

# Aplicaciones de fitosanitarios en cítricos

## PRINCIPIOS TECNICOS

Por: Luis Márquez\*

### INTRODUCCION

Para iniciar este conjunto de Conferencias-Coloquio dedicadas a analizar los diferentes aspectos de la aplicación de agroquímicos en las plantaciones de agrios, me han pedido que comience analizando los principios técnicos que rigen las aplicaciones sobre plantaciones arbóreas.

Antes de iniciar este análisis puede ser conveniente detenerse unos momentos en razonamientos "filosóficos" que sean el punto de apoyo para todo lo que se va a debatir en esta Jornada.

En estos momentos la Sociedad critica a los agricultores de los países desarrollados acusándoles de "insolidarios productores de excedentes" y de "destructores y contaminadores de la Naturaleza". Se ha olvidado que gracias a la Agricultura moderna ha desaparecido la escasez de alimentos en todos los países desarrollados.

Hay que recordar lo que hace poco tiempo publicaban las asociaciones de agricultores italianos: "La Agricultura no es sólo "poesía", es la vida para las personas implicadas en el proceso productivo y la forma de satisfacer las necesidades diarias de todos los hombres".

Producir significa proporcionar alimentos suficientes y a bajo coste. Esto es particularmente necesario, puesto que un encarecimiento de los elementos afecta de una manera especial a las economías más pobres que son las que dedican la mayor parte de sus ingresos a alimentarse.

Para ello se necesita el empleo racional de los productos fitosanitarios, ya que con ellos se evitan las pérdidas de cosecha, garantizando el suministro y mejorando la calidad de las mismas, y, si las aplicaciones se hacen de manera precisa, sin que se produzcan riesgos para el entorno.

Para la aplicación de los fitosanitarios en las plantaciones arbóreas habrá que elegir las técnicas que mejor se adapten al desarrollo del cultivo, tanto en función de las condiciones agroclimáticas, como de los marcos de plantación y formas en las que se conduce.

A partir de aquí, habrá que elegir un equipo adecuado cuyas características se adapten a nuestras necesidades. El trabajo de los diferentes Laboratorios de ensayo que se encargan de la "Certificación" de las características, proporciona información que permite elegir un equipo adecuado con mayores garantías para el comprador que cuando sólo dispone de la información comercial que proporciona el vendedor.

Pero esto no es suficiente. Se necesita una calibración del equipo en función del parásito y de la materia activa que se utilizará para combatirlo, y, de manera



(\*) Dr. Ing. Agrónomo

especial, condicionada por el volumen de líquido que se necesita para una distribución uniforme. Esta calibración debe completarse, al finalizar la aplicación, con la limpieza y la conservación del equipo, de manera que mantenga su operatividad a lo largo de muchos años de trabajo.

### VOLUMEN DE APLICACION Y TAMAÑO DE LAS GOTAS

La elección de la técnica de aplicación debe realizarse, para cada circunstancia, buscando la forma de conseguir la máxima eficacia, para lo que siempre se tendrá como punto de partida la materia activa que se va a utilizar para combatir el parásito y su formulación, de manera que el proceso necesite una dosis mínima.

La dosis y el volumen de caldo que se necesita debe permitir una distribución caracterizada por: un reparto "uniforme" (en función del comportamiento de la plaga), una cobertura suficiente, y que en todo momento se mantenga una homogeneidad entre la materia activa y el diluyente, imprescindible para que la aplicación sea eficaz en toda la superficie del cultivo.

En cualquier caso se deben de evitar las pérdidas por deriva y las sobre o subdosificaciones contrarias a una buena aplicación.

Para ello hay diferentes equipos disponibles en el mercado que hay que analizar sobre la base de la técnica que utilizan para producir la gota y la forma en que esta gota se hace llegar hasta el cultivo.

Hay tres maneras diferentes de romper un líquido en gotas; mediante:

- presión hidráulica, cuando las gotas se producen al atravesar el líquido a presión un estrechamiento o boquilla;

- corriente de aire, cuando las gotas se producen al chocar una corriente de aire a gran velocidad sobre una vena líquida que incide sobre ella en flujo laminar;

- fuerza centrífuga generada con un dispositivo 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.

Una vez formada la gota hay que hacerla llegar hasta el cultivo. Para ello se puede utilizar la propia energía cinética de la gota recibida en el proceso de formación, o bien, una corriente de aire provocada de manera simultánea o independiente del proceso de formación de la gota. Cuando el tratamiento va dirigido a un cultivo con gran desarrollo foliar, como son las plantaciones arbóreas, conseguir una buena penetración utilizando la propia energía cinética que las gotas obliga a

trabajar con grandes volúmenes de líquido, y no siempre con suficiente eficacia técnica y económica. Son los sistemas de transportes de aire los que en principio resultan más adecuados para plantaciones con mayor desarrollo foliar.

En cualquier caso, el producto hay que colocarlo sobre el cultivo en función del comportamiento del parásito que se tiene que combatir y de la forma en que actúa la materia activa que se emplea. No será lo mismo una aplicación insecticida que puede actuar por contacto, ingestión o inhalación, y en la que hay que contar con una cierta movilidad del parásito, que una aplicación fungicida en la que de manera casi general, a no ser que se trate de un producto sistémico, debe de cubrir la superficie donde podría desarrollarse el hongo. Para los herbicidas no será lo mismo la aplicación de un sistémico radicular que exige su situación en el suelo, que un sistémico foliar cuya actuación depende de la cantidad de materia activa que recibe la mala hierba ya establecida.

En función de la forma de actuación del fitosanitario y los hábitos del parásito se ha llegado a establecer las características de la población de gotas más apropiada para el control de la plaga y la cobertura, en términos de número de gotas por centímetro cuadrado, de la zona en la que el parásito se puede encontrar.

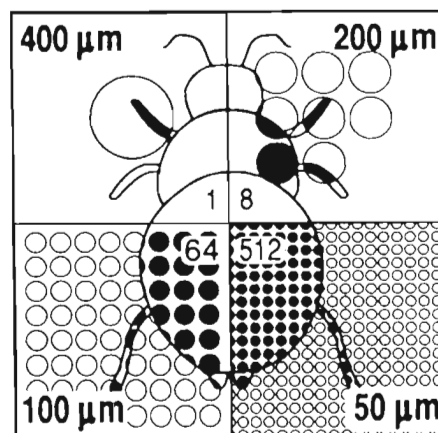
Desde el punto de vista orientativo se pueden dar los siguientes valores de utilización generalizada:

La forma de controlar si una aplicación va a resultar eficaz, antes de poder verificar sus efectos biológicos, es utili-

zando un papel hidrosensible que, mediante cambio de color en las zonas humedecidas, permite valorar la cobertura superficial y el tamaño de las gotas producidas.

Lo más importante es que la mayoría de las gotas producidas queden sobre el objetivo. Un exceso de caldo hace que se produzca un arrastre por lavado que deja menor cantidad de caldo sobre la planta.

Pero también hay que considerar la influencia que tiene el tamaño de las gotas sobre la cobertura que se puede conseguir con una cantidad de caldo. Una



Con la misma cantidad de líquido que contiene una gota de 400  $\mu\text{m}$  de diámetro se pueden producir 8 gotas de 200  $\mu\text{m}$  de diámetro. Esto permite mejorar la eficacia de la aplicación y reducir los volúmenes de caldo.

PRODUCTO	TAMAÑO DE GOTTA (VDM en $\mu\text{m}$ )	COBERTURA (imp./ $\text{cm}^2$ )
Fungicida	150 - 250	50 - 70
Insecticida	200 - 350	20 - 30
Herbicida	200 - 600	20 - 40



## VALENCIA: una agricultura innovadora

**P**roducir cosechas de calidad a bajo coste necesita el empleo racional de productos fitosanitarios

**L**a cobertura del producto depende del tamaño de las gotas de la pulverización



gota hipotética de un litro de volumen ocuparía una superficie (según su círculo máximo) de  $120 \text{ cm}^2$ , lo que para un volumen de  $500 \text{ l/ha}$  serían  $6 \text{ m}^2$ . Con cuatro gotas de cuarto de litro, equivalentes en volumen a la gota anterior, se cubriría con el mismo volumen de  $500 \text{ l/ha}$  una superficie de  $13,6 \text{ m}^2$ ; más del doble que en el caso anterior.

Con un centímetro cúbico de líquido se pueden conseguir menos de dos mil gotas de  $1 \text{ mm}$  de diámetro y casi dos millones de gotas de  $0,1 \text{ mm}$  de diámetro. La consecuencia es clara: trabajando con gota pequeña se puede reducir el volumen de líquido necesario, siempre que la gota sea suficientemente gruesa para que no pierda su eficacia o que se favorezcan los fenómenos de deriva. Esta deriva se produce, de manera especial, cuando se trabaja con gota de menos de  $100 \mu\text{m}$  ( $0,1 \text{ mm}$ ) de diámetro, más aún cuando se trabaja en climas cálidos y secos.

Otro inconveniente adicional es la falta de homogeneidad de las gotas producidas por pulverización, especialmente en la pulverización hidráulica. Un pequeño porcentaje de gotas grandes, menos del 10% se llevan más del 50% de líquido. Esta falta de homogeneidad es menor cuando se realizan pulverizaciones neumáticas y centrifugas, pero no obstante a esta baja eficacia de la técnica de pulverización hidráulica, las ventajas de otro tipo, como la mejor uniformidad de reparto de las gotas, hacen de esta técnica la más difundida.

Cuando se estudian los volúmenes de aplicación que se utilizan para distintas plagas y cultivos aparecen diferencias importantes, justificables en primer lugar como consecuencia del volumen foliar del cultivo en comparación con la superficie de terreno ocupada, pero también como consecuencia de los tamaños de las gotas producidas en función de la técnica utilizada y del comportamiento del parásito que se desea combatir.

En cultivos bajos, como los cereales o la remolacha, superar los  $600 \text{ l/ha}$  en una aplicación se considera "alto volumen", y con prácticamente la mitad de este caldo se pueden hacer de manera eficaz la mayoría de las aplicaciones. Para una plantación de árboles el alto volumen sólo se define como tal cuando se aplican más de  $1.000 \text{ l/ha}$ , como consecuencia del mayor desarrollo foliar.

### EQUIPOS ADAPTADOS A LOS CITRICOS

¿Cuál puede considerarse como volumen "necesario" en aplicaciones sobre agrios? Sobre la base de trabajar con gota de  $300 \mu\text{m}$  de diámetro medio (VMD) y una cobertura de  $100 \text{ impactos/cm}^2$  se necesitarían unos  $150 \text{ l/ha}$  de superficie foliar. Considerando que el índice de hojas en plantaciones desarrolladas es de 10 a 12 veces mayor que la superficie de suelo ocupado por la plantación, al menos se necesitarían  $1.800 \text{ l/ha}$  para una cobertura total en las condiciones fijadas. Pero ¿cómo conseguirla?

En algunos cultivos arbóreos se han venido utilizando los pulverizadores hidráulicos (mangueras y pistolas) para las aplicaciones de fitosanitarios. Esto solo resulta posible sobre la base de utilizar mucho tiempo (h/hombre) y grandes cantidades de líquido, ya que las hojas actúan como barreras a la pulverización, que solo se superan actuando sobre ángulos de ataque diversos. La colocación de barras portaboquillas orientadas en direcciones favorables no dan soluciones apropiadas desde el punto de vista técnico, cuando es posible contar con la portancia de gotas que proporciona una corriente de aire, que al mover las hojas facilita la penetración de las gotas en el cultivo.

La corriente de aire en los equipos de aplicación puede producirse de manera simultánea a la del proceso de formación de la gota (equipos neumáticos) o de manera independiente (equipos hidroneumáticos o atomizadores). En los neumáticos debe mantenerse una relación aire necesario/líquido pulverizado muy elevada, por lo que al ser la corriente de aire de gran velocidad la demanda de potencia es muy alta y se incrementa a medida que aumenta el volumen de líquido que se debe aplicar. Por ello, los pulverizadores neumáticos no serán los más adecuados para plantaciones arbóreas de gran desarrollo foliar cuando los volúmenes de aplicación son altos, como sucede en el caso de los agrios, y tienen su campo de aplicación en tratamientos localizados, como los que van dirigidos al racimo en la viña.



**El aire producido por el ventilador debe ser suficiente para desplazar al que se encuentra en la plantación**

**Aplicaciones correctas, a bajo coste y sin riesgo para el medio ambiente**

Considerándose que para realizar aplicaciones en cultivos arbóreos se necesita utilizar un pulverizador hidroneumático, habrá que definir el volumen de aire que debe de producir, de manera que el tratamiento sea eficaz.

En este sentido, el aire producido debe de ser suficiente para desplazar el volumen de aire contenido en la plantación, que será el comprendido en un "túnel" de anchura igual a la del marco de plantación y altura correspondiente a la de los árboles tratados. El volumen de aire que debe de desplazarse dependerá además de la velocidad de avance del equipo de aplicación, que se puede considerar entre 2 y 3 km/h.

Sobre estas hipótesis el caudal de aire ( $m^3/h$ ) necesario será:

$$Q_{ai} = \frac{\text{anchura (m)} * \text{altura (m)} * \text{velocidad (km/h)} * 1.000}{\text{Coeficiente de expansión del aire}}$$

El coeficiente de expansión de aire se suele considerar que está comprendido entre 2 y 3 y se justifica por la circunstancia de que el aire aspirado por el ventilador se comprime hasta su salida, momento en el que tiende a recobrar su volumen original. Para una plantación de agrios espaciados a 6 m y con altura de árboles de 5 m se necesitaría, en una primera aproximación, un equipo que proporcione un volumen de aire de 30 a 45

mil metros cúbicos a la hora. Hay que considerar además que por cada mil metros cúbicos de aire producido, en ventiladores de buen rendimiento, se necesita 1 CV de potencia efectiva en la toma de fuerza que acciona el ventilador, lo cual obliga a trabajar con tractores con potencia de homologación de al menos un 25% superior a la necesaria como margen de seguridad.

Además del caudal de aire impulsado por el ventilador hay que definir su velocidad, tanto a la salida del equipo como dentro de la masa foliar. Un ventilador de flujo axial proporciona una velocidad de salida del aire de alrededor de 45-55 m/s, que resulta suficiente para conseguir una buena penetración en los árboles sin daños para las ramas. A medida que la co-

rriente de aire se separa de la salida, por efecto del cultivo, y también como consecuencia del avance del equipo, se produce una reducción de la velocidad del aire de al menos 3 m/s en las partes más alejadas de la zona tratada. Si contamos con que al menos 3 m/s de velocidad de aire son necesarios para que se mantenga la capacidad portante de gotas de pulverización, se considera que cuando el aire se desplaza a menos de 6 m/s, sobre la

base de una medida realizada con el equipo estacionado y en campo abierto, la capacidad de arrastre de gotas está limitada, por lo que la eficacia en la aplicación de esta zona quedará reducida. Por ello, los laboratorios de Certificación proporcionan "mapas de velocidad de viento" de manera que el comprador disponga de una información apropiada para conocer la adaptación del equipo a su plantación.

En relación con la velocidad del viento y de su capacidad para transportar las gotas pulverizadas por las boquillas, hay que considerar el efecto que tiene el tamaño de las gotas en el comportamiento de las mismas cuando la corriente de aire llega a un obstáculo. Mientras las gotas de mayor diámetro se estrellan contra el obstáculo (hojas o ramas) las gotas pequeñas, de menor masa, continúan en la corriente de aire hasta que disminuye la velocidad de la corriente que las arrastra. Esto se puede aprovechar para mejorar la penetración de las gotas en la masa foliar de la plantación y en cierto modo permite aprovechar la irregularidad dimensional de las gotas producidas mediante pulverización hidráulica.

Al final habrá que controlar de manera sistemática, en las diferentes zonas del árbol, utilizando papel hidrosensible, que los depósitos producidos están de acuerdo con lo que el control de la plaga exige. Esta será la mejor garantía de que la aplicación se ha realizado de manera correcta, con el menor coste y sin riesgo para el ambiente.