

Maquinaria

[TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS]

Pulverizadores hidráulicos en viñedo

Helio Catalán

Dr. Ingeniero Agrónomo

En la pretendida agricultura sostenible la correcta aplicación de los fitosanitarios, y el control de residuos de cualquier plaguicida debe ser un tema controlado. “Un producto fitosanitario no es bueno o malo en si mismo, los niveles de toxicidad y eficacia depende de las dosis y por ende de la forma de aplicación”.

La expresión “¡voy a tirar herbicida!” se escucha habitualmente en cualquier tertulia entre agricultores. ¿Es una expresión coloquial o quizá su significado encierra mucho más?, ¿en verdad se tira producto fitosanitario o se hacen tratamientos con la dosis y momento justos?, ¿el tratamiento y reducir la agresión al medio consiguiendo además la mayor eficiencia económica?, ¿cuánto se pueden reducir las dosis de aplicación sin perder eficacia en el tratamiento?, ¿cómo se puede optimizar el tratamiento y reducir la agresión al medio consiguiendo además la mayor eficiencia económica?

Una dosis de 1 l/ha o del 1% de materia activa requiere un mezclado muy riguroso de producto y diluyente. Se trata de cifras utópicas sin el equipo de tratamiento adecuado, sin el mantenimiento del mismo en perfecto estado, sin las boquillas exigibles, sin la regulación correcta de la presión y el caudal de pulverización e incluso sin que se cumplan las condiciones ambientales adecuadas.

¿Es el “aplicador” consciente de la importancia de los puntos anteriores?, ¿es consciente de que seguir las instrucciones puede ser la diferencia entre un tratamiento efectivo o perder tiempo y dinero?



Atomizadores

La mejor opción: elección del equipo para viñedo

Elegir el pulverizador adecuado en una explotación es cuestión de conocer las necesidades de dicha explotación. Con carácter general se puede afirmar que existe una elección para cada explotación, o incluso para cada plantación. Como el problema es complejo si se quiere analizar en una generalidad universal, se reducirá, en el presente artículo, a la elección de un pulverizador para plantación de viñedo (vaso o espaldera).

En una primera aproximación, el viñedo se adecúa mejor al uso de un pulverizador neumático o hidroneumático, pero otras consideraciones pueden pesar en la elección primera, por ejemplo, ¿hay más de un equipo en la explotación?, ¿predominan los tratamientos líquidos a los pulverulentos?, ¿Predominan el uso de fitosanitarios a los herbicidas en los tratamientos?, etc.

Las incógnitas son tan variadas que por supuesto determinará la elección. Concretando más el problema, al centrarse en una explotación media de viñedo como cultivo principal, con otra serie de cultivos de menor importancia económica para el potencial comprador (olivos, cereal, girasol, leguminosas...), la elección se concreta.

Una explotación media con un cultivo dominante, viñedo, y varios cultivos “satélites” requieren de la polivalencia de una sola máquina que pueda acometer todos los tratamientos de forma digna. En este caso quizá, la elección más favorable sea el pulverizador hidráulico.

Analizando la afirmación anterior el lector presentará numerosas objeciones, inquietudes y disconformidades. Todas ellas, seguro, son aceptables. La pulverización hidráulica: La alternativa para plantación arbórea quizá no sea, en principio, una buena elección. ¿Por qué?, pues porque conseguir una buena penetración utilizan-



Pulverizador hidráulico con pistola

Clasificación de equipos

La clasificación que se hace en el presente artículo viene determinada por la forma de romper el líquido en gotas. Tres formas pueden emplearse para conseguir esta rotura (Tabla):

- **Pulverización hidráulica:** 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.
- **El inconveniente:** Las gotas son relativamente grandes, lo que ocasiona un mal recubrimiento y una mala infiltración en la masa foliar. Especialmente indicados para herbicidas y fitosanitarios en herbáceos y en leñosos con matices.
- **Pulverización hidroneumática:** Se trata de una variante a la pulverización hidráulica. Se consigue cuando a la gota se le

- ayuda a llegar a su objetivo por medio de la energía del aire. Se consiguen gotas algo más pequeñas, lo que ocasiona una mejor infiltración y menor sensibilidad al viento. Indicados para insecticidas y fungicidas en cultivos con alto desarrollo foliar. Presión de trabajo 3-5 bar.
- **Pulverización neumática:** Las gotas se producen por el choque de la vena líquida que incide, en flujo laminar, con chorro de aire a presión. Produce gotas intermedias entre las anteriores. Indicados para tratamientos en leñosos, viñedo con volúmenes de aplicación bajos.
- **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.

Diferentes tipos de máquinas pulverizadoras

Pulverizadores		
Formas de dividir el líquido	Técnica	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

Tamaño de gota (de mayor a menor):
Pulverizador Hidráulico > Pulverizador centrífugo > Atomizador > Nebulizador

do la propia energía cinética obliga a trabajar con grandes volúmenes de líquido y no siempre con suficiente eficacia.

El equipo neumático (producción de gota y transporte se realiza por aire) requiere una relación aire necesario/ líquido pulverizado grande, lo cual significa demanda de potencia muy alta, que en plantaciones arbóreas, de gran desarrollo foliar, hagan desear este tipo de equipo (aunque para tratamientos localizados puede ser aceptable).



La calidad de la aplicación se suele contrastar con “testigos” que miden el número de gotas por centímetro cuadrado

El equipo hidroneumático (producción de gota hidráulicamente y transporte por aire) es una buena alternativa. Los resultados en tratamientos fitosanitarios son muy buenos y supera al pulverizador hidráulico a excepción del tratamiento con herbicidas.

Como primera aproximación, los sistemas de transporte de aire quizá sean los más adecuados. ¿Entonces por qué me decanto por la pulverización hidráulica? Existen una serie de parámetros que inducen mi elección.

En el uso de un insecticida se cuenta con la movilidad del propio “bicho” para su ingestión o inhalación. Por lo tanto es diferente a si se va a tratar con “caldo” fungicida, el cual necesita colocar la sustancia activa bien en su totalidad o bien donde se desarrolle el



Los testigos son unas “tarjetas” que se fabrican con papel sensible que se sitúan en las zonas de tratamiento. Es posible comprarlas en los propios proveedores de equipos

hongo. Tampoco es lo mismo con un producto sistémico que ataca al sistema de la planta. En el caso de un herbicida puede ser sistémico radicular que exige su colocación en suelo o bien un sistémico foliar cuya actuación depende de la cantidad de materia activa que recibe la mala hierba.

Con carácter general se dice que un fungicida requiere un tamaño de gota más pequeño que el insecticida y a su vez este más pequeño que el herbicida. A menor tamaño de gota menor volumen de líquido necesario.

[Ventajas e inconvenientes

La pulverización hidráulica es menos homogénea que la neumática y la centrífuga. Con pulverización hidráulica ocurre que un número pequeño de gotas se lleva gran cantidad de líquido, a cambio, el proceso de pulverizador hidráulico consigue una mejor uniformidad de reparto de gotas.

El hidroneumático se adapta mejor al tratamiento del cultivo del viñedo con alta superficie foliar (a partir del

Pulverizadores hidráulicos

En su construcción se observan los siguientes componentes:

- **Bastidor:** Es la estructura sobre la que se montan el resto de los componentes. Cuando se trata de equipos arrastrados se usan perfiles estructurales, tipo UPN. Con equipos suspendidos se suele ir a tubo de acero soldado. En cualquier caso se protege mucho la superficie, bien con tratamiento galvanizado y pintura epoxi de alta resistencia o bien con imprimaciones sintéticas y pinturas PUR bicomponentes.
- **Depósito:** Su misión es almacenar y mantener el líquido fitosanitario de forma homogénea en todo su contenido. El material más empleado y el que mejor resultado da por su resistencia al ataque de productos químicos son el polietileno (PE) y el poliéster reforzado (PRFV). Por las particularidades de fabricación con PE (rotomoldeo) el comprador no debe dudar a la hora de elegirlo. El tamaño de la cuba normalmente determina también la naturaleza del equipo, así hasta los 1000 l suele ser suspendido, de 1000 a los 4000 l suele ir arrastrado y cuando supera los 3000 l suele ser automotriz.
- **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 l). El sistema recircula parte del líquido impulsado de nuevo al depósito

vertiéndolo por su parte superior o inferior (en el primero caso genera espumas pero aprovecha mejor la energía cinética del líquido). El caudal de agitación oscila entre 1/3 a 2/3 del caudal total de líquido impulsado por la bomba de presión.

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.

- **Filtros:** Se encarga de retener las partículas de un determinado tamaño, impidiendo la obstrucción en conducciones de menor sección. Se fabrican en malla de inoxidable o poliamida. La ca-

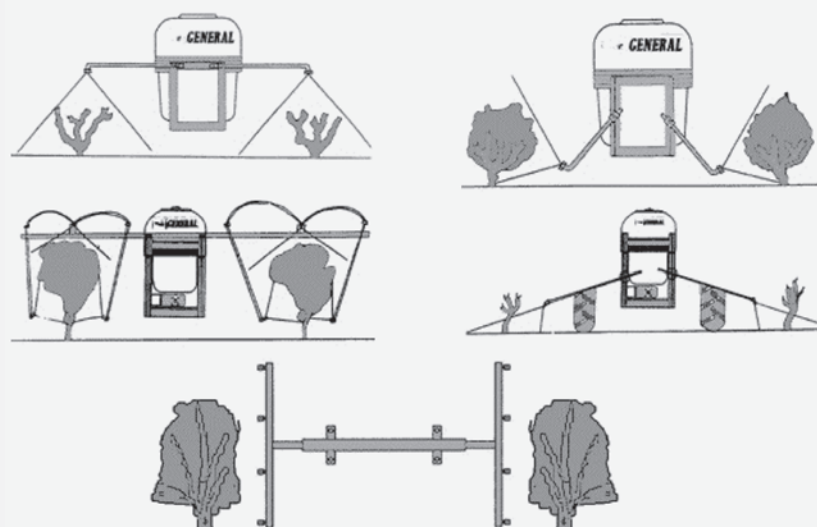
racterística que lo define es el tamaño de separación entre hilos (mm, μm o n° hilos/pulgada).

Un buen filtro debe ser capaz de retener las partículas más grandes que el diámetro de su malla y no generar importantes pérdidas de carga en la conducción.

El número de filtros en un equipo es variable. En un buen equipo se observarán los siguientes:

- 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 una paso de 300 a 800 μm

Pulverización hidráulica con distintas disposiciones de barras y boquillas según tipo de conducción y estado del cultivo (esquemas de General y Comage)



15 de mayo), pero en otros muchos tratamientos, a lo largo del año, incluso en invierno, con parada vegetativa es menos polivalente.

El pulverizador hidráulico es el más generalista, el “multius”. Un agricultor medio no tendrá varios equipos y puesto a comprar, comprará el que sirva un poco “para todo” (los equipos hidráulicos son, indiscutiblemente, los nº 1 en ventas).

La superficie foliar de un cultivo arbóreo, valga también el viñedo, es superior, entre 10-20 veces, a la superfi-

cie del terreno donde está arraigado, además, el volumen de caldo dependerá del tipo de tratamiento que se esté realizando: fungicida, herbicida, acaricida, etc. En cualquier caso se debe contar con un problema añadido: superar la “barrera” de hojas que se interponen al paso de gota.

El volumen necesario con gotas de 300 µm y con cobertura de 100 impactos/cm² es de aproximadamente 150 l/ha de superficie foliar y si el volumen de hojas es de 15 veces mayor que la del suelo al menos se necesita-

rán 2000 l/ha. Entonces, ¿cómo se puede conseguir hacer un tratamiento en un cultivo como el viñedo con poco “caldo”? La respuesta está a nuestro alcance: O bien con pulverización hidráulica, con mangueras y pistolas (cuando se hagan tratamientos no agresivos con el hombre), o bien provocando una corriente de aire que sea capaz de penetrar la barrera (obsérvese que estoy defendiendo el uso de mangueras con pistolas o lanzas, cosa que hace años se preveía su desuso). En el caso de pulverización hidráulica

- Filtro de impulsión: Está en el circuito de impulsión con anterioridad a la distribución del líquido hacia las boquillas.

- Filtros de boquillas: Son de malla interior, se incorporan en el cuerpo de la boquilla pulverizadora.

• **Bomba:** Proporciona la presión y el caudal necesario al líquido. Es la responsable de aportar el caudal de líquido a presión para su pulverización y para la agitación hidráulica.

Suelen ser o bien de diafragma, se usan especialmente en equipos que no requieran trabajar con presiones superiores a los 4 bar, o de pistón que alcanza de forma fiable presiones de hasta 6 bar. Estas últimas son más caras.

La energía requerida para su accionamiento proviene de la toma de fuerza del tractor a través del cardán.

• **Valvulería y grifería:** Conjunto de válvulas y conducciones que regulan el movimiento del líquido. Las hay de seguridad, si la presión aumenta se abre, el líquido retorna al depósito y evita el riesgo de rotura, de regulación de caudal, deja salir al exterior más o menos líquido.

En este apartado se incluyen también los distribuidores para el control del volumen de aplicación. Los hay manuales, con o sin control remoto, mediante cable, desde la cabina del tractor, o incluso eléctricos.

La válvula antigoteo es una válvula de presión, normalmente formada por un resorte y un diafragma (de epdm o vi-

tón) que impide que el líquido llegue a la boquilla si la presión es pequeña.

Los manómetros cuyo buen funcionamiento nos proporcionará una información indispensable para un buen tratamiento. Suelen tener graduación de 0 a 5 kg/cm² y son recomendables rellenos de glicerina.

• **Barra pulverizadora:** Sobre ella se disponen las boquillas. Para el tratamiento de suelo desnudo o cultivo de porte bajo se llevan barras horizontales, paralelas al suelo que son las encargadas de soportar y proteger las tuberías de conducción y las boquillas. Deben ser robustas mecánicamente, no pesadas para no lastimar más de lo conveniente el sistema, alta estabilidad para evitar tanto los desplazamientos horizontales como verticales. Suelen ir colocadas en la parte delantera o trasera del tractor.

En viñedo no suelen sobrepasar 10 m de ancho de trabajo, siendo, por tanto, de construcción simple, pero al superar los 15 m se buscan diseños del tipo reticular para mejorar la robustez y rigidez con peso liviano.

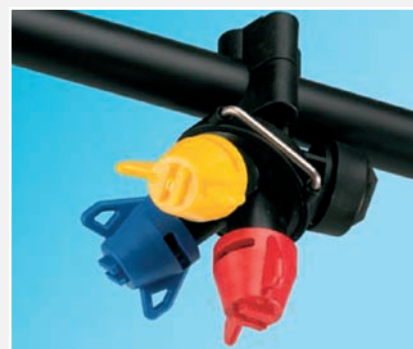
En viñedo en vaso se suelen colocar en la parte delantera del tractor a una altura sobre el suelo de aproximadamente 500-1400 mm que permita pasar por encima de la viña ya brotada.

En viñedo en espaldera se suele usar las barras en posición vertical al suelo, ya sea en la parte delantera o trasera del tractor.

En cualquier caso los sistemas de barras requerirán un sistema de plegado para el transporte y almacenaje.

Boquillas: Son los últimos elementos de las conducciones y las responsables de la distribución del líquido. Los materiales de fabricación suelen ser cerámicos, polimérico (syntal, PE, teflón), cobre o inoxidable. Existen una gran variedad de boquillas: abanico, chorro plano, chorro cónico, de choque.

Se disponen en la barra pulverizadora. El fenómeno de diferencia de presión (líquido a presión elevada se junta con el aire atmosférico) produce las gotas.



Las boquillas se suelen insertar o bien roscadas o bien tipo bayoneta. Es recomendable que el portaboquillas incorpore varias boquillas de uso alternativo para poder seleccionar la boquilla correcta. En este caso se dispone de un soporte rotativo que mediante giro permite el uso de cada boquilla.

El tamaño de una boquilla se define por su caudal nominal en l/min que es el que pulveriza cuando trabaja a presión de 3 bar.

Un denominador común de todos los elementos es la resistencia a la abrasión y a la corrosión ya que manejarán líquidos agresivos: abonos líquidos, herbicidas, etc.



ca, se exigirá disponer de tiempo y mano de obra barata. A cambio, con la pistola se puede actuar desde diversos ángulos.

Al comenzar el trabajo. Estado del equipo y calibración

Antes incluso de la elección del equipo es necesario que el agricultor se conciencie de la importancia de la labor que se va a realizar. El éxito de un tratamiento fitosanitario depende de:

- Correcta elección del producto a aplicar
- Momento de la aplicación: desarrollo vegetativo, desarrollo de la plaga, condiciones ambientales...
- Uso del equipo adecuado y su calibración. Todo el tiempo “perdido” en la calibración asegurará que:
 - Se utilice la dosis necesaria del producto
 - Minimizar pérdidas por deriva
 - Reducir costes

Antes de salir al campo se revisará:

- Estado de las boquillas: controlar que todas están en buen estado, sin salidas parcial o totalmente obstruidas. El estado de las boquillas son la base de una buena aplicación
- ¿Se trata de la boquilla apropiada para el tratamiento a realizar?
- ¿Los manómetros están midiendo bien?
- ¿Los reguladores de presión funcionan correctamente?



Pulverizador hidráulico con barras verticales laterales para tratamiento de emparrado

- ¿Las bombas de impulsión están bien lubricadas, en buen estado, cumplen en caudal y presión?
- ¿Las conducciones están bien y no pierden producto o tienen curvas, estrangulaciones, etc.?
- ¿Los sistemas de agitación funcionan correctamente?

Quizá sea excesivo pedirle al agricultor que calibre su equipo. Pedir algo improbable es sinónimo de que no se hará. Si sería factible dotar a las cooperativas, oficinas comarcas, etc, de sistemas para poder realizar una calibración y premiar en cierta forma al agricultor si hace la operación.

Un pulverizador hidráulico se puede calibrar con unos elementos mínimos: uno o varios recipientes para recoger líquido, un cronómetro y una cinta métrica. Es fácil comprobar el caudal que pulveriza cada boquilla, si se mantiene similar en todas ellas y si se corresponde con lo que se necesita.

Antes de comenzar el tratamiento será necesario decidir el volumen de aplicación y la presión del trabajo:

- **Volumen de aplicación:** siempre el menor posible, compatible con la distribución del líquido. En cultivos bajos una dosis de 300 l/ha es normalmente suficiente, si se aumenta el volumen de aplicación no se consigue un tratamiento más eficaz. Con el estado actual de las técnicas de aplicación una consideración real sería la de pensar que se puede llegar a reducir entre el 40 y el 60 % de las materias activas ahora utilizadas.
- **Presión de trabajo:** se recomienda la presión más baja porque así se reducen las pérdidas por deriva en forma de gotas muy finas. Un herbicida sobre suelo desnudo o aquellos con acción sistémico, la pulverización más eficaz es la se conoce como “mojante” que se realiza con gotas de tamaño medio. Es destacable que en manos del usuario está la posibilidad de ajustar el volumen de aplicación y el tamaño medio de las gotas, para ello se debe actuar sobre el tamaño de las boquillas (significa modificar el caudal) y la presión de trabajo.

ción y el tamaño medio de las gotas, para ello se debe actuar sobre el tamaño de las boquillas (significa modificar el caudal) y la presión de trabajo.

- **Tipo de boquilla:** está condicionada por la forma del cono de tratamiento y la finura de gota. Normalmente las boquillas más eficientes para uso normal en herbicida son las de hendidura (ángulo de abertura 110°) con presión de 1,5-2 bar (si aumenta la presión aumenta proporcionalmente el caudal pulverizado).

En cualquier decisión contar en primer lugar con la recomendación del fabricante del fitosanitario.

[Bibliografía]

Márquez L. (1989). Solo máquinas. Ed. Laboreo S.A. Madrid

Documentación técnica divulgativa de casas fabricantes y comerciales: Berthoud, Ardí, Teejet, Filosa, etc. •



Los herbicidas de preemergencia e insecticidas son los productos que menos cobertura necesitan. El herbicida de contacto (postemergencia) requiere una cobertura mayor y el fungicida aun mayor