

## CALIBRACIÓN DE PULVERIZADORES HIDRÁULICOS DE MOCHILA PARA APLICACIONES DE HERBICIDAS EN PALTOS

Jorge Riquelme S., INIA Raihuén • Luis Patricio Abarca R., INIA Rayentué • Andrea Torres P., INIA La Cruz.

Los pulverizadores hidráulicos de mochila son eficaces en el control de malezas ya que pueden alcanzar follaje de difícil acceso en huertos de palto.

Es fundamental preocuparse de optimizar el uso de pulverizadores de mochila, a través de una periódica inspección y calibración de los equipos. Esto permite reducir la contaminación del aire, suelo y agua; disminuye la exposición de los aplicadores a los plaguicidas por deriva, tiempo de aplicación y exposición. Asimismo, algunos de los puntos antes señalados nos permiten ahorrar agua, reducir los costos en plaguicidas y horas de mano de obra.

La correcta aplicación con pulverizador de mochila depende de los siguientes pasos: (a) inspección del equipo, (b) calibración del pulverizador, (c) verificación del resultado de la aplicación con papeles hidrosensibles, y (d) ajustes para corregir dicha aplicación, en caso que sea necesario.

La calibración de pulverizadores hidráulicos de mochila, consta de una metodología sencilla y fácil de realizar. Una calibración busca, entre otras cosas, mejorar el cubrimiento de la aplicación, dosificar el agua y el producto químico para la superficie a tratar.

Para calibrar un equipo se utilizará la siguiente fórmula:

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

Donde:

- Q : Volumen de aplicación (l/ha)
- q : Caudal de la boquilla (l/min)
- a : Ancho de aplicación (m)
- v : Velocidad de avance del operador (km/h)



*Luego de analizar la fórmula, sólo se deben determinar tres elementos: El caudal de boquilla, la velocidad de trabajo y el ancho de aplicación.*

### a. Medición del caudal

Para esta medición se requiere de un cronómetro (o reloj con segundero) y un jarro graduado. El operador debe hacer trabajar el equipo con la boquilla dentro del jarro durante un (1) minuto de tiempo, en condiciones normales de trabajo (Figura 1).

Con esto se obtiene el valor de “q” (caudal de boquilla) en la fórmula descrita anteriormente.

### b. Medición de la velocidad

El operador debe avanzar a una velocidad moderada, en la que observe que genera una buena cobertura de gotas, y que además el ritmo de trabajo lo pueda soportar en una jornada completa. Es importante que el operador avance en la condición de trabajo y con el estanque con agua por lo menos hasta la mitad.



Figura 1. Medición de caudal.

Para estimar la velocidad de trabajo, se debe marcar una distancia mínima de 20 metros (Figura 2) y se toma el tiempo en segundos (s) que tarda el operador en recorrer dicha distancia, es conveniente que la medición se realice más de una vez y se obtenga un promedio. Para obtener la velocidad en km/h, se deduce con la siguiente fórmula:



Figura 2. Medición velocidad de trabajo.

$$V = \frac{d \times 3,6}{t}$$

Donde:

- V : Velocidad (km/h)
- d : Distancia (m)
- t : Tiempo (s)

### c. Medición del ancho de trabajo

Quando se utilizan pulverizadores hidráulicos de mochila, lo normal es utilizar sólo una boquilla. Las más usuales son las de abanico estándar (Figura 3a), seguidas por las deflectoras (Figura 3b), también las de abanico antideriva (Figura 3c) y abanico gran angular (Figura 3d). Las de abanico estándar tienen la característica de tener una aplicación mayor en el centro del abanico y menor en los costados, su ancho de trabajo se restringe

a 0,5 metros, del mismo modo las boquillas abanico antideriva. Distinto es el caso de las boquillas deflectoras, en las cuales su abanico de aplicación es homogéneo. El ancho de aplicación se debe estimar con una cinta de medir, ya que éste depende de la altura de la boquilla respecto al suelo (Figura 4).



Figura 4. Medición ancho de trabajo.

### Ejemplo de calibración:

Se ha medido el tiempo que el operador tarda en recorrer una distancia de 20 metros, se realizaron 4 mediciones (Cuadro 1).

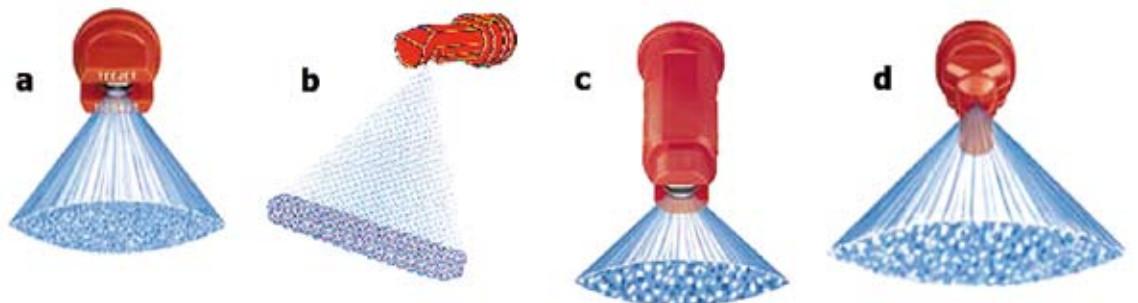
Cuadro 1:  
Tiempo en segundos que el operador demora en recorrer una distancia de 20 metros.

Medición	Tiempo (s)
1	18
2	19
3	21
4	18
Suma Total	76

$$\text{Promedio} = \frac{\text{Suma Total}}{\text{Nº de mediciones}}$$

$$\text{Promedio} = \frac{76}{4} = 19 \text{ segundos}$$

Figura 3. Tipos de boquillas que se utilizan usualmente en aplicaciones de herbicidas. a) Abanico plano estándar; b) Deflectora o tipo espejo; c) Abanico plano con inducción de aire antideriva; d) Abanico gran angular antideriva (Fuente: Spraying System Co, 2008).



Velocidad:

$$V = \frac{d \times 3,6}{t}$$

$$V \text{ (km/h)} = \frac{20 \text{ (m)} \times 3,6}{19 \text{ (s)}} = 3,8 \text{ km/h}$$

Se trabaja con una boquilla de abanico estándar, que eroga un caudal de 900 cc (0,9 litros) en un minuto y se determina un ancho de aplicación de 0,5 metros.

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

$$Q \text{ (l/ha)} = \frac{0,9 \text{ (l/min)} \times 600}{0,5 \text{ (m)} \times 3,8 \text{ (km/h)}} = 284,2 \text{ l/ha}$$

Si el volumen de aplicación no coincide con lo deseado, se debe elegir la boquilla más adecuada para el tratamiento, para ello:

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

Por ejemplo: Se desea aplicar una cantidad de 150 l/ha, entonces:

$$q = \frac{150 \text{ (l/ha)} \times 0,5 \text{ (m)} \times 3,8 \text{ (km/h)}}{600} = 0,475 \text{ (l/min)}$$

Luego se busca en la Tabla 1 el color de la boquilla y presión que más se ajusta a lo requerido.

Tabla 1:  
Colores y caudales de boquillas según norma ISO  
(Modificado de Spraying System Co, 2008).

Código	Presión (Bares)	Caudal (l/min)
80 01 Naranja 100	1	0,23
	2	0,32
	3	0,39
	4	0,45
80 015 Verde 100	1	0,34
	2	0,48
	3	0,59
	4	0,68
80 02 Amarillo 50	1	0,46
	2	0,65
	3	0,79
	4	0,91
80 03 Azul 50	1	0,68
	2	0,96
	3	1,18
	4	1,36
80 04 Rojo 50	1	0,91
	2	1,29
	3	1,58
	4	1,82

Al observar la tabla de boquillas, se determina que el caudal más apropiado es 0,48 l/min, entregado por una boquilla de color verde a 2 bares de presión. Luego de seleccionar la boquilla se debe comprobar el caudal a la presión determinada, lo normal es que en terreno exista una leve diferencia. Por ejemplo, en la práctica no entregó exactamente 0,48 l/min sino 0,5 l/min, por lo tanto, el nuevo volumen de aplicación será el siguiente:

$$Q \text{ (l/ha)} = \frac{0,5 \text{ (l/min)} \times 600}{0,5 \text{ (m)} \times 3,8 \text{ (km/h)}} = 157,9 \text{ l/ha}$$

### Dosificación de productos:

De acuerdo a las malezas presentes, al herbicida seleccionado y las recomendaciones de la etiqueta, proceda a dosificar.

Ejemplo:

Se recomienda aplicar un herbicida en cantidad de 3 litros/hectárea, con un pulverizador de 15 litros de capacidad. Se desea conocer la cantidad de producto que se debe aplicar al estanque del pulverizador, respecto al volumen de aplicación calculado anteriormente (157,9 l/ha).

$$CPE \text{ (l)} = \frac{CE \text{ (l)} \times DH \text{ (l/ha)}}{Q \text{ (l/ha)}}$$

Donde:

- CPE : Cantidad de plaguicida al estanque (l)
- CE : Capacidad del estanque (l)
- DH : Dosis de plaguicida recomendado (l/ha)
- Q : Volumen de aplicación (l/ha)

$$CPE \text{ (l)} = \frac{15 \text{ (l)} \times 3 \text{ (l/ha)}}{157,9 \text{ (l/ha)}} = 0,285 \text{ l}$$

Desde el punto de vista de la eficacia se debe aplicar 0,285 l (285 cc) de herbicida al estanque y luego completar con agua hasta los 15 litros.

Desde el punto de vista de la eficacia de las aplicaciones, es importante el diámetro de las gotas y la cantidad que se depositen en una superficie determinada. Así, se considera como óptimo un rango determinado de número de gotas en un centímetro cuadrado y los diámetros de las mismas medidos en micras. Sin embargo, el conteo y medición de gotas se hace complicado a nivel de campo, por lo cual, se recurre al uso de papeles hidrosensibles y la utilización de una plantilla comparativa. Los papeles hidrosensibles son de color amarillo y se tiñen de color azul al impacto de las gotas pulverizadas, reflejando fielmente la calidad y distribución de las aplicaciones (Figura 5). Estos papeles deben ser ubicados en zonas representativas entre las malezas donde se requiera la pulverización.

Para medición de las gotas, se puede utilizar programas computacionales. Sin embargo, lo más usual para revisar las aplicaciones en terreno contrastando los papeles utilizados, con una plantilla comparativa (Figura 5).

Se recomienda que los papeles hidrosensibles con buena calidad de aplicación, se comparen con el cuadro que presenta una cantidad de 70 gotas/cm<sup>2</sup>, con un tamaño de 275 micras y un mínimo de 20% de cobertura.

Nº Gotas/ cm <sup>2</sup>	DMV (mμ)	% Cobertura	Referencia
85	250	10	
70	275	20	
60	300	30	
55	312	40	
40	325	50	

Figura 5. Plantilla comparativa de papel hidrosensible para comprobar eficacia de las pulverizaciones.

Una vez elegida la boquilla apropiada, la presión más adecuada y una buena cobertura con papel hidrosensible, se considera oportuno realizar la aplicación. Es importante recordar, que se debe evitar aplicar con fuertes vientos y altas temperaturas, estos factores inducen fuertemente en la pérdida de producto por deriva y evaporación, respectivamente. Esta última también influye fuertemente en intoxicaciones de los operadores, ya que se volatiliza el producto, quedando expuesto a la inhalación directa del aplicador.

Otro factor importante y en muchas ocasiones poco considerado, es el tipo y la altura de las malezas, influyendo en el tipo de producto y el momento de la aplicación. Es recomendable que para el buen control de las malezas, éstas no superen los 15 cm de altura, este factor influye radicalmente en la eficacia de la aplicación (Figura 6).



Figura 6. Altura máxima de malezas para su buen control en huertos frutales.

En muchos huertos se acostumbra a controlar malezas solamente en el camellón de las hileras, dejando una cubierta vegetal entre ellas. En este caso se debe calcular el volumen de aplicación por hectárea, respecto a una aplicación en banda (Figura 7).

En el caso de una aplicación en banda, el volumen de aplicación por hectárea de cultivo, se calcula de la siguiente manera:

$$VAB = \frac{Q \times AB}{DEH}$$

Donde:

VAB : Volumen de aplicación en banda (l/ha)

Q : Volumen de aplicación a superficie total (l/ha)

AB : Ancho de la banda de aplicación (m)

DEH : Distancia entre las hileras (m)

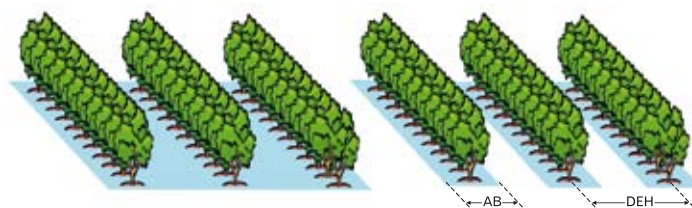


Figura 7. Aplicación a superficie total (Izquierda); Aplicación en bandas (Derecha).

Por ejemplo, se desea aplicar herbicida en el camellón de las hileras aplicando una banda de 50 cm por cada lado de la hilera, en total 1 metro de ancho de banda (AB), las hileras están distanciadas a 5 metros (DEH) y el volumen de aplicación es 157,9 l/ha (Q) [volumen calculado anteriormente].

Entonces:

$$VAB = \frac{157,9 \text{ (l/ha)} \times 1 \text{ (m)}}{5 \text{ (m)}} = 31,58 \text{ (l/ha)}$$

Por lo tanto, se aplicarán sólo 31,58 ≈ 31,6 l/ha en el huerto en una aplicación en banda. Para la cantidad de herbicida a utilizar se calcula del mismo modo. Por ejemplo, se recomienda aplicar 3 litros de producto por hectárea para superficie total, entonces:

$$VAB = \frac{3 \text{ (l/ha)} \times 1 \text{ (m)}}{5 \text{ (m)}} = 0,6 \text{ (l/ha)}$$

De este modo, sólo se utilizarán 0,6 litros = 600 cc de herbicida por hectárea de huerto en una aplicación en banda.