

Inspección y calibración de pulverizadores agrícolas:

## Estrategia Eficaz para Reducir Plaguicidas en Frutales de Exportación

*Existen en Chile deficiencias en la aplicación de plaguicidas. No obstante, es posible mejorar esta práctica a través de diversas metodologías, destacando la correcta mantención y calibración de los equipos.*

▼  
Patricio Abarca R.,  
Ingeniero Agrónomo  
INIA - Rayentué  
patricio.abarca@inia.cl

▼  
Jorge Riquelme S.  
Ingeniero Agrónomo Dr.  
INIA - Raihuén  
jriquelme@inia.cl



▲ Uso de colorante con pulverizador hidroneumático.



▲ Aplicación con pulverizador hidráulico de pitón.



▲ Comprobación de presión en ambos sectores del arco de pulverización.

La regulación de equipos pulverizadores y la falta de un programa de inspección y certificación para esta práctica, son asignaturas pendientes en Chile. Pruebas en terreno efectuadas por expertos del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, indican que parte importante de los agricultores y técnicos no regula sus equipos o lo hace equivocadamente. Al calibrar, la mayoría calcula sólo el gasto por hectárea, determinando así cuánto producto utilizar. Sin embargo, desconocen protocolos y prácticas imprescindibles para mejorar la eficiencia y eficacia de los equipos de aplicación.

A esto se suma que en nuestro país el parque de maquinaria utilizado es antiguo, viéndose tractores con más de 15 años de uso que presentan deficiencias en sus servicios, así como pulverizadores con boquillas de alto caudal, fugas de líquido y ventiladores de baja capacidad, entre otros.

## Inspección y calibración ◀

Un diagnóstico país realizado por INIA, refleja que los agricultores tienden a sobreproteger los cultivos con exceso de agua y agroquímicos. "Las pérdidas en un huerto frutal pueden llegar a un tercio del volumen aplicado, sólo por falta de calibración y mantención de la maquinaria. Los expertos aseguran que la solución no pasa por contar con equipos de última generación. Con equipos convencionales se pueden realizar aplicaciones igual de efectivas, siempre y cuando se cumplan las condiciones de regulación.

Dada esta realidad, es de vital importancia establecer un programa periódico de inspección y certificación de equipos, lo cual ya es obligatorio en Europa.

La inspección busca identificar elementos en la maquinaria que puedan afectar las aplicaciones, al ambiente y al operador. En tanto, la calibración se preocupa de regular los parámetros operativos del pulverizador, para que se ajusten al tipo de tratamiento y cultivo. En otras palabras, calibrar un equipo es aplicar lo que el cultivo y las plagas realmente necesitan para que éstas últimas sean controladas. Lo anterior, generando un buen cubrimiento de gotas en toda la planta y evitar al máximo las pérdidas por deriva y escurrimiento al suelo, apuntando a aplicaciones eficaces con el menor costo económico y ambiental posible.

La mayoría de los productores considera una buena aplicación cuando las plantas quedan totalmente empañadas y se aprecia el escurrimiento de gotas por las hojas. Sin embargo, gran parte del agroquímico se pierde en este escurrimiento sin afectar la plaga. Más bien lo que se logra es contaminar el suelo.

Al regular correctamente un pulverizador hidroneumático, se mejoran los parámetros operativos como el caudal de boquillas y de viento producido por el ventilador, para que la aplicación sea más eficiente, mejorando el cubrimiento de gotas en zonas centrales y altas de las plantas. Además, disminuyen las pérdidas por deriva y escurrimiento. Respecto a las boquillas, el objetivo no sólo

es aplicar el volumen correcto, sino también lograr un tamaño de gota adecuado según el tipo de tratamiento que se está efectuando.

Una aplicación exitosa no sólo radica en la adecuada elección de productos fitosanitarios; es imperioso respetar las condiciones ambientales. Por ejemplo, realizar tratamientos con elevadas temperaturas (sobre 25 °C), aumenta las pérdidas por evaporación de gotas finas. Por su parte, el viento (más de 6,5 km/h) contribuye a pérdidas por deriva, llevando las gotas a lugares indeseados. El rocío matinal produce dilución y pérdida por escurrimiento y la humedad relativa baja (menor al 40%) puede provocar evaporación y volatilización del producto.

También es importante un monitoreo permanente de las plantas para determinar la densidad poblacional y el momento exacto de la aplicación, para no sobrepasar el umbral de daño económico.

### **Pulverizadores hidroneumáticos ◀**

En Chile, la mayoría de las aplicaciones en huertos frutales se realiza con pulverizadores hidroneumáticos, los cuales forman gotas por presión hidráulica (de líquido). Además, se añade un ventilador de flujo axial en su parte posterior que ayuda al transporte de las gotas hasta el objetivo.

Los expertos señalan que estos equipos requieren dos tipos de regulaciones: (1) una calibración hidráulica para determinar el caudal y número de boquillas apropiado para lograr el volumen y cubrimiento deseado en todas las partes de la planta, y (2) una calibración neumática que determine el volumen de aire que se necesita para que las gotas puedan llegar a las partes centrales y altas de las plantas. Este último factor es clave para lograr buena penetración y cubrimiento de gotas en árboles altos o de alta densidad de follaje, como suele ocurrir en nogales y cítricos.

### **Volúmenes de aplicación ◀**

Actualmente, los volúmenes de aplicación no se están calculando o aplicando en forma correcta. Es común encontrar aplicaciones de igual volumen en invierno y verano, en frutales de hoja caduca. O bien, cantidades recomendadas para plantaciones adultas siendo aplicadas en árboles jóvenes de baja envergadura.

El volumen debe ser estimado en base a la dimensiones de las plantas (altura, ancho de follaje y distancia entre las hileras); técnica conocida como TRV, que relaciona el volumen del follaje respecto del volumen de aplicación. Este último debe ser ajustado, además, dependiendo del tipo de tratamiento (plaga), tipo de producto y densidad de follaje.

### **Los expertos recomiendan ◀**

Entrevistamos a Jorge Riquelme y Patricio Abarca, ingenieros agrónomos, expertos en maquinaria agrícola del INIA. Ambos se han dedicado a transferir metodologías

Una correcta aplicación evita las pérdidas por deriva y escurrimiento al suelo del producto. ▶



y prácticas sencillas para una correcta calibración de los equipos. Además, han participado en innumerables encuentros internacionales, donde sus protocolos de aplicación han sido plenamente validados por sus pares.

***A modo de resumen, ¿qué tips recomiendan para mejorar estas prácticas?***

- Generar protocolos estandarizados para inspección y calibración de pulverizadores, lo que permitirá reducir el uso de plaguicidas y, por ende, la contaminación ambiental, los costos y brindar mayor seguridad a los operadores de maquinaria.

- Calibrar y regular los pulverizadores utilizando parámetros de confianza como el TRV.
- Para aumentar en forma considerable los volúmenes de aplicación, es aconsejable aumentar el número de boquillas y no modificar en forma exagerada parámetros como la presión, o la velocidad de avance a través de marchas y revoluciones del motor, pues estos se determinan según el tipo de boquilla y la condición del cultivo respectivamente.
- Orientar las aplicaciones para cubrir los órganos vegetativos, evitando pérdidas por deriva y escurrimiento

Jorge Riquelme, investigador  
INIA Raihuén, supervisa la  
regulación de un pulverizador  
hidroneumático.



al suelo. Esto es posible combinando el tipo y número de boquillas, presión, velocidad de avance y caudal de aire generado por el ventilador (pulverizadores hidroneumáticos). El cubrimiento debe comprobarse siempre con papeles hidrosensibles.

- Al no existir simetría en el desarrollo vegetativo de una planta, procurar que las boquillas que van a enfrentar el lado menos frondoso apliquen un caudal más reducido, para que no exista sobreaplicación.

**¿Qué tipo de boquillas es recomendable y qué significan los colores? ¿Cómo el productor reconoce cuando la boquilla cumplió su vida útil?**

R: En las pulverizaciones de plaguicidas (exceptuando los herbicidas), lo recomendable es utilizar boquillas de cono, ya sean de cono vacío o de cono lleno.

En fruticultura encontramos pulverizadores hidroneumáticos con boquillas disco y difusor, fabricadas de metal, polímero o cerámica. No se asocian a colores, sino más bien a numeraciones específicas para cada marca y tamaño.

La tendencia apunta a un aumento del número de boquillas en el ramal del equipo y a utilizar de cono vacío por su mejor uniformidad y mayor ángulo de aspersión de gotas, en comparación a las de cono lleno. Hoy el mercado ofrece boquillas de cono vacío codificadas por colores, resultando mucho más fácil su identificación y ubicación dentro del ramal del pulverizador.

No todas las empresas fabricantes de boquillas siguen la nomenclatura de colores registrada por norma ISO. Por tanto, se recomienda exigir un catálogo donde se indique el color con el caudal y tamaño de gota que se consigue a diferentes presiones.

Todas las boquillas se desgastan y pierden calidad, cumpliendo su vida útil cuando aplican un 10% más respecto de su caudal inicial.

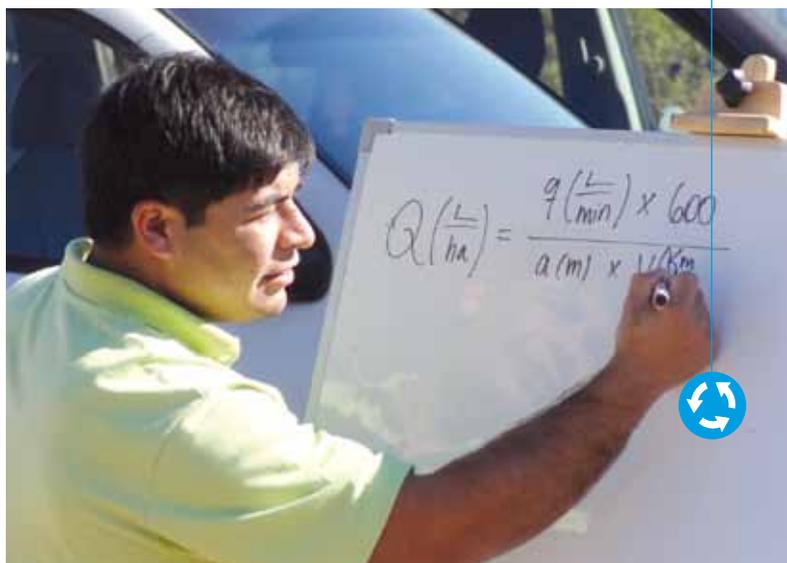
**¿Cuáles son las tecnologías de aplicación de plaguicidas?**

R: Podemos nombrar los pulverizadores centrífugos para la aplicación de herbicidas con ultra bajo volumen (ULV), pulverización electrostática (muy incipiente en Chile), equipos con inyección directa de agroquímicos y boquillas con control de deriva, entre otros.

En Francia, principalmente en viñedos, se utilizan pulverizadores neumáticos ya que pueden efectuar aplicaciones de muy bajo volumen (ULV), con promedios de aplicación de 100 L/ha. Así, con un estanque de 400 L tienen una autonomía de 4 hectáreas por aplicación. En cambio, en Chile con un estanque no somos capaces de pulverizar una hectárea.



▲ Pulverizador hidroneumático para aplicaciones de plaguicidas en frutales.



▲ Patricio Abarca, Investigador INIA.



▲ Chequeo de las revoluciones del eje de la toma de fuerza usando un tacómetro.



## Testimonios



**Felipe Thompsen**  
Administrador y Propietario del predio Il Frutteto,  
Limache

“Los ensayos realizados en mi predio fueron muy decisivos. Es la primera vez que trabajamos con INIA y, la verdad, notamos diferencias importantes, pudiendo comparar lo que ocurrió con nuestras calibraciones anteriores versus la propuesta de INIA, logrando reducir los volúmenes de aplicación en más de un 50%”.



**Cristián San Martín J.,**  
Consultor Product Stewardship, BASF Chile S.A.

“Para nosotros en BASF, una aplicación correcta es clave dentro del ciclo de vida de un producto, porque ayuda a la sostenibilidad y rentabilidad del negocio. No sólo disminuye las pérdidas de producto, sino que hace más eficiente el control de plagas y enfermedades; ayuda a disminuir los residuos de plaguicidas y contribuye a que los agricultores cumplan los límites máximos residuales y niveles de tolerancias en los mercados de destino. Además, disminuye la generación de envases, el desgaste de la maquinaria, el consumo de combustible y hace más eficiente el uso del agua, sobre todo en zonas donde es un recurso escaso”.

