

APLICACIONES FITOSANITARIAS

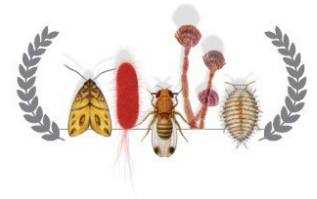
Directo al objetivo

¿Qué debemos considerar para mejorar la eficiencia en la pulverización de fitosanitarios?



Patricio Abarca Reyes
INIA Rayentué





La pulverización suele ser una de las labores más deficientes en la agricultura, esto si se compara la gran cantidad de gotas que se generan a la salida del pulverizador con el bajo porcentaje que logra llegar al objetivo; consecuentemente, el control de plagas y enfermedades se vuelve una tarea compleja, provocando pérdidas económicas, productivas, y, sobre todo, una gran contaminación ambiental.

Nos referiremos específicamente a pulverizadores hidroneumáticos (Figura 1), por ser estos, los de uso más frecuente en los huertos frutales en Chile.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA EFICACIA DE UNA APLICACIÓN

Es importante mencionar los factores que influyen en la eficacia de los productos fitosanitarios ante el control de plagas y enfermedades en cultivos agrícolas, considerándolos como un conjunto de variables que se relacionan e influyen en el resultado final.

CONDICIONES ATMOSFÉRICAS

Aplicar bajo condiciones atmosféricas desfavorables, podría ocasionar pérdidas de los productos fitosanitarios; asimismo, provocar daños en el cultivo (o en terceros cultivos). En términos simples, se debe pulverizar siempre con menos de 25°C, con más de 40% de humedad relativa y con vientos menores a 6,5 km/h. Por lo anterior, los tratamientos nocturnos suelen ser los más apropiados.

MOMENTO OPORTUNO DE APLICACIÓN

Este factor se basa en la importancia de realizar monitoreo de las plagas y efectuar controles fitosanitarios cuando realmente sea necesario, tratando siempre de utilizar plaguicidas específicos que no dañen a especies benéficas como depredadores de insectos plaga, parasitoides, polinizadores, entre otros

VOLUMEN DE PULVERIZACIÓN Y SU RELACIÓN CON EL VOLUMEN DE VEGETACIÓN

Uno de los problemas que incrementa la deficiencia de las pulverizaciones en frutales es la incorrecta forma de decidir o establecer los volúmenes de pulverización por hectárea, también llamado “mojamiento”. Se ha acostumbrado a utilizar un volumen de pulverización fijo durante todo el año, sin tomar en consideración el crecimiento estacional del árbol, la densidad foliar, las características del plaguicida, el tipo de plaga o enfermedad, ni las diferencias en los marcos de plantación entre cuarteles de un mismo campo.

Lo anterior, conlleva a pérdidas que superan en muchos casos el 50% del volumen pulverizado y hasta un 80% en periodos de receso invernal en frutales de hoja caduca, perdiendo gran parte por deriva a lugares indeseados y escurrimiento al suelo dentro del mismo huerto.

Las plantas tienen la capacidad de retener una cierta cantidad de “líquido” en sus estructuras, y eso dependerá del tamaño de las gotas, las características de los tejidos vegetales, las características de los productos disueltos en el estanque de aplicación, entre otros.

La especie vegetal, la densidad foliar del cultivo, la formación y conducción del huer-

Figura 1: Pulverizador hidroneumático utilizado en cultivos frutales para la aplicación de productos fitosanitarios.



APLICACIONES FITOSANITARIAS

to, son información importante para poder estimar los volúmenes de aplicación expresados en litros por hectárea (L/ha), la dosificación del producto y el ajuste de los parámetros operativos de la maquinaria.

METODOLOGÍA TRV PARA AJUSTAR EL VOLUMEN DE PULVERIZACIÓN

Sutton y Unrath (1984) y, Dris y Jain (2004), describen que Byers, Hickey y Hill, plantearon el concepto de TRV (“Tree Row Volume” o Volumen de la hilera de árboles) para determinar el volumen de agua y agroquímico según las características del huerto frutal. La metodología TRV permite ajustar el volumen de pulverización a utilizar, ya sea para una plaga o enfermedad y para cada cultivo en específico.

Para la determinación del volumen de vegetación a través del método TRV, solo se necesita tres dimensiones del huerto; a) altura promedio de árbol (ADA); b) ancho promedio de copa o de follaje del árbol (ADC) y; c) la distancia entre hileras (DEH), todas expresadas en metros (Figura 2).

El volumen de pulverización (L/ha) puede ser estimado de una forma simple, multiplicando TRV por un valor «D». Donde “D”



Menos de

25°C

y un 40% de humedad, y vientos menores de 6,5 km/h., es la condición ideal para pulverizar, por ende, los tratamientos nocturnos suelen ser los más apropiados.

prácticamente está relacionado con el tipo de tratamiento, la densidad foliar del momento y la técnica de pulverización. En el caso de frutales de hoja caduca (con excepción de las vides), tratados con pulverizadores hidroneumáticos, se debe considerar una dosis de 45 a 90 litros por cada 1.000 m³ de vegetación, dependiendo en gran medida de la densidad foliar al momento del tratamiento. Así, por ejemplo, considerando la Figura 2, el TRV sería de 14.822 m³/ha (2,9 m x 2,3 m x 10.000 m²/ha ÷ 4,5 m), y el volumen a pulverizar desde una situación sin hojas (salida de invierno) hasta una situación de máxima expresión foliar, sería de 667 L/ha hasta los 1.334 L/ha, respectivamente. De acuerdo a la densidad foliar observada en la Figura 2, se debería pulverizar un volumen de 80 L por cada 1.000 m³ de vegetación, arrojando un total de 1.186 L/ha (14.822 m³/ha x 80 L ÷ 1000 m³).

En cítricos, se recomienda utilizar entre 80 y 140 L/1.000 m³ de vegetación, utilizando el valor más bajo (80 L) en aplicaciones de fertilizantes foliares, un valor intermedio (100 L) para plagas externas de menor complejidad y los valores más altos (120, e incluso 140 L) para plagas internas de difícil control.

El TRV solo permite “estimar” el volumen de mezcla que necesita el cultivo, pero no asegura que el cubrimiento sea uniforme en cada planta y en todo el huerto. Esto último depende exclusivamente del ajuste de los parámetros operativos del tractor y del pulverizador.

PLAGUICIDA, DOSIFICACIÓN Y CALIDAD DEL AGUA

La correcta elección del producto fitosanitario es esencial para lograr controles eficaces de plagas y enfermedades; asimismo, su rotación a nivel de grupo de acción es importante para evitar resistencia de los organismos a controlar.

Respecto a la dosificación de productos, se determina que, para frutales, lo óptimo es dosificar el fitosanitario por cada 100 litros de agua, y el volumen a pulverizar por hectárea debe ser acorde al volumen de vegetación que presente el



Figura 2: Dimensiones reales de un huerto comercial de carozos (ciruelos).

$$TRV = \frac{ADA \times ADC \times 10.000}{DEH}$$

cultivo al momento del tratamiento (TRV). Así, por ejemplo, si por TRV se necesita pulverizar un volumen de 1.186 L/ha y la dosis del producto indica 50 cc/hL, se utilizarían 593 cc en una hectárea de suelo cultivada (50 cc x 1.186 L/ha ÷ 100 L).

Las dosificaciones por superficie, indicadas generalmente como cantidad de fitosanitario por hectárea, no es una dosificación recomendada para frutales; ya que, en muchas ocasiones este método conlleva a errores, sobredosificando en cultivos muy pequeños y subdosificando en cultivos de gran altura. En otras palabras, cada vez que las etiquetas indiquen dosis por hectárea, se debe relacionar esa dosis con 10.000 m² de cultivo; por esta razón, se hace necesario determinar la superficie de pared en el caso de frutales. Así, por ejemplo, una etiqueta podría indicar aplicar en un huerto de carozos una dosis de 750 cc/ha; es decir, 750 cc en 10.000 m² de cultivo. Si el cultivo es el de la Figura 2, se determina que ese huerto posee 12.889 m² de superficie en una hectárea de suelo (2,9 m x 2 lados x 10.000 m²/ha ÷ 4,5 m); por lo tanto, la cantidad de plaguicida a utilizar sería 967 cc en una hectárea de suelo cultivada (750 cc x 12.889 m² ÷ 10.000 m²).

Finalmente, la calidad del agua para la mezcla es vital en la viabilidad del ingrediente activo y su eficacia sobre el cultivo y/u organismos a controlar. Es aconsejable que (para la mayoría de los plaguicidas) el pH se encuentre entre 4,5 y 6,5. Por su parte, que los carbonatos no superen los 150 ppm.

INSPECCIÓN Y REGULACIÓN DEL PULVERIZADOR

La inspección y regulación del pulverizador son labores fundamentales para lograr resultados eficientes en el uso de fitosanitarios en cultivos agrícolas.

Por una parte, la inspección de pulverizadores en uso, consiste en la revisión visual y funcional de cada uno de sus elementos; tal que, permita cumplir perfectamente con 3 condiciones:

- a)** Optimizar el uso de fitosanitarios en los cultivos.
- b)** Reducir la contaminación ambiental.
- c)** Disminuir los riesgos de accidente del operador y terceras personas.

En nuestro país, uno de los problemas más recurrentes encontrados en los pulverizadores hidroneumáticos, corresponde a la escala de graduación de los manómetros, donde es habitual ver manómetros de 0 a 100 bar, y lo recomendable es que sea de 0 a 25 bar (Figura 3).

Por otra parte, la regulación de los pulverizadores, tiene principalmente 2 objetivos:

- a)** Ajustar el volumen de pulverización de acuerdo al TRV.
- b)** Aplicar el fitosanitario de la forma más eficiente posible, mediante la generación de un buen tamaño de gota, que permita transportarlas hasta la planta, de modo de generar un buen cubrimiento en todo el follaje, evitando la deriva y escurrimiento al suelo.

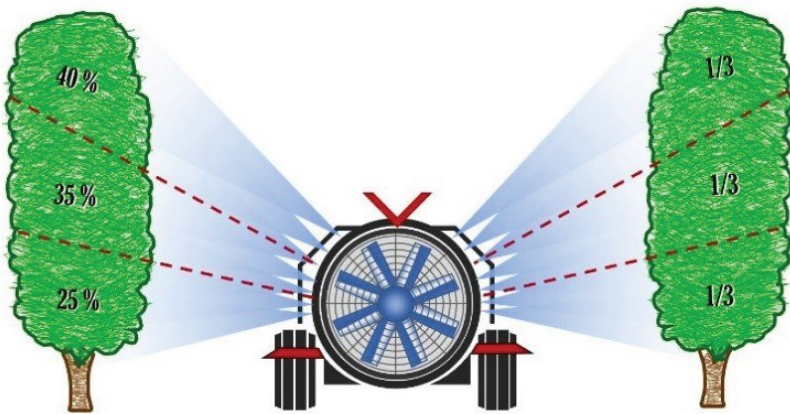
Los pulverizadores hidroneumáticos (Figura 1), también llamados “turbos”, “nebulizadores”, se caracterizan por generar gotas por presión de líquido, que luego se transportan a través de una corriente de aire formado por un ventilador de flujo axial. Por lo anterior, ya se puede entender que la elección de boquillas y el ajuste del caudal de aire, son dos parámetros muy importantes al momento de regular uno de estos pulverizadores.

Una forma adecuada de regular un pulverizador hidroneumático, es determinar el caudal total de boquillas (CTB), a través del volumen de pulverización deseado por TRV (VDA), la distancia entre hileras en metros (DEH) y

Figura 3: Izquierda, manómetro con escala de 0 a 100 bar, no apropiado. Derecha, manómetro con escala de graduación de 0 a 25 bar, apropiado para uso en pulverizadores hidroneumáticos.



Figura 4: Esquema de la distribución de caudales de boquillas para una formación en eje central



la velocidad de avance en km/h (VA), por tanto:

$$CTB = \frac{VDA \left(\frac{L}{ha}\right) \times DEH (m) VA \left(\frac{km}{h}\right)}{600}$$

El rango de caudales de boquillas para frutales debe ser de entre 1 a 3,5 L/min a una presión de 10 bar.

No usar menos de 6 boquillas por cada lado del pulverizador para huertos adultos en invierno (sin hojas) e ir aumentando el número de boquillas (hasta 12 por lado) cuando la densidad foliar se haga máxima. En cítricos adultos se recomienda utilizar entre 12 a 16 boquillas por cada lado del pulverizador.

Las velocidades de avance del pulverizador más el tractor, dependerán exclusivamente de la especie frutal, la envergadura de las plantas, la densidad foliar y el tipo de tratamiento. Así, por ejemplo, en un cultivo de cítricos, como referencia, se debería trabajar entre 2 a 3 km/h para plagas internas (chanchitos blancos, escamas); entre 3 y 4 km/h para plagas externas (mosquita blanca) y entre 4 y 5 km/h para un fertilizante foliar dirigido a brotes nuevos. Para carozos y pomáceas, las velocidades pueden variar entre los 4,5 y 6 km/h,

utilizando aquellas más bajas en períodos de mayor expresión foliar.

Para determinar la velocidad de avance, se debe medir una distancia mínima de 25 metros y tomar el tiempo que demora el pulverizador en condición de trabajo en recorrer dicha distancia.

Por ejemplo, si el tractor con el

pulverizador en funcionamiento demora 21,5 segundos en recorrer 30 metros de distancia, entonces:

$$VA = \frac{30}{21,5 (s)} \times 3,6 = 5,02 \left(\frac{km}{h}\right)$$

Por lo tanto, CTB es igual a:

$$CTB = \frac{1186 \left(\frac{L}{ha}\right) \times 4,5 (m) \times 5,02 \left(\frac{km}{h}\right)}{600} = 44,65 \left(\frac{L}{min}\right)$$

Al dividir CTB en 2, se obtiene el CTB en cada sector del pulverizador (44,65 L/min ÷ 2 = 22,33 L/min). Este dato sirve para seleccionar las boquillas más adecuadas a ubicar en el pulverizador, dependiendo de la forma del árbol. Entonces, si se utiliza 12 boquillas por cada lado del pulverizador y el cultivo presenta una forma según la Figura 4, se tiene:

De acuerdo al Cuadro 1, se determina que se debe utilizar bo-

Cuadro 1: Ordenamiento de boquillas según formación del árbol.

Caudal requerido por lado (L/min)	% a utilizar por sector del árbol	Volumen a utilizar por sector del árbol (L/min)	Número de boquillas por sector	Caudal de boquilla más adecuado (L/min)
22,33	x 40%	= 8,93	÷ 4* =	2,23
	x 35%	= 7,82	÷ 4* =	1,95
	x 25%	= 5,58	÷ 4* =	1,40

*4 = 12 ÷ 3 partes iguales (Figura 4).

Tabla 1: Caudales de boquillas cono vacío Teejet modelo TXR o Albuz modelo ATR

Bar	Amarillo 015	Naranja 02	Rojo 028	Gris 03	Verde 036	Negro 04	Azul 049
5	0,75	1,00	1,38	1,53	1,81	2,03	2,48
6	0,82	1,10	1,51	1,67	1,98	2,23	2,72
7	0,89	1,18	1,62	1,80	2,14	2,40	2,93
8	0,94	1,26	1,73	1,93	2,29	2,57	3,13
9	1,00	1,33	1,83	2,04	2,42	2,72	3,32
10	1,05	1,40	1,93	2,15	2,55	2,87	3,50
11	1,10	1,47	2,02	2,26	2,68	3,01	3,67
12	1,15	1,53	2,10	2,35	2,79	3,14	3,83
13	1,19	1,59	2,18	2,45	2,91	3,27	3,99
14	1,23	1,65	2,26	2,54	3,02	3,39	4,14
15	1,28	1,70	2,34	2,63	3,12	3,51	4,28

Cuadro 2: Ordenamiento de boquillas en el pulverizador de acuerdo al ejemplo indicado

N° boquilla	Color	Caudal (L/min)	% requerido por sector	% obtenido por sector
12	Verde	2,55	40	40,3
11	Gris	2,15		
10	Gris	2,15		
9	Gris	2,15		
8	Rojo	1,93	35	34,6
7	Rojo	1,93		
6	Rojo	1,93		
5	Rojo	1,93		
4	Naranja	1,4	25	25,1
3	Naranja	1,4		
2	Naranja	1,4		
1	Naranja	1,4		
TOTAL		22,32	100	100

quillas entre 1,4 y 2,23 L/min, ubicando las de mayor tamaño en la parte superior del pulverizador.

Observando la Tabla 1, se podría optar por boquillas desde el color naranja al color verde a una presión de 10 bar, luego se ordenan para lograr un valor cercano a los 22,33 L/min requeridos.

Una vez seleccionadas las boquillas en conformidad al CTB y porcentajes requeridos, se ubican en el pulverizador, se mide el caudal individual de cada una de ellas (Figura 5), se determina el nuevo volumen de pulverización bajo condiciones reales y se comprueba en campo con papeles hidrosensibles (Figura 6).

La pulverización es una de las labores más deficientes en la agricultura, para mejorar este importante procedimiento y optimizar en el uso de productos fitosanitarios en frutales, es necesario inspeccionar periódicamente y regular adecuadamente los pulverizadores hidroneumáticos; asimismo, realizar monitoreos continuos de las plagas a controlar, ajustar las dosis de los productos a utilizar, revisar la calidad del agua que se utiliza para la mezcla, respetar las condiciones atmosféricas; y finalmente, comprobar siempre las pulverizaciones con papeles hidrosensibles.☹️



25 mt

es la distancia mínima, para determinar la velocidad de avance que demora el pulverizador en recorrer dicha distancia.

Figura 5: Medición del caudal individual de boquillas en un pulverizador hidroneumático para frutales.



Figura 6: Uso de papeles hidrosensibles para determinar el cubrimiento de pulverizaciones agrícolas. Arriba, papel hidrosensible antes de ser pulverizado. Abajo, papel hidrosensible con óptimo cubrimiento.

