

## REGULACIÓN DE PULVERIZADORES HIDRÁULICOS DE MOCHILA EN LA APLICACIÓN DE FITOSANITARIOS EN EL CULTIVO DEL FRAMBUESO (*Rubus idaeus* L)

Jorge Riquelme Sanhueza, Dr. Ingeniero Agrónomo M.S.  
Carmen Gloria Morales, Ingeniero Agrónomo  
jriquelme@inia.cl - cmorales@inia.cl

### I. Introducción.

La sanidad en el cultivo del frambueso es un factor fundamental para tener un huerto con un alto potencial productivo y fruta de alta calidad. Un problema muy frecuente es que producto de una mala regulación de los equipos de pulverización, el agricultor no tiene buenos resultados en el control de enfermedades con agroquímicos, lo que genera un aumento en sus costos debido a la poca eficacia de las aplicaciones, teniendo que realizar varias durante la temporada. De acuerdo con los datos de INDAP, el 2,9% de los costos de producción corresponden a control de plagas y enfermedades, por lo que una mala aplicación podría duplicar dichos costos.

Es así que a través de esta cartilla técnica estableceremos los protocolos para una correcta regulación de equipos de pulverización de mochila, masivamente usado por los agricultores de la Agricultura Familiar Campesina que se dedican a la producción de frambuesas.

### II. Pulverizadores de Mochila

Los pulverizadores de mochila con motor o de accionamiento manual, se emplean en prácticamente todo tipo de tratamientos: fertilización foliar, aplicación de fungicida, control de malezas etc. Son equipos sencillos, que requieren una capacitación específica de los operarios para obtener un buen rendimiento de ellos (Foto N° 1).

En primer lugar veremos las principales recomendaciones para su correcta regulación en la aplicación de herbicida en el huerto.

#### 1. Velocidad de Avance

Para determinar el volumen equivalente por hectárea que aplica el equipo, se debe conocer la velocidad promedio de trabajo del operador, para ello se debe hacer lo siguiente:

- Se marca una distancia de 20 m.
- Se mide el tiempo en segundo que tarda el aplicador en recorrer esa distancia.
- Se debe insistir en solicitar al operador

que trabaje a la velocidad que habitualmente utiliza.

Por ejemplo (Foto N° 2), se mide el tiempo varias veces y se obtiene un promedio:

Medición	Tiempo (segundos)
1	18
2	21
3	17
4	20
<b>Suma total</b>	<b>76</b>

$$\text{Promedio} = \frac{\text{Suma total}}{\text{N° Mediciones}} = \frac{76}{4} = 19 \text{ seg.}$$

Mediante la siguiente relación se obtiene la velocidad de trabajo:

$$VA = \frac{72}{T}$$

Donde: VA = Velocidad de avance (Km./hr)  
T = Tiempo promedio que demora en recorrer 20 m (s)



Foto N° 1: Conociendo los componentes de un pulverizador de mochila.



Foto N° 2. Medición de velocidad de avance.

Entonces:

$$VA = \frac{72}{19} = 3,8 \text{ (Km/hr)}$$

También se puede utilizar la Tabla N° 1 ubicado en la primera columna el tiempo en segundo y frente a ese valor en la segunda columna se indica la velocidad en Km/hr.

**Tabla N°1. Conversión del tiempo en segundos que demora el operador en recorrer 20 metros a Km/hr.**

Tiempo (seg.)	Velocidad (Km/hr)
16	4,5
17	4,2
18	4
19	3,8
20	3,6
21	3,4

## 2. Caudal de la Boquilla

2

El segundo paso es medir el caudal de la boquilla, para ello se recoge el volumen que el equipo aplica durante un minuto (Foto N°3 y Foto N° 4).

$$q = \dots\dots\dots\text{(L/min.)}$$



Foto N° 3. Vaso graduado para la medición.



Foto N° 4. Medición del caudal de la boquilla.

## 3. Volumen de Aplicación

Finalmente con los datos de caudal, velocidad de trabajo y ancho de mojado de la boquilla, determinamos el volumen de aplicación mediante la expresión:

$$Q = \frac{q * 600}{a * v}$$

Donde:

Q = Volumen de aplicación (L/Ha)

q = Caudal de la boquilla (L/min.)

a = Ancho de separación entre boquillas

v = Velocidad de avance operador (Km./hr.)

Por ejemplo si se recoge un caudal de 1 L/min., se trabaja a una velocidad de 3,8 Km/hr y el ancho de mojado de la boquilla es de 50 cm. (0,5 m).  
Entonces:

$$Q = \frac{1 * 600}{0,5 * 3,8} = 316 \text{ L/Ha}$$

## 4. Selección de boquilla

Si el volumen de aplicación no coincide con lo recomendado se puede determinar el caudal de la boquilla más apropiado mediante la fórmula:

$$q = \frac{Q * a * v}{600}$$

De esta manera, por ejemplo, cual será el **Caudal de la boquilla** requerido para aplicar un volumen equivalente a 200 L/ha, a la velocidad de avance del operador medida en el punto 1 y para el ancho de trabajo de la boquilla del punto 3.

$$q = \frac{200 * 0,5 * 3,8}{600} = 0,63 \text{ L/min.}$$

Con el caudal de boquilla determinado podemos seleccionar la boquilla apropiada en la Tabla N° 2.

**Tabla N° 2 Caudal de diferentes boquillas de acuerdo a la norma ISO 10625 y 10621**

	Presión Bar	Caudal L/min
80015 verde 100	2	0,48
	2,5	0,54
	3	0,59
	4	0,60
8002 amarillo 50	2	0,65
	2,5	0,72
	3	0,79
	4	0,91
8003 azul 50	2	0,96
	2,5	1,08
	3	1,18
	4	1,36
8004 rojo 50	2	1,29
	2,5	1,44
	3	1,58
	4	1,82

Se observa destacado con amarillo, que el valor más cercano al caudal requerido se obtienen con una boquilla verde operando a 3 bares (0,59 L/min.).

Aunque la mayoría de los pulverizadores de mochila no cuentan con regulador y manómetro de presión, existe la opción en la mayoría de ellos de seleccionar la presión máxima de trabajo mediante un regulador ubicado en la parte superior del estanque, bajo la tapa, donde se hace coincidir la pestaña superior, señalada con un número que indica la presión en bares con una pestaña inferior (Foto N° 5 y Figura N° 1).

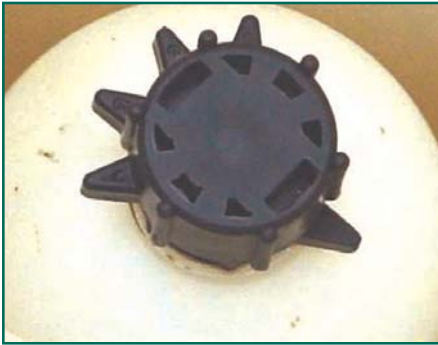


Foto N° 5. Sistema de regulación de presión de un pulverizador de mochila.

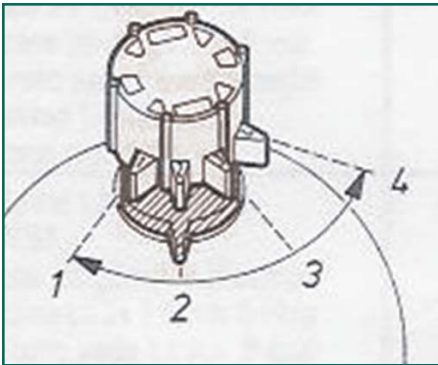


Figura N° 1 Sistema de regulación de presión de un pulverizador de mochila.

Una vez seleccionada la boquilla requerida se debe verificar su caudal, midiendo el volumen que arroja durante 1 minuto. Por ejemplo, si al medir el caudal se encuentra que se recogen 0,6 L/min. Entonces el volumen equivalente que se aplicará por hectárea será según la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{q * 600}{a * v} = \frac{0,6 * 600}{0,5 * 3,8} = 189 \text{ L/ha}$$

### 5. Verificación de la efectividad de la aplicación

El volumen calculado anteriormente, es un volumen menor a los 200 L/ha recomendado pero cercano, de todas maneras la efectividad de la aplicación debe ser verificada con **Papel Hidrosensible**, (Foto N° 7) este es un papel de color amarillo que se mancha con azul al contacto con las gotas de aguas de la pulverización, de esta manera es posible contabilizar el número de gotas que se reciben en 1 cm<sup>2</sup> e incluso con programas de computación especiales se puede determinar el tamaño medio de las gotas que se reciben.

Gotas/cm <sup>2</sup>	Porcentaje de cobertura	Tamaño de lasgotas (VMD) μm	STP Referencias
85	10 %	250	
70	20 %	275	
60	30 %	300	
55	40 %	312	
40	50 %	325	

La Figura N° 2. muestra un patrón de comparación que se puede utilizar para verificar si la aplicación es la correcta. Normalmente se considera una buena aplicación 70 gotas por cm<sup>2</sup> con un porcentaje de cobertura mínimo de un 20%.

Figura N° 2 Patrón de referencia para estimar la calidad de la aplicación



Foto N° 6. Verificación de la efectividad de aplicación en huerto de frambuesa.



Foto N° 7. Papel hidrosensible después de la aplicación.

## 6. Cálculo del volumen de aplicación en banda para Control de Malezas

Para el caso del control de malezas, normalmente en los huertos de frambuesa, se aplica producto sólo en una banda de la hilera del cultivo, ya que en la entre hilera es recomendable la utilización de coberturas vegetales que sólo se cortan con una desmalezadora rotativa (rana) o se cultivan con rastra de disco.

Si sólo se pulveriza una banda cercana a la hilera de las cañas de los arbustos, entonces se requiere saber que volumen de agua o pesticida se aplicará en esta banda, para ello utilizamos una sencilla fórmula:

$$\text{VAB} = \frac{\text{AB} * \text{Q}}{\text{DEH}}$$

Donde:

VAB = Volumen de Aplicación en Banda (L/ha)

Q = Volumen equivalente a una aplicación por hectárea (L/ha)

AB = Ancho de la banda (m)

DEH = Distancia Entre Hileras (m).

Por ejemplo si la banda que vamos a utilizar es de 0.5 m. por cada lado de la hilera de frambuesa, entonces el ancho de la banda por hilera de cultivo será de 1 m.

El volumen equivalente a una aplicación por hectárea del ejemplo anterior sería de 189 L/ha y la distancia entre hileras de la frambuesa sea de 3 m. entonces:

$$\text{VAB} = \frac{\text{AB} * \text{Q}}{\text{DEH}} = \frac{1 * 189}{3} = 63 \text{ L}$$

De esta manera en una hectárea de frambuesa en una aplicación en banda sólo se consumirá 63 L de agua.

Lo mismo para determinar el **volumen de pesticida** que se empleará en una aplicación en banda de frutales; si para el ejemplo anterior han recomendado una aplicación de 3 L/ha, entonces el volumen del pesticida a emplear en una hectárea de frutales en una aplicación en banda será:

$$\text{VAB} = \frac{\text{AB} * \text{Q}}{\text{DEH}} = \frac{1 * 3}{3} = 1 \text{ L}$$

1 L = 1000 c.c. a mezclar con agua hasta completar 63 L.

## 7. Cálculo del volumen de aplicación para Control de Enfermedades en el follaje del frambueso.

Para este tipo de control habitualmente se utilizan **pulverizadores hidráulicos de mochila** con boquillas de cono, comúnmente denominada bomba de espalda. En estos pulverizadores la formación de gotas se basa en hacer pasar un líquido a presión a través de una boquilla. La pulverización se debe a que la sección de salida es inferior a la sección del cuerpo de la boquilla y a la diferencia de presiones entre el interior y el exterior de ésta.

El transporte de las gotas se produce por la misma energía cinética de las gotas generadas en su formación, pero presenta el inconveniente de escasa capacidad de cobertura y penetración en objetivos de elevada densidad foliar.

Por ello es más recomendable el uso de **pulverizadores neumáticos de mochila** (Foto N° 8). En este caso, el líquido, generalmente sin presión, atraviesa un orificio calibrado que determina el caudal del líquido y finalmente llega a la salida de una tobera, donde choca con una corriente de aire a alta velocidad, que lo pulveriza en finas gotas y, a la vez esta corriente de viento es responsable del transporte de las gotas hacia la planta. La misma corriente de aire ocasiona también el movimiento de la masa foliar del cultivo, favoreciendo la penetración del líquido en ella. Para determinar el volumen que se aplicará por hectárea con ambos equipos, pulverizador hidráulico o neumático, se debe seguir la siguiente metodología:

1. Efectuar una aplicación con agua sobre 10 m de hilera (por ambos lados). Utilizar papel hidrosensible para comprobar la aplicación.

2. Medir el volumen de líquido utilizado mediante el método del relleno del estanque. Se inicia la aplicación, con un volumen conocido y luego se mide la cantidad de líquido requerido para recuperar el volumen conocido.

3. Con los valores obtenidos determinar el volumen equivalente de aplicación por hectárea. Utilizando la siguiente relación válida para una aplicación de 10 m de hilera:

$$\text{Q} = \frac{\text{VR} * 1000}{\text{DEH}}$$

Donde Q = Volumen de aplicación por hectárea (L/ha).

VR = Volumen de relleno (L)

DEH = Distancia entre hileras de las plantas (m).



Foto N° 8. Aplicación con pulverizador neumático de mochila.

## 7. Consideraciones Finales

Como conclusión es importante recordar lo siguiente:

- El operador de los equipos debe trabajar siempre a la misma velocidad de avance durante la aplicación, que corresponde a la que a él más le acomode.
- La boquilla se debe cambiar dependiendo del caudal requerido para la aplicación, para ello revisar la tabla con las especificaciones de boquilla.
- El contar con un equipo calibrado es fundamental para tener éxito en cada una de las aplicaciones de agroquímicos.
- Además de tener siempre presente el utilizar los elementos de seguridad que las normas de aplicación exige, tales como ropa impermeable, guantes, máscara con filtros, antiparras y botas.