



# CAPÍTULO 10

## TECNOLOGÍA DE APLICACIÓN DE AGROQUÍMICOS

### 10.1. INTRODUCCIÓN

La aplicación de agroquímicos en fruticultura tiene como objetivos no solo el control de plagas y enfermedades, sino además la corrección de desórdenes nutricionales y la distribución de productos que afectan el crecimiento y el desarrollo de las plantas. Una aplicación incorrecta puede traer aparejada una merma en la calidad y cantidad de la producción o una respuesta inadecuada de crecimiento y/o desarrollo de un cultivo.

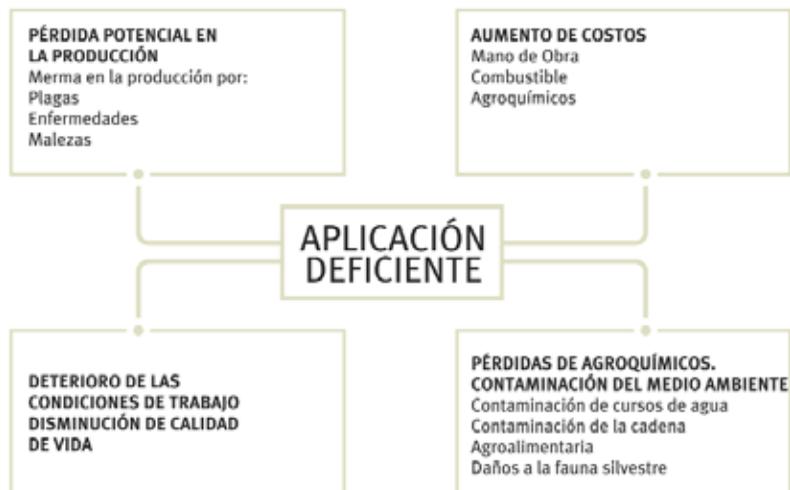
El éxito en el control de plagas y enfermedades depende de tres aspectos fundamentales:

- La efectividad del producto utilizado.
- La elección del momento oportuno para el tratamiento.
- El modo de aplicación del producto.

Con frecuencia, el productor no puede explicar por qué fracasó su tratamiento fitosanitario si aplicó un producto reconocido por su eficacia, en buenas condiciones climáticas y en el momento oportuno. En este caso la respuesta está en un defecto en el modo de aplicación (Esquema 10.1).

La exigencia de obtener niveles de plagas compatibles con los requerimientos de los mercados internacionales, junto al elevado costo del control sanitario, la necesidad de disminuir el nivel de residuos sobre los frutos y la contaminación del medio ambiente y el cuidado de la salud humana, que son prioritarios en la actualidad, ponen en evidencia la importancia de mejorar la eficiencia en la aplicación de agroquímicos.

Ésta se encuentra condicionada por las condiciones climáticas, las características del cultivo y el equipo de aplicación.



Esquema 10.1.  
Consecuencias de una aplicación deficiente

## 10.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS

La temperatura elevada, la baja humedad relativa y la intensidad y dirección del viento tienen influencia directa sobre la eficiencia en la aplicación de agroquímicos.

### Efecto de evaporación

Hay tres factores que afectan las pérdidas por evaporación:

- 1 - El potencial de evaporación expresado por la diferencia de temperatura o depresión del termómetro húmedo con respecto al seco ( $\Delta t$ )
- 2 - El tamaño de las gotas asperjadas
- 3 - El tiempo que tardan las gotas en hacer impacto en el árbol (puede ser expresado como distancia recorrida entre las boquillas y un sector determinado del árbol).

La evaporación de las gotas es mayor a medida que se incrementa la distancia que deben recorrer para alcanzar el objetivo, cuando la depresión del bulbo húmedo con respecto al seco ( $\Delta t$ ) es mayor y cuando disminuye el espectro dimensional de gotas.

Un exceso de evaporación en la solución o coloide asperjado se expresaría en una alta desuniformidad y en la aplicación en una menor cantidad de depósitos en los sectores del árbol más alejados del equipo.

### Efecto producido por el viento

El flujo de aire que produce la pulverizadora debe transportar las gotas que contienen el agroquímico aún a las partes más alejadas del árbol. En general,

el viento no causa problemas de transporte de gotas hasta los sectores medios y bajos de la copa del árbol, debido a que las velocidades del flujo son relativamente altas en comparación con la velocidad de viento aparente.

### Concepto de "ventana de tratamientos"

El éxito de la aplicación de agroquímicos pasa por un conocimiento preciso de cuáles son las condiciones ambientales más apropiadas para realizar la intervención. Cuando estos valores no se encuentran dentro de ciertos límites, la aplicación debe ser interrumpida, ya que su efectividad y seguridad se verían comprometidas.

El período de tiempo durante el cual se dan condiciones ambientales adecuadas para la aplicación se denomina ventana de tratamientos. En la definición de este período se debe considerar el tipo de equipo de aplicación utilizado, el tamaño del monte, el sistema de conducción, la presencia de cortinas y otras características propias de cada región.

A modo orientativo para la Norpatagonia, y considerando el tipo de equipos utilizados en Río Negro y Neuquén en montes conducidos en espaldera, las aplicaciones deben realizarse con velocidades de viento que no superen los 15 km/h, temperaturas menores a 30°C y humedad relativa mayor a 45-50%. Estas condiciones deben ser más estrictas en el caso de montes tradicionales.

### 10.3. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO

#### Densidad foliar y altura de los árboles

Una elevada densidad del follaje por deficiencias de poda y conducción o un raleo inadecuado traerán aparejada una gran variabilidad en la distribución de los depósitos de agroquímicos.

Existe coincidencia entre numerosos autores en que los árboles de gran densidad foliar presentan mayor cantidad de depósitos de agroquímicos en la parte exterior, por deficiencias en la penetración. Este efecto se expresa en menores depósitos en la parte interna de los árboles, con la consecuente disminución del control de plagas y enfermedades.

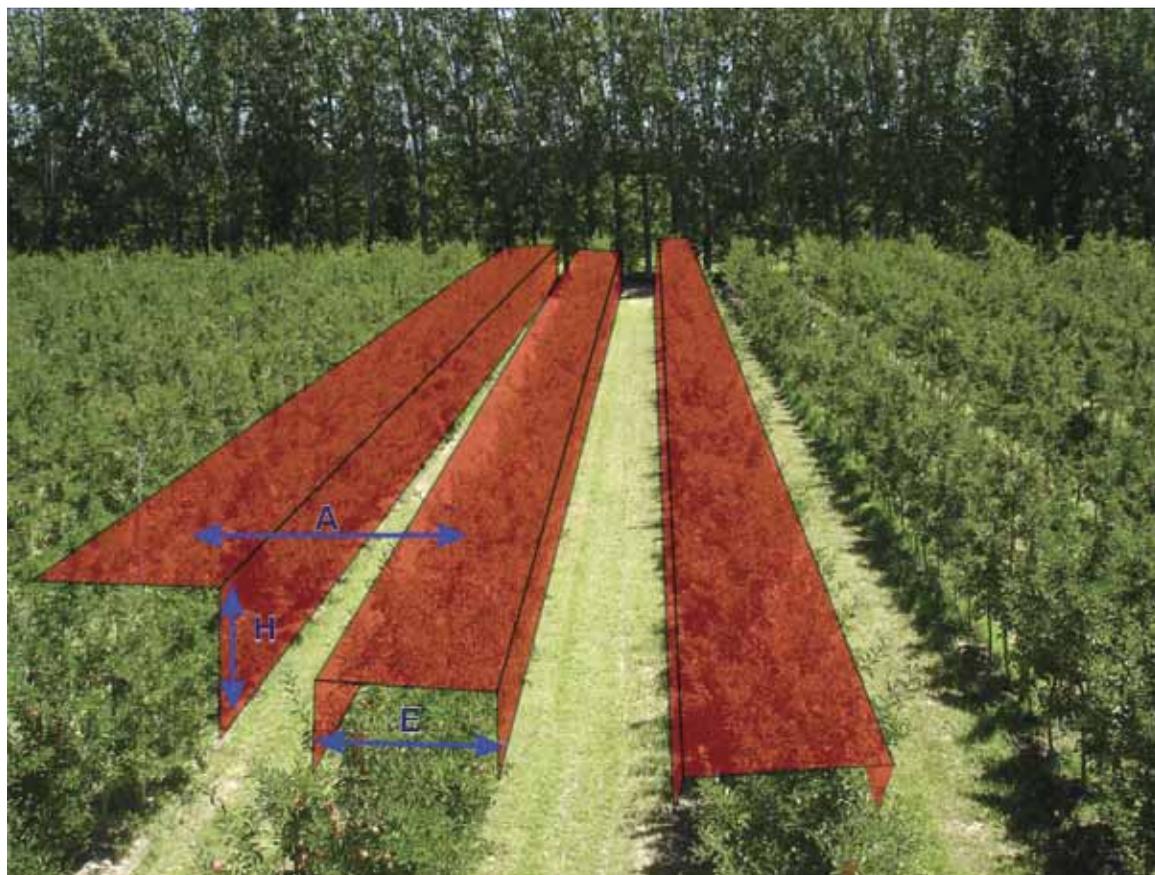
Por su parte, las deficiencias de raleo pueden favorecer niveles más elevados de plagas y enfermedades en la zona de contacto entre frutos.

Por último, la altura excesiva de los árboles también provoca una disminución en la calidad de la aplicación.

#### Volumen de aplicación ajustado a las características del cultivo

En 1971, Byers y otros propusieron el concepto de determinación de volumen ajustado a la característica del monte frutal (TRV). Para el cálculo del volumen a través del uso de ese método se asume que la fila de árboles frutales se podría asimilar a una caja con un volumen determinado. Cada metro cúbico debe ser tratado con  $0,0937 \text{ L/m}^3$ , índice que fue validado para las condiciones de aplicación del Alto Valle de Río Negro. A los fines de una utilización práctica se propone el uso de un índice de  $0,1 \text{ L/m}^3$ .

Figura 10.1. Esquema de un monte frutal y dimensiones para el cálculo del TRV



Lo mencionado puede resumirse en la siguiente expresión:

$$D \text{ (l/ha)} = \frac{104 \text{ (m}^2\text{/ha)} * H \text{ (m)} * E \text{ (m)} * 0.1 \text{ (l/m}^3\text{)} * i}{A \text{ (m)}}$$

donde:

**D**= volumen de aplicación (en litros por hectárea, l/ha)

**H**= altura del árbol (en metros, m).

**E**= ancho del árbol (en metros, m).

**i**= índice de ajuste de densidad foliar (utilizar de 0,4 a 05 para raleo de frutos).

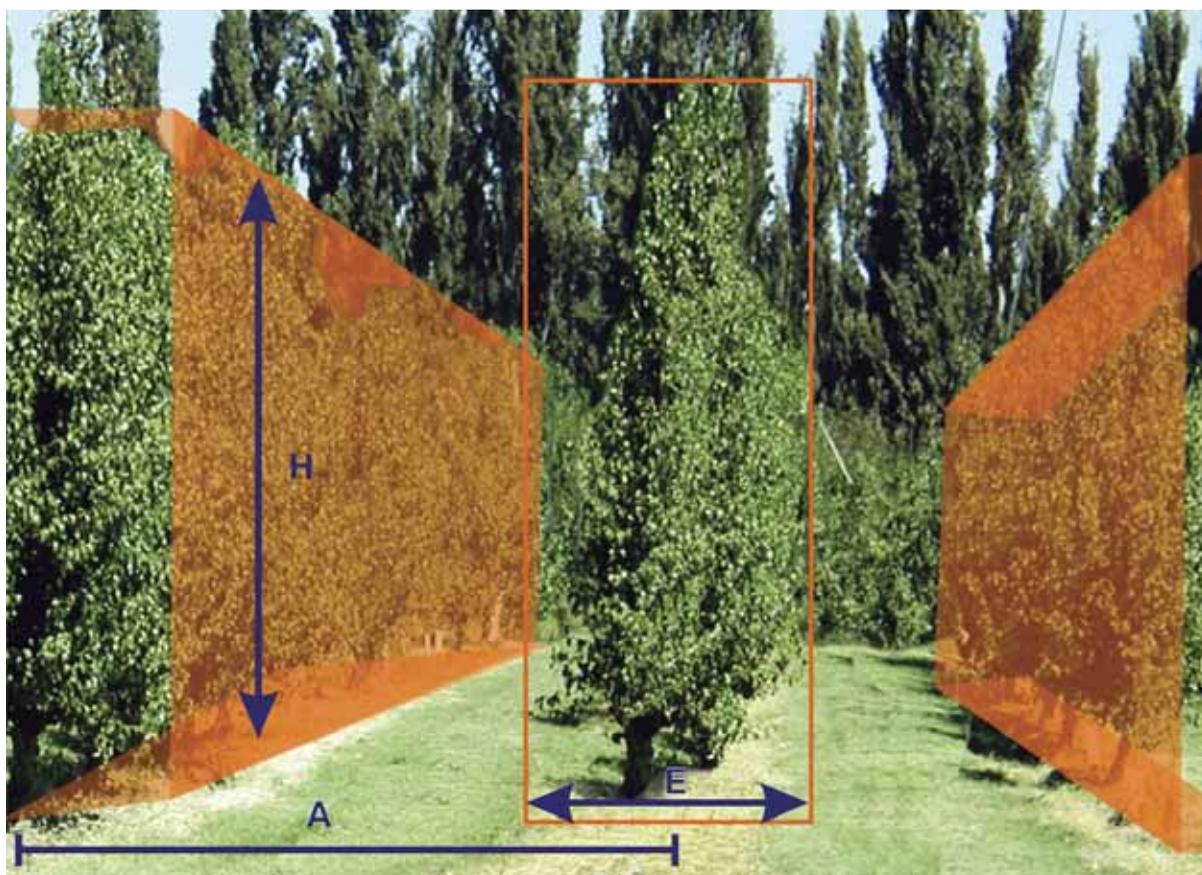
**A**= distancia entre filas (en metros, m).

Fórmula práctica

$$D = \frac{H * E * 1000 * i}{A \text{ (m)}}$$

La aplicación de agroquímicos es afectada por variables ambientales, físicas y biológicas que el cálculo del TRV no tiene en cuenta. No obstante, es una excelente guía para determinar la cantidad de materia activa a aplicar por hectárea.

Figura 10.2. Esquema de un monte frutal y dimensiones para el cálculo del TRV



## 10.4. EQUIPO DE APLICACIÓN

Para lograr un control eficiente de plagas y enfermedades se debe garantizar la elección adecuada del equipo pulverizador (tractor – pulverizadora) y su calibración.

El funcionamiento de los equipos de aplicación hidroneumática utilizados en fruticultura se basa en el transporte de las gotas producidas por presión de líquido hasta la superficie a tratar, por medio de la corriente de aire generada por un ventilador axial. Una aplicación ideal sería aquella que permitiera obtener el depósito de una cantidad uniforme del producto en todos los sectores del árbol. Las características técnico-operativas de los equipos inciden directamente sobre este proceso. A continuación se mencionan y desarrollan los aspectos más importantes.

### Armonización del conjunto

El tractor debe tener disponible al régimen normalizado de la toma posterior de potencia (tpp), que es de 540 v/min, la potencia necesaria para accio-

nar el ventilador a su máximo requerimiento energético, el eventual sistema mecánico de agitación y la bomba a los caudales y presiones máximas requeridos. Además, debe disponer de la potencia necesaria para traccionar la pulverizadora y para el autotransporte en suelos ligeramente movidos. Es deseable que realice estas operaciones al 85% de su potencia máxima y que posea un bajo consumo específico de combustible.

### Flujo de aire

El flujo de aire que eroga la pulverizadora debe garantizar el transporte del agroquímico a todos los sectores del árbol. Debe estar dotado de cierta velocidad y turbulencia, de tal forma que tenga capacidad de transportar la pulverización al interior de la copa, pero evitando superar una velocidad crítica, para permitir la adhesión de las gotas a la vegetación y de esta forma minimizar la deriva.

Las bajas velocidades de aire pueden producir una penetración deficiente en el interior de los árboles. Por otra parte, las velocidades excesivas provocarán valores elevados de deriva (Foto 10.1).



Foto 10.1. Pérdidas por deriva

### Volumen de líquido pulverizado

El caudal de líquido que eroga la pulverizadora está definido por las boquillas y por la presión de servicio. Las boquillas más frecuentemente utilizadas son las de cono (puede ser lleno o hueco). La presión de servicio no debe superar los valores recomendados por el fabricante de las boquillas, ya que:

- Las presiones elevadas no mejoran la penetración y el alcance a las partes altas del árbol. El flujo de aire es el que debe garantizar este proceso.
- El aumento de la presión en forma excesiva provoca gran cantidad de gotas pequeñas que quedan sujetas al proceso de evaporación y deriva.
- La operación con presión elevada provoca un consumo innecesario de potencia (consecuentemente de combustible) y favorece el desgaste prematuro de la bomba, la válvula reguladora de presión y las boquillas.

La elección de la velocidad de avance adecuada a los aspectos mencionados definirá la tasa de aplicación (l/ha).

### Sistemas de agitación

Una aplicación eficiente no solo debe considerar una tasa adecuada en l/ha distribuida correctamente, sino que además el caldo debe tener una concentración constante, en cualquier condición operativa. El elemento que permite alcanzar este objetivo es un sistema de agitación eficiente.

En las pulverizadoras hidroneumáticas utilizadas en nuestro país se emplean agitadores mecánicos y en menor medida hidráulicos. De todos modos, más allá del sistema de agitación es importante considerar el correcto mantenimiento para tener garantía de los resultados esperados.

### Seguridad en la operación

Los equipos deben garantizar una operación segura. Es deseable que la carga de agua no se realice sobre cursos de agua. Por tal motivo, se debe disponer de un tanque sobreelevado para efectuar una carga rápida de la pulverizadora.

La máquina debe tener protecciones seguras de las partes en movimiento (ventilador, poleas, unión cardánica).

Los controles deben estar al alcance del operador, del mismo modo que el manómetro, y el indicador de volumen del tanque debe ser observado desde el puesto del tractorista.

Las pulverizadoras de última generación deben estar provistas de boquillas múltiples, lavador de envases, tanques suplementarios para el lavado del tanque y otro para el aseo del operador.

Bajo ninguna circunstancia los operadores deberán realizar las aplicaciones sin el equipo de protección correspondiente.

### Calibración del equipo pulverizador

• Verificar que la toma de potencia alcance el régimen de 540 v/min. Es necesario que el tractor posea cuentavuelas y que éste funcione correctamente. En algunos modelos se indica la aceleración del motor que corresponde a 540 v/min de la toma de potencia. De no ser así, consultar el manual del operador.

• Calcular la velocidad de avance para las marchas habituales de trabajo; esta operación se debe realizar con el motor funcionando a velocidad de régimen de 540 v/min de la toma de potencia. Para ello se mide una distancia, por ejemplo, 50 metros y se controla el tiempo empleado en recorrerla. Luego se efectúa el siguiente cálculo:

$$v \text{ (km/h)} = \frac{d \text{ (m)} \times 3,6}{t \text{ (s)}}$$

v = velocidad (km/h).

d = distancia recorrida (metros).

t = tiempo empleado en recorrer esa distancia (segundos).

• Verificar el emboquillado de la máquina. Consultar el manual del operador y, si es necesario, colocar las pastillas y núcleos de rotación (remolinos) que indica el fabricante, respetando su ubicación.

• Ajustar la presión de servicio a través del accionamiento de la válvula reguladora de presión. Recordar que la mayoría de los fabricantes de pastillas de pulverizadoras desaconsejan presiones elevadas.

- ❖ Determinar el caudal del sistema de pulverización. Este procedimiento se puede realizar boquilla a boquilla, recogiendo el líquido a través de una manguera en una jarra graduada. Para pequeños ajustes de caudal se puede modificar la presión de servicio. Para grandes cambios es conveniente reemplazar pastillas o núcleos, considerando los perjuicios de las presiones elevadas.
- ❖ Con la velocidad de avance obtenida para la marcha habitual de trabajo, el caudal medido y la distancia entre filas de la plantación, se podrá determinar qué cantidad de solución se está aplicando por hectárea de la siguiente manera:

$$D = \frac{600 \times Q}{A \times v}$$

**D** = cantidad de solución aplicada (l/ha)

**Q** = caudal (l/min)

**A** = distancia entre filas (m)

**v** = velocidad de avance (km/h)

- ❖ Una vez determinado el volumen de aplicación por hectárea se verifica si corresponde a lo aconsejado para ese tipo de monte. Luego se ajusta la angulación de las boquillas para garantizar una buena distribución vertical.

#### Distribución vertical

La disposición de las boquillas es el proceso más subjetivo de la calibración de pulverizadoras. Si bien la distribución de las boquillas y su orientación no provocan una variación importante en el total de depósitos por árbol, influyen directamente sobre la uniformidad de distribución del agroquímico.

Por lo mencionado, es necesario realizar controles permanentes con tarjetas hidrosensibles en diferentes sectores del árbol y proceder a los ajustes necesarios para lograr una correcta distribución vertical (Foto 10.2).



Foto 10.2. Tarjetas hidrosensibles

## 10.5. CONSIDERACIONES FINALES

La aplicación de agroquímicos es un sistema complejo en el cual se deben considerar distintos aspectos relacionados entre sí. Los factores intervinientes no se agotan en los analizados en este escrito, ya que participan, además, aspectos económicos, ecológicos, biológicos, ergonómicos, etc.

En este sentido se destaca la importancia de la correcta gestión del proceso de aplicación. La valoración y capacitación por parte de productores, técnicos y aplicadores es el aspecto central de esta problemática.