseguido en la aplicación del “caldo” dependerá de varios parámetros: calidad de la materia activa, la ejecución de la aplicación, el momento de aplicación y el estado de desarrollo del “problema”.

Nuevos productos fitosanitarios fruto de un buen estudio y la mejora de la tecnología de aplicación se irán sucediendo en el futuro, el constante aprendizaje y puesta al día es labor de técnicos, divulgadores y agricultores. Los técnicos que recomienden un producto fitosanitario deberán tener en cuenta la eficacia, la toxicidad y la compatibilidad con otros productos.

Al abordar un tema tan extenso como es el de la maquinaria para tratamientos se puede optar por diversas clasificaciones: volumen del tratamiento, tamaño de gota y tipo de equipo.

[Volumen utilizado en el tratamiento

Si hace unos años, no tantos, para conseguir la cubrición total de las plantas se aplicaban volúmenes de líquido por hectárea muy elevados de líquido fitosanitario, hoy, se puede alcanzar una buena cobertura con volúmenes mucho más pequeños, eso es así porque se producen gotas de tamaño reducido y, además, homogéneo.

Denominación	Herbáceos	Arbóreos
Alto	>500 l/ha	>1000 l/ha
Medio	200 a 500 l/ha	500 a 1000 l/ha
Bajo	50 a 200 l/ha	200 a 500 l/ha
Muy bajo	2 a 50 l/ha	20 a 200 l/ha

[Tamaño o diámetro de gota

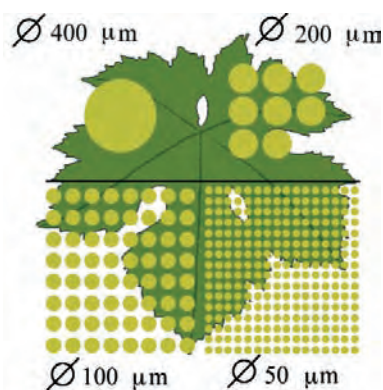
Las gotas, que son producidas por las boquillas, son, en definitiva, responsables de una gran parte del éxito del tratamiento. Su tamaño está determinado por el diámetro del orificio de salida de la boquilla y por la presión de trabajo del equipo.

Fina	<150 µm
Media	150 a 400 µm
Gruesa	> 400µm

La presión social en cuestiones medioambientales exige al agricultor mejorar la eficiencia de los tratamientos

El tamaño de la gota está ligado al éxito del tratamiento. Con gota pequeña se puede tratar una mayor superficie con el mismo “caldo” (a menor tamaño de gota menor volumen de líquido necesario).

Gráfico 1:
Influencia del tamaño de gota en el recubrimiento foliar.
Fuente UCLM



Es fácil entender esto, al apreciar que una gota con forma esférica, tiene su volumen ligado al cubo del diámetro ($\pi D^3/6$), mientras que su área o superficie al cuadrado del diámetro ($\pi D^2/4$). En principio una gota pequeña garantiza un mejor tratamiento, aunque con límites, ¿por qué?, pues porque, por ejemplo, las gotas pequeñas son muy sensibles a la evaporación y en condiciones de alta temperatura y baja humedad relativa del aire, puede darse el caso que la gota se evapore antes de llegar a su destino. Además la gota pequeña posee una energía cinética muy baja, por lo que penetra mal en la masa foliar, pudiendo quedar las zonas más internas de la planta sin tratar. Otra razón que conviene tener en cuenta es que si la gota es excesivamente pequeña, tendrá una velocidad de caída pequeña, con lo que puede tener problemas denominados de deriva.

[Tipo de equipos

Una tercera clasificación se puede hacer según el equipo que vaya a realizar el tratamiento. Este equipo, a su vez, puede clasificarse en función de su enganche: arrastrado, suspendido, automotor; o bien, lo más útil, hacerlo según se “rompa” el líquido en gotas.



Pulverización Hidráulica (Pulverizadores de barras)

Las gotas se producen al atravesar un líquido a presión un estrechamiento o boquilla en contacto con el aire (presión atmosférica). Las gotas llegan a su objetivo por inercia. Es, indudablemente, un buen sistema, muy utilizado aunque con el inconveniente de formar unas gotas relativamente grandes.

Pulverización Hidroneumática (Atomizadores)

Es una variante de la pulverización hidráulica. Se trata de ayudar a la gota a llegar a su objetivo con la energía del aire. Con este método se consiguen gotas más pequeñas, lo que ocasiona una mejor infiltración y menor sensibilidad al viento.

PULVERIZADORES		
Formas de dividir el líquido	Técnica	Denominación de la Máquina
Presión del líquido	Pulverización hidráulica	Pulverizador o pulverizador de chorro o hidráulico
Corriente de aire	Pulverización hidroneumática	Atomizador o pulverizador hidroneumático
Corriente de aire	Pulverización neumática	Nebulizador
Fuerza centrífuga	Pulverización centrífuga	Pulverizador centrífugo

Pulverización Neumática (Nebulizadores)

Las gotas se producen por el choque de la vena líquida que incide, en flujo laminar, con chorro de aire a presión. Produce gotas más pequeñas que incluso el atomizador.



Pulverización Centrífuga

La fuerza centrífuga generada por un elemento giratorio que recibe el líquido por el eje de giro y que lo expulsa, con diferente fuerza, en función del régimen de giro y el diámetro del elemento. El tamaño de gota es muy variable en función del régimen de giro del elemento rotor.

Elementos comunes en los equipos

Aunque en la segunda parte de este artículo, en marzo próximo, se repararán los equipos propiamente dichos (pulverizador hidráulico, hidroneumático, neumático, rotación), quizá sea éste el momento de mostrar componentes de los mismos que son comunes o muy semejantes. Esto es así, porque si bien cada equipo dispone de un diseño y de unas características propias, existen otras componentes que los ingenieros toman de proveedores terceros y que suelen ser similares.

Las gotas pequeñas son muy sensibles a la evaporación y en condiciones de alta temperatura y baja humedad relativa del aire, puede darse el caso que la gota se evapore antes de llegar a su destino

Chasis

Normalmente realizado con perfiles estructurales soldados, y posterior tratamiento anticorrosión (generalmente por galvanizado y en algunas ocasiones cincado) y por último, pintado con pintura bicomponente.

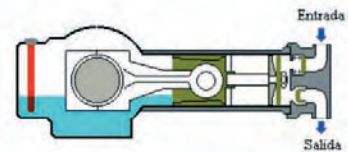
Bomba de impulsión

Es la encargada de proporcionar la presión y el caudal necesario al líquido para su pulverización y para su agitación hidráulica. Se encuentran de dos tipos, la bomba de membrana y la bomba de pistón.

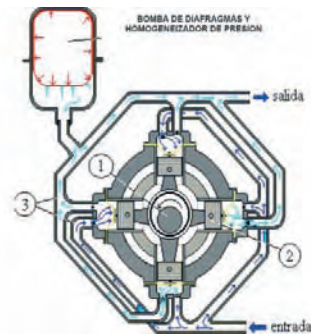
Las bombas de membrana se usan en aquellos equipos que no requieran trabajar con presiones superiores a los 4 bar (4 kg/cm²) y con caudales de 30 a 100 l/min. Las bombas de pistón, si bien más caras, permiten alcanzar de forma fiable presiones de hasta 8 bar y caudales de 50 a 150 l/min.

La energía requerida para su accio-

namiento proviene de la TDF (Toma De Fuerza) del tractor a través de un árbol con juntas homocinéticas.



Bomba de 3 pistones



Bomba 4 membranas

Depósito

Es el encargado de contener el "caldo" del tratamiento. El "caldo" se ha preparado con agua y la sustancia activa en la proporción marcada por el fabricante. Por su cometido, el depósito debe ser resistente al ataque químico, también resistente al impacto. Por ello se escogen, normalmente, materiales inertes y con buena resis-

tencia química como el polietileno (PE) y el poliéster reforzado (PRFV)

Los depósitos deben cumplir, específicamente, las normas ISO 9357 e ISO 13440. Un buen diseño será aquel que asegure una fácil limpieza, que disponga de un sistema para proceder al vaciado total y una boca de llenado dotada de cierre hermético.

Se le debe dotar de algún método de agitación para mantener de forma homogénea el líquido fitosanitario. Se suelen fabricar por la técnica de rotomoldeo. Además deberían existir en un buen equipo otros depósitos como son el secundario para limpieza y cebado del principal y por último un depósito lavamanos.

Agitador

Para mantener constantes las propiedades de un líquido resultante de una adición de varios líquidos o polvos en suspensión precisan de un buen sistema de homogeneización y de agitación. Existen sistemas de agitación hidráulica (los más frecuentes especialmente para depósitos inferiores a los 1000 litros). El caudal de agitación oscila entre 1/3 a 2/3 del caudal total de líquido impulsado por la bomba.

El sistema de agitación mecánica consiste en desplazar por el depósito algunos rodetes con paletas. El sistema es más propio en depósitos de alta capacidad. Otros sistemas pueden ser del tipo hidromecánico, mediante la acción de una bomba centrífuga accionada aparte de la bomba de impulsión.

Filtros

Escalonados con tamaño de malla adecuado al tipo de boquillas utilizado. Son los encargados de retener las partículas de un determinado tamaño, impidiendo la obstrucción en conducciones de menor sección. Pueden estar fabricados en malla de inoxidable o poliamida. La característica que los define es el tamaño de separación entre hilos (mm, μm o n° hilos/pulgada).

Un buen diseño de filtro debe garantizar la retención de las partículas más grandes que el diámetro de su malla sin generar importantes pérdidas de carga en la conducción.

Los distintos filtros en un equipo

- Filtro de llenado o colador: se incorpora en la boca de llenado del depósito y retiene solo partículas gruesas
- Filtro de aspiración: se ubica entre el sumidero y la bomba. Tiene un paso de 300 a 800 μm .
- Filtro de impulsión: están en el circuito de impulsión con anterioridad a la distribución del líquido hacia las boquillas
- Filtros de boquillas: son los de malla interior, se incorporan en el interior del cuerpo de la boquilla pulverizadora.

Boquillas

Es un componente fundamental del equipo, de tal forma que un buen equipo puede hacer un pésimo tratamiento si falla en las boquillas. Son los últimos elementos de las conducciones y las responsables de la distribución del líquido que lo transforma en gota fina y homogénea. Las boquillas suelen ser las mismas ya se trate de un pulverizador hidráulico en cuyo caso se disponen en la barra pulverizadora. En ellas se produce la diferencia de presión (líquido a presión elevada se junta con el aire atmosférico) produciéndose las gotas. Si las mismas boquillas se introducen dentro de unas toberas y reciben el aire de un ventilador al equipo se le denomina atomizador.



Se distinguen, entre otras cualidades, por la forma de lanzar el chorro del líquido:

- **Chorro plano:** Excelente distribución, en forma de pincel, muy uniforme a alturas de barra entre 35 y 70 cm. A la vena líquida se le da la forma deseada según la hendidura tenga forma rectangular o elíptica. Normalmente se escogen cuando las condiciones climatológicas no son óptimas.

- **Chorro cónico:** Someten el líquido a una rotación que produce un chorro cónico que puede ser lleno o hueco. Mezclan el aire con el líquido en una pulverización más gruesa. Se usan sobre todo con insecticidas y fungicidas. Tienen poca deriva y son aptas para condiciones climáticas no óptimas. Las de chorro hueco especialmente son muy utilizadas en vid y frutales con tratamientos de alta presión.

- **Baja deriva:** Utilizadas normalmente en bajos volúmenes de aplicación. Reducen el número de gotas pequeñas que son las más sensibles al viento y a la baja humedad relativa del aire. No se debe olvidar que reducir la deriva es aumentar la eficacia de un tratamiento.

- **Deflectoras, de choque o espejo:** Producen la pulverización obligando a chocar una vena líquida contra una superficie plana pulimentada. Útiles para herbicidas o abonos foliares líquidos.

Las boquillas se suelen insertar o bien roscadas o bien del tipo bayoneta, y es recomendable que el portaboquillas incorpore varias boquillas de uso alternativo para poder seleccionar la más apropiada para la aplicación a realizar. En este caso, se dispone de un soporte rotativo que mediante giro permite el uso de cada boquilla.

En primer lugar la boquilla debe ser la apropiada para el tipo de producto que se vaya a aplicar así como el tipo de cultivo, las características del producto y la homogeneidad de la población de gotas.

Como primera aproximación se recomienda boquillas de abanico para el uso con herbicidas, mientras que las de turbulencia para los fungicidas y las de abanico para tratamientos insecticidas.

Existe un código de colores (código ISO 0625) para distinguir las boquillas por su caudal nominal:

Color	Caudal nominal l/min
Naranja	0,4
Verde	0,6
Amarillo	0,8
Azul	1,2
Rojo	1,6
Marrón	2

Naturalmente el caudal de una boquilla se refiere a una determinada presión, si varía la presión variará el caudal e incluso, presumiblemente, el ángulo de salida del líquido, como por ejemplo:

Presión (bar)	Caudal (l/min)	Angulo
1	0,3	50 °
2	0,5	70 °
3	0,6	90 °
4	0,7	110 °

Cada boquilla tiene un diagrama diferente de distribución de caudal que se ha obtenido en los ensayos preceptivos. (**Gráfico 2**)

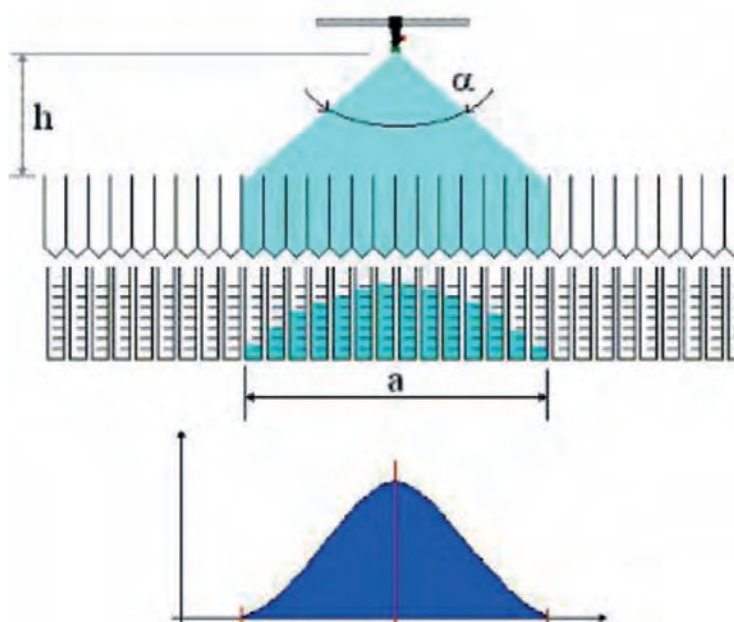
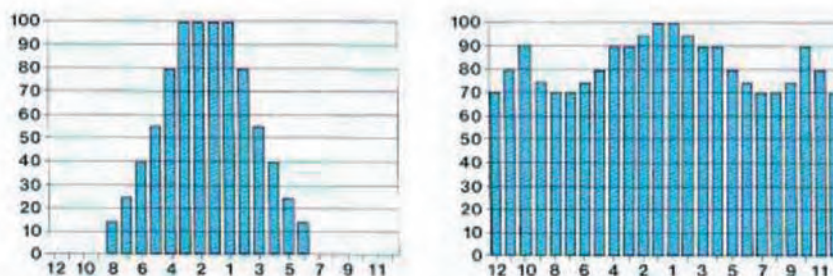
Los materiales utilizados en su construcción son diferentes aunque ofrecen el denominador común de ofrecer una buena resistencia al desgaste (bronce, polímero plástico, inoxidable, cerámicas). Cada material tiene unas particularidades de duración y por supuesto de coste, siendo las boquillas de tipo cerámico las de máxima duración seguidas por las de inoxidable (AI-SI 316) y las poliméricas realizadas en plásticos de ingeniería (por ejemplo nylon).

Grifería y equipos de medida

Se trata del conjunto de válvulas y conducciones que regulan el movimiento del líquido. Las válvulas pueden ser de varios tipos, de seguridad, si la presión aumenta se abre (el líquido retorna al depósito) evitando el riesgo de rotura, de regulación de caudal, deja salir al exterior más o menos líquido. En este apartado se encuentran tam-

Gráfico 2:

Esquema de ensayo de una boquilla sobre canales y recolección del líquido en probeta para realizar histograma de distribución



La bomba de impulsión es la encargada de proporcionar la presión y el caudal necesario al líquido para su pulverización y para su agitación hidráulica

bién los manómetros cuyo buen funcionamiento nos proporcionará una información indispensable para un buen tratamiento. Suelen tener la esfera graduada de 0 a 5 kg/cm² y son recomendables los rellenos de glicerina.

Accionamiento y dosificación

A través de la toma de fuerza del tractor (velocidades de 540 y 1000

rev/min), con diferentes posibilidades de dosificación, caudal constante, caudal proporcional al motor (CPM), caudal proporcional al avance (CPA).

Bibliografía

Documentación técnica divulgativa de casas fabricantes y comerciales (Hardi, Teyme Zefir, Fitosa, etc.)

Plataforma del conocimiento del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. www.marm.es

Escuela Técnica Agrícola U.C.L.M www.uclm.es/cr/euita

Queda a disposición del lector en los correos electrónicos de redaccion@editorialagricola.com y hcatalan@editorialagricola.com •