

1. INTRODUCCIÓN

Del estudio de todos los aspectos que rodean al cultivo de la vid, a día de hoy se puede decir, que en la casi totalidad de las zonas de producción vitícola es imposible producir uva en cantidad y calidad suficiente sin hacer uso de tratamientos de protección contra plagas, enfermedades y alteraciones diversas que afectan a su cultivo.

No es arriesgado decir que la protección del viñedo es uno de los factores más determinantes en la producción vitícola, ya que requiere un elevado nivel de control y oportunidad. Este argumento nos lleva a asegurar que en muchos casos el empleo de mano de obra, maquinaria y productos fitosanitarios, constituyen el coste más elevado entre todos los costes de producción.

Si bien es verdad que el avance investigador y una mayor concienciación deberían llevarnos a una implantación progresiva de técnicas de lucha integrada y sistemas de cultivo más naturales (viticultura ecológica, biodinámica, etc), la realidad nos dice que a día de hoy la lucha química es imprescindible en la inmensa mayoría de las explotaciones vitícolas.

Por todo ello, creemos imprescindible abordar el estudio de las técnicas y equipos de aplicación de productos fitosanitarios, con el ánimo de buscar la mayor eficacia de los mismos y avanzar en conceptos como precisión y seguridad que nos lleve a la disminución de los riesgos para el medio ambiente y la vida asociados a esta operación de cultivo.

Partiendo pues de los principios básicos de buenas prácticas en el uso de productos fitosanitarios:

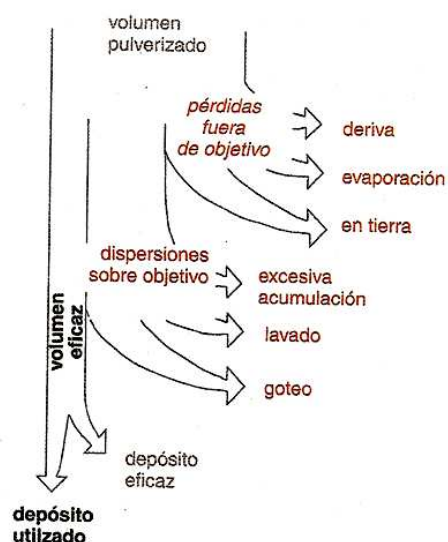
- 1.1. Tratar solo cuando sea realmente necesario
- 1.2. Elegir productos eficaces pero menos nocivos para la vida y el medio ambiente
- 1.3. Utilizar la dosis mínima necesaria
- 1.4. Emplear las técnicas más adecuadas y seguras

2. REDUCCIÓN DE LAS DOSIS. EFICACIA DE LOS TRATAMIENTOS

A pesar del avance tecnológico y de los estudios específicos, en la actualidad aún podemos decir que las pérdidas y dispersiones de los productos aplicados son muy elevadas.

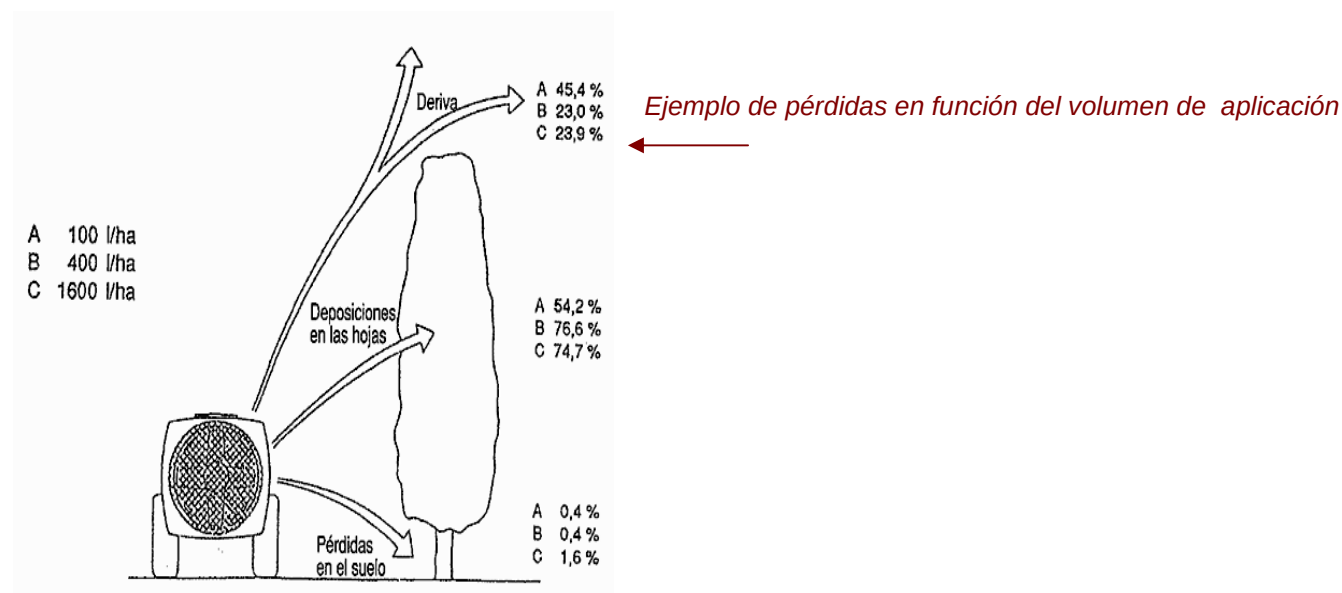
De la cantidad total aplicada (DOSIS TOTAL):

- Una parte se aplica sobre el cultivo objeto de tratamiento de manera correcta (Dosis útil).
- Otra parte se superpone a la anterior resultando inútil o en casos perjudicial para el cultivo (fitotoxicidad).
- Otra parte se pierde al caer sobre el suelo.
- Otra parte se pierde por deriva (no impacta en el objetivo)
- Otra parte se pierde por evaporación antes de llegar al objetivo.



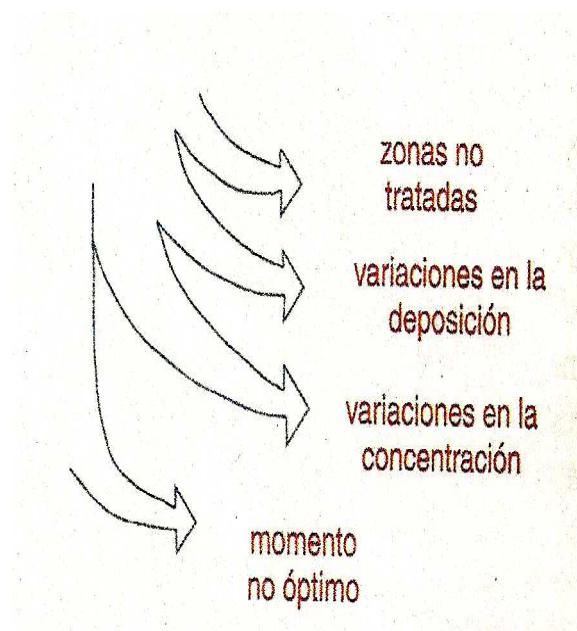
$\text{DOSIS TOTAL} = \text{Dosis útil} + \text{Dosis perdida o dispersada}$
--

La cantidad de pérdidas fuera del objetivo se puede estimar en un 50 %, por lo que todos los medios y técnicas enfocadas a la reducción de éstas, nos llevarán a una importante reducción de la dosis total si poner en peligro la eficacia del tratamiento.



Pero reducir la dosis nos lleva casi siempre a incrementar considerablemente la calidad de la aplicación y una distribución lo más regular posible (dependiente del tipo de equipo empleado en cada caso). Se puede decir que necesitamos aumentar la precisión del tratamiento sin disminuir la eficacia evitando así la sobredosis.

Las causas de la ineficacia de un tratamiento varían en función de los parámetros que se reflejan:



Trataremos a continuación los métodos y técnicas que procuran una mayor eficacia en los tratamientos fitosanitarios.

3. MAQUINARIA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS

Los productos fitosanitarios normalmente empleados en el cultivo de la vid se encuentran en el mercado para su aplicación en forma sólida y en forma líquida, quedando algunos productos gaseosos de uso muy concreto y restringido.

1. Tratamientos en forma sólida : polvos, microgránulos (tratamientos con azufre)
2. Tratamientos en forma líquida: polvos mojables, soluciones y suspensiones de concentración variable, suspensiones microencapsuladas, microemulsiones, etc. (tratamientos fungicidas, insecticidas, acaricidas, abonos foliares, etc).

La maquinaria para aplicar estos productos serán pues:

1. Espolvoreadores: Aplicación de productos sólidos.
2. Pulverizadores: Aplicación de productos líquidos.

3.1. ESPOLVOREADORES

Normalmente se trata de aperos acoplados a un tractor, bien arrastrados (grandes dimensiones) o suspendidos (equipos más pequeños, hasta 200 kg)), accionados por la toma de fuerza del tractor.

Su uso en viticultura está en la actualidad restringido al control de algunas enfermedades fúngicas como el oidio (*Uncinula necator B.*), y trabajan con partículas de diámetro inferior a 30 µm.

Normalmente constan de una tolva (con o sin agitación), un dispositivo dosificador y un ventilador centrífugo que produce una corriente de aire que transporta las partículas a través de difusores.

Ni que decir tiene que el material de construcción y la forma de los distintos componentes, deben de ser resistentes al producto a pulverizar, evitando zonas de sedimentación de partículas y dispositivos que impidan el *puffing* (nubes de polvo al cargar).

Su forma debe permitir un fácil vaciado del producto sobrante.

Las dosis de espolvoreo de azufre (de elevada riqueza 98-99 %) varían entre 20 y 50 kg/ha en función de la virulencia del ataque del hongo.

El sistema de impulsión puede ser neumático, electrostático, etc.



El problema principal de la aplicación de productos en polvo, radica en el elevado % de deriva, por lo que a pesar de la aplicación dirigida de los equipos más recientes, siempre se utilizan dosis más elevadas de las necesarias.



A ello debemos sumar que en viticultura el producto en polvo que se utiliza, el azufre, presenta una serie de posibles riesgos como:

- **Inhalación:** Polvo molesto. Puede causar tos, estornudo o respiración laboriosa si grandes cantidades son inhaladas.
- **Ingestión:** Considerado esencialmente no tóxico por ingestión. Ingestión de muy grandes cantidades puede causar dolor de garganta, náusea, dolor de cabeza, y posible inconsciencia en casos severos. Puede ser convertido a sulfuro de hidrógeno en el intestino.
- **Contacto con la Piel:** Puede causar irritación.
- **Contacto con los Ojos:** Irritante a los ojos humanos a 6-8 ppm. Enrojecimiento y dolor puede ser observado.
- **Exposición Crónica:** Prolongada sobre exposición al polvo de azufre puede producir posible sensibilización de la piel y permanente daño ocular (empañado de la retina e irritación crónica). Prolongada inhalación puede causar irritación de membranas mucosas.
- **Agravación de Condiciones Pre-existentes:**
- Individuos sensibles pueden experimentar irritación de la piel por exposición repetida a polvo de azufre. Respuesta alérgica puede ocurrir.

3.2. PULVERIZADORES

Son equipos diseñados para la distribución de productos en forma líquida, bien como disoluciones reales o como suspensiones coloidales.

Según el mecanismo que genera la pulverización y la impulsión de las gotas, se pueden clasificar en:

- Pulverizadores hidráulicos (de chorro proyectado).
- Pulverizadores hidroneumáticos
- Pulverizadores neumáticos

Pulverizadores hidráulicos

Los primeros equipos eran lanzas accionadas manualmente (rempuxos), pasando posteriormente a las mochilas de palanca. Posteriormente se fabricaron los pulverizadores propiamente dicho, que aún se emplean en la actualidad en pequeñas explotaciones. Se trata de un apero arrastrado o suspendido al tractor y que consta de un depósito de material plástico resistente, una bomba (de pistón y membrana) accionada por la toma de fuerza del tractor y una pistola o un conjunto de difusores (boquillas) sobre un soporte rígido.



La presión generada por la bomba empuja al líquido a través de las boquillas, generando la pulverización y transportando hasta el cultivo la nube de gotas.

Presenta problemas de penetración en la vegetación, alcanzando solo las primeras capas foliares, por lo que pronto dejaron su sitio a los pulverizadores hidroneumáticos (de chorro transportado).

Pulverizadores hidroneumáticos o atomizadores

Son los equipos mas usados en explotaciones pequeñas y medianas. Su funcionamiento se basa en la utilización del aire generado por un ventilador, como vector de transporte de las gotas así como la fuerza que logra la penetración de las mismas en la cubierta vegetal, siendo la presión hidráulica la encargada de formar la nube de gotas.

Este tipo de equipos consigue una cobertura aceptable (tanto en cantidad como en uniformidad) de la cubierta vegetal y el coste de adquisición no es muy elevado.

Quizás el principal inconveniente es el común uso de elevados volúmenes de aplicación, 800 – 1000 l/ha (cobertura total de las hojas con escorrentía del producto aplicado).

La tendencia en la viticultura actual va dirigida hacia una reducción de los volúmenes de tratamientos fitosanitarios por ha (200-300 l/ha) y a pesar de los avances en el diseño de boquillas y sistemas de regulación de la pulverización, estos equipos se adaptan mal al trabajo a bajo y medio volumen, produciéndose una gran deriva debida a la disminución del tamaño de las gotas.

Con el objetivo de adaptarse a volúmenes más bajos se introdujeron ventiladores de tipo centrífugo en lugar de los axiales, consiguiendo una mayor velocidad del aire que contribuye a lograr una pulverización más fina.



Elementos de un pulverizador

- Bastidor
- Depósito
- Bomba
- Circuito hidráulico
- Sistema de regulación
- Sistema de pulverización

1. Bastidor

Sistema de soporte para el depósito, bomba y conjunto de distribución, que puede ir suspendido en el tractor con enganche de 3 puntos para volúmenes hasta 400 litros, o bien arrastrados para lo que han de disponer de ruedas, enganchados al timón del tractor.

2. Depósitos

Construido de material plástico y su forma debe permitir el vaciado total del mismo aún en condiciones de pendiente. El depósito principal puede llevar acoplado uno o más depósitos pequeños para premezcla, lavado de circuitos y/o lavado de manos.

Integrados al depósito se suelen incorporar un sistema de agitación (en muchos casos simplemente recircula una parte del líquido) fundamental al trabajar a bajos volúmenes dado la alta concentración de la solución, y también un dispositivo de llenado (con filtración para llenar el depósito).



3. Bomba

Su función es aportar la presión suficiente para generar la pulverización, la agitación de la mezcla y, en su caso, el llenado del depósito. Pueden ser:

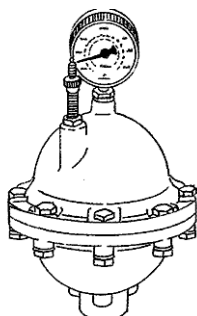
- Centrífugas
- Volumétricas



Las bombas centrífugas, se emplean normalmente en los pulverizadores neumáticos, y trabajan bien a bajas presiones (máximo 10-12 bares) y elevados caudales (hasta 100-200 l/min). Presentan el inconveniente de que el caudal varía con la presión.

Las bombas volumétricas, pueden ser de membrana o de pistones, y el caudal aportado es independiente de la presión y por lo tanto constante para las de pistones y con un leve descenso de caudal al aumentar la presión en las de membrana.

En los atomizadores se suelen utilizar las bombas de membrana, que presentan la ventaja de que la mezcla líquida nunca entra en contacto con los mecanismos de la bomba, evitando así la corrosión. La presión de trabajo es de unos 20 bares (aunque puede llegar a 50 bares).



Las bombas de pistones son muy caras, deben de construirse en materiales resistentes, pues el líquido a pulverizar está en contacto con los pistones, pero permiten trabajar a elevadas presiones (más de 100 bares).

Dado que generan un flujo pulsante, deben de ir acopladas a un **amortiguador neumático**, que transforma el flujo pulsante en continuo.

4. Circuito hidráulico

Conjunto de conducciones, válvula y filtros por los que se transporta el líquido a pulverizar. Todo el circuito debe de estar construido con materiales resistentes a las condiciones de trabajo desarrolladas, existiendo diferentes tipos de tubos conductores (rígidos, flexibles, de diferentes tipos de material, ...) válvulas o llaves (manuales, neumáticas, eléctricas, de una o varias vías, etc). La disposición y cantidad de filtros en el circuito depende de lo sofisticado del equipo, pero son un componente fundamental para el buen funcionamiento del equipo. A medida que se disminuye el volumen de aplicación, se hace más importante el papel de los filtros, al trabajar con boquillas de dimensiones más reducidas y por tanto más fácilmente obturables. Se debe de prestar especial atención a las características de cada filtro (consultar manuales).

5. Sistema de regulación de caudal

La regulación del caudal es determinada por el control de diferentes parámetros como:

- Presión suministrada
- Caudal de las boquillas
- Velocidad de avance del tractor

$$VA = \frac{600 \times q}{v \times n^{\circ} l \times a}$$

VA = Volumen de aplicación (Litros/ha)
q = Caudal total del equipo (Litros/minuto)
v = velocidad de avance del tractor (Km/h)
n° l = Número de líneas tratadas en cada pase
a = Ancho de calle

El caudal total es el resultado del producto del caudal unitario de cada boquilla por el nº de boquillas. Este parámetro viene dado por la raíz cuadrada de la presión multiplicada por un coeficiente característico de cada boquilla, por lo que debemos de regular la presión de salida para ajustarla al tipo de boquilla y caudal deseado.

a. Sistema de regulación a presión constante

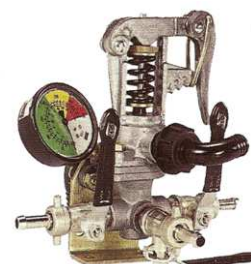
Se fija la presión de trabajo para obtener en las boquillas un caudal constante (litros/minuto).

Para fijar la presión los equipos disponen de una válvula que se regula atornillando o aflojando y verificando la presión conseguida mediante un manómetro (cuyo correcto funcionamiento debemos comprobar periódicamente).

Cuando se utilizan solamente parte de las boquillas, el sistema corrige el caudal aumentando el % de retorno al depósito.

El inconveniente que presenta este sistema, es que para conseguir un volumen constante por hectárea (según la expresión de cálculo anterior) es necesario mantener una velocidad del tractor muy uniforme, lo cual no es fácil salvo en parcelas muy llanas y bien planificadas, lo cual no es lo más común.

Es pues un método barato pero poco preciso (y el más empleado).



b. Sistema de regulación a presión variable

Este tipo de reguladores se basan en controlar el caudal de las boquillas y % de retorno al depósito, en función del régimen de giro del motor. De esta manera ajustamos el caudal a la velocidad, consiguiendo un volumen por hectárea constante. Hay dos categorías:

Distribución proporcional al régimen del motor (DPM)

Distribución proporcional al avance (DPA) o regulación electrónica del caudal

El inconveniente que presentan es el elevado coste y la variación del grado de pulverización para ajustarse a la variación de caudal, lo que supone una menor uniformidad en la deposición.

c. Sistema de regulación de concentración variable (CPA)

En este sistema el grado de pulverización es constante (lo es la presión del circuito del agua) pero se hace una dosificación del principio activo proporcional al avance (DPA). Es un método más preciso y seguro al no tener que manipular el operario las materias primas ni se generan mezclas sobrantes que gestionar.

6. Sistemas de pulverización

En función de cómo se forman y se transportan las gotas existen varios tipos de pulverizadores:

- **Atomizadores o pulverizadores de aeroconvección:** Pulverización por presión y transporte por aire
- **Pulverizadores o nebulizadores neumáticos:** Pulverización y transporte por aire.
- **Pulverizadores rotativos:** Pulverización por fuerza centrífuga y transporte por aire.

La pulverización se lleva a cabo en las boquillas, que según sea fuente de energía que la activa serán:

- Hidráulicas
- Neumáticas
- Centrífugas
- Térmicas
- Electrostáticas

Boquillas hidráulicas

Existen varios tipos de boquilla en función de la forma del chorro que producen, siendo las de chorro cónico las más empleadas en los atomizadores vitícolas. Están compuestas de un cuerpo, anillo de fijación, filtro (opcional) y una punta de chorro (cabeza o disco) con un orificio calibrado.



El caudal de una boquilla depende de la presión, de las características del líquido a pulverizar (tensión superficial, densidad, viscosidad) y por el diámetro del orificio del disco o pastilla.

$$Q = m \times A \sqrt{\frac{2p}{\rho}}$$

m: coeficiente de caudal (depende de cada boquilla)

A: ($\pi d^2/4$) = sección del orificio (m^2)

p: presión del líquido (Pa)

ρ : densidad del líquido (kg/m^3)

Q: Caudal (litros/min)

La presión de trabajo mínima necesaria para romper la tensión superficial y poder generar el spray es de 1 bar, aunque se recomienda trabajar con 2-3 bares. Los parámetros que podemos modificar son el diámetro del disco y la presión, por lo que combinando ambos podemos lograr caudales que van desde menos de 1 hasta 5-6 litros/minuto.

La pulverización con este tipo de boquillas es poco homogénea, adaptándose mal a bajos volúmenes de aplicación siendo su DMV de 250-350 μm (DMV: Diámetro Medio Volumétrico). Los discos calibrados pueden ser de plástico, inox, y sobre todo de cerámica.

A la hora de elegir el tipo de boquilla (disco) para ajustarlo a un volumen de tratamiento, debemos de tener en cuenta que el caudal varía con la presión según la relación:

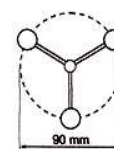
$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\sqrt{p_1}}{\sqrt{p_2}} \quad \text{lo que viene a indicar que para duplicar el caudal es necesario cuadruplicar la presión.}$$

Si bien la gama comercial de boquillas soportan presiones elevadas, para evitar un % alto de gotas finas y por lo tanto mayor deriva, debemos de trabajar con presiones alrededor de 5 bar.

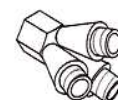
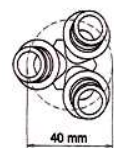
Siempre será preferible cambiar el tipo de boquilla cuando se desea un volumen de pulverización diferente, y no incrementar simplemente la presión, existiendo la posibilidad de equipar el pulverizador con portaboquillas múltiples.

Otras geometrías de boquilla permiten mayor uniformidad y mayor tamaño medio de gota (menor deriva) con puntas cerámicas y cuerpo coloreado según tabla normalizada.

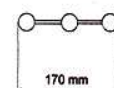
Otro tipo de boquilla hidráulica es la de inducción de aire con una mejor cobertura foliar.



Diámetro 90 mm
Ref. no. 635611



Diámetro 40 mm
Ref. no. 631304



Longitud 170 mm
Ref. no. 631912

Pulverizadores neumáticos

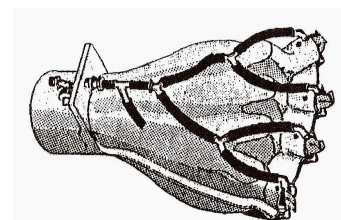
En estos equipos la pulverización se produce por el choque entre dos fluidos, aire a gran velocidad y la mezcla fitosanitaria, debiendo de existir una relación inferior a 1:10.000 entre caudal de líquido y caudal de aire para conseguir una buena pulverización.

En este caso el aire hace una doble función, ya que genera la nube de gotas o spray y transporta las gotas hasta el destino.

La corriente de aire se genera mediante un ventilador centrífugo o turbina, mientras que el líquido es impulsado por una bomba o simplemente por “efecto venturi”, realizándose la entrada del líquido en el flujo de aire mediante difusores de diferentes tipos (abanico, venturi, tubulares, etc.). Al no llevar boquillas se evitan problemas de obturaciones, deposición, etc.

Generan una pulverización muy fina con un DMV de 100-150 μm con una gran uniformidad, adaptándose bien a bajos volúmenes de tratamiento.

Como inconveniente son más caros, más ruidosos y requieren mayor potencia.



Pulverización centrífuga

Inicialmente diseñado para tratamientos aéreos, en equipos muy modernos se aplica esta tecnología, basada en usar la fuerza centrífuga mediante unas boquillas de diseño especial.

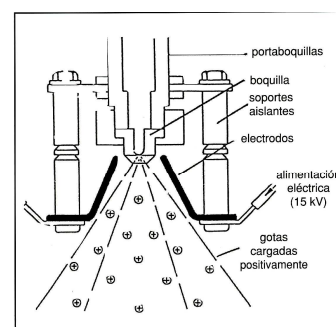
Especialmente interesante para tratamientos a bajo volumen ya que permite seleccionar intervalos de tamaños de partícula muy uniforme, además de permitir modificar el grado de pulverización sin modificar el caudal del líquido.

Se trata de equipos sofisticados y delicados con mantenimiento demasiado especializado.

Pulverización con carga electrostática

Equipos casi experimentales que se basan en suministrar una carga positiva en las gotas generadas, de manera que son atraídas por las hojas (carga negativa) además de repelerse entre sí, lo que logra una distribución muy uniforme.

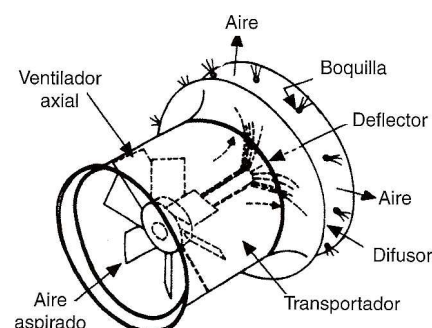
Para cargar las gotas se instalan unos electrodos en la salida de las boquillas. Se necesitan gotas de pequeño tamaño y mantener secas las boquillas (cortocircuito) por lo que solo se pueden utilizar estas boquillas en nebulizadores neumáticos.



Ventiladores

Como ya vimos, los equipos actuales de pulverización necesitan de una corriente de aire que circula a mayor o menor velocidad en función del tipo de equipo (hidroneumático, neumático..).

Para generar este flujo de aire recurrimos a los ventiladores, que pueden ser de tres tipos:



- axial
- radial o centrífugo
- de flujo tangencial

El ventilador axial, montado en los atomizadores, provistos de palas más o menos aerodinámicas que generan un gran volumen de aire que permite transportar las gotas y agitar la vegetación par lograr mayor penetrabilidad. Pueden ser de simple o doble aspiración.

El ventilador axial tiene como defecto la generación de un flujo helicoidal que provoca una distribución defectuosa. Dado que el caudal de aire depende del número de revoluciones del ventilador y éste de la toma de fuerza del tractor, se debe prestar atención a la posición de la palanca de rpm de la toma de fuerza.

La colocación de las boquillas puede ser dentro o fuera del flujo de aire.

El ventilador radial o centrífugo, característico de los nebulizadores neumáticos consiste en un rotor de paletas en el interior de un cárter con forma espiral.

Producen un caudal relativamente bajo pero a alta velocidad. Este bajo volumen de aire se compensa por las corrientes de convección creadas. En caso de querer regular el caudal de aire sobre la vegetación, existen pocas posibilidades, ya que si reducimos la velocidad la pulverización será defectuosa. Por ello los pulverizadores neumáticos suelen llevar dispositivos de orientación de los difusores.

El ventilador de flujo tangencial es menos eficiente y se utiliza poco.

PLANIFICACIÓN DE TRATAMIENTOS

En primer lugar debemos de hacer unas consideraciones sobre el tamaño de las gotas:

Todas las boquillas producen gotas de distintos tamaños. Las boquillas se caracterizan por el tamaño medio volumétrico de las gotas producidas (VMD).

El tamaño de las boquillas y la presión de trabajo se eligen de manera que se consiga un determinado tamaño de gotas y a la vez el número de impactos por cm^2 deseado. En la práctica, las boquillas de los atomizadores producen un rango muy estrecho de tamaño de gotas.

Esto permite un buen transporte de las mismas por la corriente de aire y a la vez asegura que alcancen su objetivo.

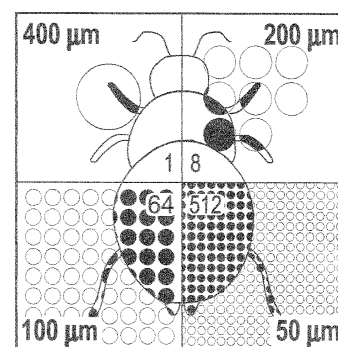
La reducción del diámetro de las gotas tiene un efecto muy importante en el número de gotas producidas. Cada vez que se reduce el diámetro a la mitad, se multiplica por 8 el número de gotas.

Por ejemplo Dividiendo a la mitad el diámetro de una gota de $400\ \mu\text{m}$ se producen 8 gotas de $200\ \mu\text{m}$, utilizando aún la misma cantidad de líquido. Con estas gotas más pequeñas se puede cubrir el doble de superficie.

Las características más interesantes de las gotas son:

- Las gotas pequeñas proporcionan una gran cobertura.
- La deriva y evaporación puede reducirse utilizando gotas grandes.
- Las gotas grandes tienen mayor poder de penetración.

Se suele recomendar tamaños de $200\text{-}300\ \mu\text{m}$ con $20\text{-}30$ impactos/ cm^2 para insecticidas y $100\text{-}150\ \mu\text{m}$ con $50\text{-}70$ impactos/ cm^2 para fungicidas, pero esto se debe de matizar para cada producto y plaga o enfermedad.



Una vez que se han detectado la necesidad de realizar un tratamiento determinado y se ha elegido la materia activa o producto comercial a aplicar, siempre siguiendo el código de buenas prácticas, debemos considerar los siguientes puntos:

1. Establecer el volumen por hectárea a aplicar
2. Elegir y comprobar la velocidad de avance del tractor
3. Determinar el caudal total (l/min) de las boquillas necesario.
4. Elegir el tipo de boquilla y la presión de trabajo. Verificar los caudales.

1. Volumen por hectárea

El volumen por ha va a depender del tipo de maquinaria de aplicación y de los criterios técnicos adoptados, ya que hay una tendencia a obtener un menor depósito de fitosanitario, así como una menor uniformidad de tratamiento, cuando se utilizan altos volúmenes de aplicación. Esta es una de las causas (no la única) de que la tendencia sea a la utilización de bajos volúmenes. Se considera que el volumen de aplicación es:

- Alto >1000 l/ha
- Medio 500-1000 l/ha
- Bajo 200-500 l/ha
- Muy bajo 50-200 l/ha
- Ultra bajo <50 l/ha

Normalmente los productos fitosanitarios comerciales suelen traer indicaciones de dosificación por ha para productos en polvo y la concentración o dosis por hl para insecticidas y fungicidas.

Si la dosificación especificada nos viene en gramos o ml por hectolitro, es necesario saber cual es el volumen unitario de referencia del producto. En muchos caso viene especificado en la etiqueta (800 litros/ha habitual para viña en plena vegetación). De no figurar en la etiqueta se recomienda tomar 1000 l/ha también en plena vegetación.

Como en los tratamientos iniciales con poca vegetación no vamos a consumir los 1000 l/ha debemos adaptar la dosis al volumen que se aplique para no perder la eficacia del tratamiento.

Por ejemplo supongamos tratamiento con un fungicida en el mes de mayo, cuya dosis en la etiqueta es de 200 g/hl y nos indica un volumen de referencia de 800 l/ha. Como el tratamiento en mayo solo nos consume 300 l/ha, como hemos de dosificar.

<i>Dosis etiqueta:</i>	200 g/hl
<i>Volumen de referencia:</i>	8 hl/ha
<i>Dosis por ha:</i>	200 g/hl x 8 hl/ha = 1600 g/ha
<i>Volumen utilizado:</i>	300 litros
<i>Dosis a mezclar:</i>	1600 (g/ha) / 3 (hl/ha) = 533 g/hl

Quizás más interesante sea el método **TRV (Tree-Row-Volume)**, basado en el volumen de la vegetación por ha.

Teniendo en cuenta la disposición de la vegetación y separación entre líneas, se calcula el volumen de vegetación y se aplica un volumen total de 20 – 30 litros de tratamiento por cada 1000 m³ de vegetación, apareciendo reflejado en algunas etiquetas de fitosanitarios.

Los litros de producto a aplicar por ha serán:

$$V (\text{litros} / \text{ha}) = \frac{TRV \left(\frac{\text{m}^3}{\text{ha}} \right) \times Dosis \left(\frac{\text{l}}{\text{m}^3} \right)}{1000}$$

2. Velocidad de avance

La velocidad de trabajo se debe de fijar en función de las características de la plantación, el tipo de tractor y pulverizador y de la pericia del conductor. La exactitud en la aplicación requiere una velocidad de avance correcta.

La velocidad leída en el indicador del tractor puede no ser la correcta, por ejemplo por no llevar las ruedas del tipo estándar o por encontrarse éstas demasiado gastadas.

La velocidad de avance también afecta a la penetración del aire producido por el ventilador

Velocidad máxima (teórica) de avance

La máxima velocidad de avance está relacionada con las prestaciones del ventilador. La penetración se reduce si la velocidad es demasiado elevada. Asimismo, un ventilador pequeño puede ofrecer un buen resultado si se avanza lentamente. La fórmula siguiente da una guía para el cálculo de la velocidad máxima:

$$\frac{\text{caudal del ventilador (m}^3/\text{h)} \times 3 \text{ (factor*)}}{1.000 \times \text{ancho de calle (m)} \times \text{altura de la espaldera (m)}} = \text{velocidad (km/h)}$$

NOTA:

* Si el cultivo es muy denso utilice el factor 2,5-3,0. Si es poco denso, el factor puede ser 3,0-3,5.

Métodos para verificar la velocidad de avance



Mida el tiempo necesario para recorrer una distancia conocida y nunca inferior a 50 metros. Para ello, llene el depósito del equipo hasta la mitad y haga funcionar el ventilador. Realice el ajuste antes de entrar en la zona marcada, así realizará la medición con mayor exactitud. Anote el tiempo invertido en

recorrer la distancia elegida.

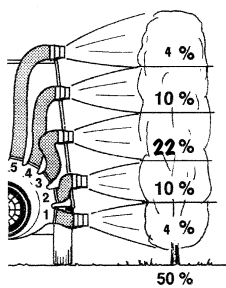
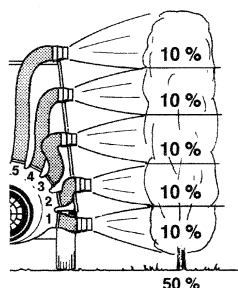
$$\text{Velocidad (km / h)} = \frac{\text{metros recorridos} \times 3,6}{\text{tiempo invertido (seg)}}$$

Anotaremos posición de la palanca de cambios, rpm o posición del acelerador de mano, para cuando se aplique el tratamiento.

3. Caudal total de las boquillas.

Una vez conocidos el volumen de aplicación, la velocidad de avance y el marco de plantación, podemos calcular el caudal total necesario en las boquillas del equipo. Con este caudal, podremos elegir las boquillas y la presión de trabajo. Dependiendo del tipo de pulverizador utilizado y de la estructura/geometría de la espaldera, podemos elegir un solo tamaño de boquillas, o una combinación de varios de ellos.

$$\text{Caudal total boquillas (l / min)} = \frac{\text{Dist. entre filas (m)} \times \frac{\text{litros}}{\text{ha}} \times \frac{\text{km}}{\text{h}}}{600}$$



Caudal Total (l/min)

----- = caudal unitario por cada boquilla (l/min)

Nº de boquillas

A continuación con una tabla o un disco de boquillas, elegiremos las que nos den el caudal más aproximado en función de la presión (que será preciso ajustar).

Si se busca un caudal exacto que no se corresponde con ninguna boquilla, modificaremos la presión:

$$\text{Nueva presión (bar)} = \left(\frac{\text{Nuevo caudal (l/min)}}{\text{Caudal conocido (l/min)}} \right)^2 \times \text{Presión conocida (bar)}$$

La cantidad de producto fitosanitario a incorporar en el depósito a fin de alcanzar la dosis establecida, puede calcularse mediante la fórmula:

$\frac{\text{agua en el depósito (l)} \times \text{dosis/ha}}{\text{volumen de aplicación (l/ha)}} = \text{fitosanitario en el depósito}$

NOTA: Nuestro objetivo es la elección correcta de las boquillas y de la presión de trabajo. Para ello, el manómetro del equipo debe estar en buenas condiciones. Compruebe su funcionamiento regularmente, ya que la dosificación correcta depende únicamente del mismo. Para verificar su funcionamiento, compárelo con otro manómetro de recambio de buena calidad.

Limpieza del pulverizador

1. Diluir el líquido remanente en el depósito con 10 partes de agua y volver a tratar sobre el campo recién tratado.

NOTA: Se recomienda aumentar la velocidad de avance y reducir la presión.

2. Elegir el equipo de protección personal y un detergente/desactivador apropiado.

3. Limpiar y enjuagar exteriormente el pulverizador y el tractor utilizados.

4. Sacar el filtro de aspiración y limpiarlo sin dañarlo. No volver a montarlo hasta que el equipo esté completamente limpio.

5. Con la bomba en marcha, enjuagar el interior del depósito. No olvide la parte alta del mismo. Mover y hacer circular agua clara por todos los componentes que hayan estado en contacto con el fitosanitario. Si el equipo posee filtros de presión, éstos también deben lavarse. Vaciar el agua de lavado pulverizando por las boquillas.

6. Una vez vacío el equipo, parar la bomba y llenar 1/5 del depósito con agua clara. Añadir el agente desactivador.

7. Poner en marcha la bomba y mover todos los controles a fin de que el líquido entre en contacto con todos los componentes del equipo. Algunos desactivadores necesitan de un tiempo de acción para ser realmente efectivos. Consulte la etiqueta del mismo.

8. Abrir la válvula de vaciado del depósito y dejar que la bomba funcione en seco unos segundos (Las bombas de pistón no deben rodar en seco más de 1 minuto). Enjuagar el depósito con agua clara.

9. Parar la bomba. Si el fitosanitario tiene tendencia a producir taponamientos, sacar los filtros y las boquillas y limpiarlos.

10. Volver a poner los filtros y las boquillas. Si los productos utilizados poseen disolventes agresivos, es aconsejable guardar el pulverizador sin la tapa puesta.