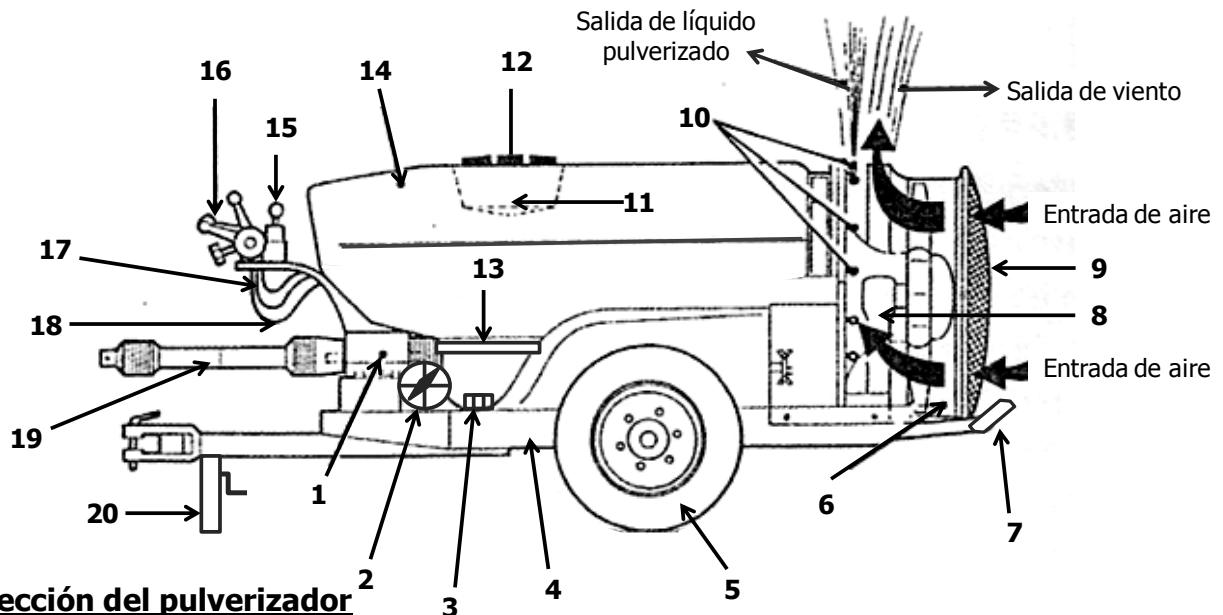


GUÍA DE CALIBRACIÓN Y REGULACIÓN DE PULVERIZADORES HIDRONEUMÁTICOS PARA FRUTALES Y VIÑAS

Jorge Riquelme S. Dr. Ing. Agr.Mg.I.A.
chochesaurio@gmail.com



1. Inspección del pulverizador

- | | |
|--|--|
| 1 Bomba | 11 Filtro de llenado |
| 2 Filtro principal o de succión | 12 Tapa de llenado |
| 3 Tapón o llave de vaciado | 13 Junta cardánica interna para ventilador |
| 4 Chasis | 14 Estanque |
| 5 Rodado | 15 Manómetro |
| 6 Ventilador de flujo axial | 16 Regulador de presión y llaves de paso |
| 7 Defensa posterior | 17 Mangueras de succión y mando |
| 8 Caja multiplicadora de R.P.M. | 18 Manguera de retorno al estanque |
| 9 Rejilla de protección del ventilador | 19 Junta cardánica |
| 10 Boquillas | 20 Pie de apoyo |

Antes de utilizar tanto los equipos pulverizadores como los tractores, se debe chequear el estado de sus componentes, tal que estos estén en perfecto funcionamiento, logren optimizar los tratamientos y evitar accidentes hacia los operadores o terceras personas. La mayor parte de la inspección se realiza en forma visual, pero también se necesita chequear el estado de algunos dispositivos con el equipo en funcionamiento.

EL TRACTOR

- El tractor debe ser el adecuado con respecto al equipo, debe responder a la potencia demandada por el pulverizador y las condiciones del terreno (en promedio para pulverizadores hidroneumáticos de arrastre debe ser 80 HP).
- Chequear el lastre, principalmente el lastre trasero (Contrapesos).
- Chequear las revoluciones del motor a las que puede entregar 540 rpm a la TDF

EL PULVERIZADOR

- La junta cardánica debe estar protegida con la funda plástica, con sujeciones en sus extremos y en perfecto estado.
- Los neumáticos deben tener la presión de inflado correspondiente de acuerdo a sus dimensiones y peso del equipo.
- Revisar el trabajo de la bomba y su nivel de aceite.
- Las mangueras no pueden estar rotas, ni gotear en las uniones. Usar abrazaderas y no alambres.
- El estanque debe estar en perfecto estado, limpio, sin roturas que provoquen fugas de mezcla. Debe tener un indicador de nivel del líquido con buena visibilidad desde el asiento del tractor. Debe estar presente y funcional la tapa de llenado y el tapón de vaciado.
- Verificar el buen funcionamiento del agitador de mezcla, ya sea sistema mecánico o hidráulico.
- Revisar filtros (en la boca de llenado, de succión y en las boquillas). No deben estar rotos, ni tapados.
- Revisar válvula reguladora de presión, y manómetro. La primera debe accionarse fácilmente con la mano desde el asiento del tractor, en caso de que se encuentre forzada, deberá desarmarse, limpiar y lubricar. El manómetro debe funcionar perfectamente y responder a la presión de trabajo, debe tener visualización a cada un bar de presión y la presión máxima a la que se trabaje debe marcarse a la mitad del manómetro (ejemplo, si se utilizan 12 bares de presión, el manómetro adecuado es de 0 a 25 bares).
- La rejilla trasera debe estar siempre presente, y ninguna parte del cuerpo puede llegar hasta las hélices del ventilador.
- El ventilador debe tener al menos una posición de funcionamiento y otra neutral.
- Deben estar presente a los menos deflectores de viento en la parte superior e inferior.
- Revisar boquillas. Material, tipo y caudal. Para tratamientos arbóreos, las de menor caudal deben situarse en la parte inferior y las de mayor caudal en la parte superior (o en sector que exista una mayor masa foliar del cultivo). Las boquillas del lado izquierdo deben ser iguales a las del lado derecho (en número y tamaño). Verificar además que no estén tapadas, rotas o desgastadas, esto último comprobando el caudal actual respecto a una boquilla nueva (no debe superar una diferencia +/- el 10 %).
- El pasador de la barra de tiro debe tener chaveta para evitar desganche del pulverizador.

INSPECCIÓN DE PULVERIZADORES HIDRONEUMÁTICOS



Datos Generales	
Nombre propietario	:
Nombre empresa	:
Localidad (Dirección)	:
E – mail / Teléfono	:/
Región / comuna	:/
Posición geográfica	:
Fecha de control	:

1. Revisión del Tractor			
Marca Tractor	:	Modelo	:
Año	:	Horas de uso	:
Tracción	:	Potencia (Hp)	:
Norma	:	Régimen nominal a TDF	:
Estado Tacómetro	:	Seguridad BDT	:
Lastres		Delantero	
		Trasero	Hidroinflado

2. Revisión del Pulverizador			
2.1. Descripción General del Equipo			
Marca	:	Modelo	:
Tipo de pulverizador		De arrastre	Suspendido
			Autopulsado
Se utiliza en		Uva de Mesa	Manzanos
			Otro
Junta Cardánica		C/ funda protectora	S/ funda protectora
Elemento antirotación		SI	NO
Sujeción cardán		SI	NO
Pie de apoyo		SI	NO

2. Revisión del Pulverizador			
2.2. Bomba hidráulica			
Marca	:	Modelo	:
Tipo de bomba		De pistones	De membrana
			Otra
Q teó. máx. (L/min)	:	Presión máxima (Bares)	:
Trabajo de la bomba		Normal	Discontinuo
Estado amorti. Presión	:		
Presión Calderín (PSI)	:	Nivel de aceite	:

2. Revisión del Pulverizador			
2.3. Depósito			
Capacidad estanque (L)	:		
Material estanque	Fibra vidrio - Resina	Polipropileno	Metálico
Visibilidad del caldo	Ventana transp.	Manguera exterior	Ninguna
Ubicación	Adelante	Costado	Ambas
Estado visor de caldo	Buena	Regular	Nula
Estado tapa de llenado	Buena	Mala	
Estado válvula de tapa	Funcional	No funcional	
Facilidad de abertura	Buena	Regular	Mala
Tapón de vaciado	Funcional	No funcional	
Agitación	Buena - adecuada	Insuficiente	No tiene
Tipo de agitación	Mecánica	Hidráulica	Ambas
Dep. para agua limpia	Tiene	No tiene	
Dep. lavado estanque	Tiene	No tiene	
Dep. mezc. plaguicidas	Tiene	No tiene	
Origen agua mezcla	:		

2. Revisión del Pulverizador			
2.4. Sistema de filtrado			
Filtro boca de llenado	Bueno	Malo (roto)	No tiene
Filtro principal	Bueno	Malo (roto)	No tiene
Filtro en línea	Bueno	Malo (roto)	No tiene
Filtros de boquillas	Todos presente	Faltan (-)	No tiene
Estado	Buenos	Malos (rotos)	

2. Revisión del Pulverizador			
2.5. Regulación y distribución del caldo			
Válvula reg. de presión	Funciona	No funciona	Ac. desde asiento
Distribuidor salida caldo	Funcional	No funcional	Ac. desde asiento
Cierre/Abertura sectores	SI	NO	
Manómetro	Funciona	No funciona	No tiene
Diámetro manómetro	Cumple (≥ 63 mm)	No cumple (<63 mm)	
Visible desde el asiento	SI	NO	
Estabilidad de la aguja	Buena	Mala	
Rango de visualización*	Adecuada	Inadecuada	
* Rango adecuado de 0 hasta 25 bares, con visualización por cada 1 bar			

2. Revisión del Pulverizador			
2.6. Sistema neumático (ventilador)			
Ventilador	Funcional	No funcional	
Posición neutral	Funcional	No funcional	
Caja multiplicadora	Funcional	No funcional	No tiene
Posición caja multiplicad	Alta	Baja	
Ajuste ángulo de aspas	SI	NO	Posición:
Material Aspas	Metálico	Polipropileno	Cantidad aspas:
Rejilla de protección*	Cumple	No cumple	No tiene
Deflectores superiores	Regulable	Fijo	No tiene
Deflectores inferiores	Regulable	Fijo	No tiene
Deflectores internos	SI	NO	
* Ninguna parte del cuerpo puede tocar las aspas del ventilador			

2. Revisión del Pulverizador			
2.7. Conducciones			
Mangueras	Adecuadas	Inadecuadas	
Estado mangueras*	Buenas	Regulares	Malas
Contacto con la pulveriz.	SI	NO	
Pérdidas o fugas	SI	NO	
Sector de pérdidas	En el estanque	Mangueras	Llaves /Comando
	Bomba	Conexión Agitador	Cuerpo de boquillas
	Filtro de succión	Arcos distribuidores	Otro ()
* Regulares: Próximas a cambiar / Malas: Cambio urgente por otras nuevas			

2. Revisión del Pulverizador			
2.8. Protección y seguridad			
Averías mecánicas	SI	NO	
Si presenta averías	Correas	Cadenas	Caja multiplicadora
	Otros ()		
Protec. partes móviles	SI	NO	
Presión de neumáticos	IZQ: (PSI)	DER: (PSI)	

2. Revisión del Pulverizador			
2.9. Boquillas			
Tipo de boquillas	Disco & Difusor	Tipo clips cono hueco (p.e. ATR o Conejet)	
Cantidad de boquillas	:	Marca de boquillas	:
Material Disco (placa)	Cerámica	Metal	Polímero
Material difusor	Cerámica	Metal	Polímero

Dispositivo antigoteo	Funciona	No funciona	No tiene
-----------------------	----------	-------------	----------

Distribución de boquillas

Boquillas Placa – Difusor (Número)				
Número	Lado Izquierdo		Lado Derecho	
	Placa	Difusor	Placa	Difusor
12				
11				
10				
9				
8				
7				
6				
5				
4				
3				
2				
1				

ATR o Conejet [TX] (Color)		
Número	Lado Izq.	Lado Der.
12		
11		
10		
9		
8		
7		
6		
5		
4		
3		
2		
1		

2. Revisión del Pulverizador

Medida de tapas:

2. Revisión del Pulverizador

2.10. Aspectos generales

Limpieza externa pulv.	Bueno	Regular	Malo
Limpieza interna pulv.	Bueno	Regular	Malo
Limpieza de filtros	Bueno	Regular	Malo
Aceite caja multiplicador	Bueno	Regular	Malo
Engrase partes móviles	Bueno	Regular	Malo
Estado de neumáticos	Bueno	Regular	Malo

CALIBRACIÓN Y REGULACIÓN DE PULVERIZADORES HIDRONEUMÁTICOS

1) Ajuste de las revoluciones a la TDF

La bomba hidráulica tiene un funcionamiento óptimo cuando a la toma de fuerza (TDF) del tractor se trabaja en un rango entre 450 a 540 rpm., por su lado, el ventilador maximiza su capacidad de producción de caudal de aire cuando el eje de la TDFgira a 540 r.p.m. Para comprobar dichas revoluciones se utiliza un tacómetro y se determinan las revoluciones dela TDF para diferentes revoluciones del motor. De no contar con un instrumento para medición, ver manual del tractor y determinar el régimen de la TDF.

Condición	R.P.M Motor	R.P.M TDF
Revoluciones a la que normalmente trabaja		
Revolución a la TDF cercana a 540 rpm		
Revolución inferior 540 rpm en el TDF		

2) Determinación del caudal de aire que eroga el ventilador

- Medir el largo y el ancho de la o las secciones de salida del viento que eroga el ventilador en uno de sus costados.

	L (m)	A (m)	SS = Área (m ²)
Sección 1			
Sección 2			
Sección 3			
Suma de áreas (en caso que exista más de una sección de salida del viento)			

Donde:

SS = Sección Salida Ventilador (m²)

L = Largo de la sección de un sector (m)

A = Ancho de la sección de un sector (m)

- Determinar la velocidad promedio del viento con anemómetro o tubo de pitot en m/s. Se medirá a las condiciones actuales de trabajo y a revoluciones del motor que entreguen 540 rpm a la TDF. si se utiliza anemómetro se obtendrá la velocidad del viento de forma instantánea.

2.1. Velocidad del viento en sectores del pulverizador.

Condición	Lado Izquierdo							\bar{X}_I	Lado Derecho							\bar{X}_D	

2.2. Promedios velocidad de viento

Condición	Velocidad de viento (m/s) Lado Izquierdo	Velocidad de viento (m/s) Lado Derecho

2.3. Velocidades y caudales de viento entregado en ambos costados del pulverizador.

Condición	Velocidad de viento (m/s) lado izquierdo	Velocidad de viento (m/s) Lado derecho	Área sección de salida del viento (m ²)	Caudal aire (m ³ /h) Lado Izquierdo (*)	Caudal aire (m ³ /h) Lado Derecho (*)

(*) Para determinar el caudal de aire tanto del lado izquierdo como del derecho se debe multiplicar:
 Velocidad del viento (m/s) x Área sección de salida (m²) x 3.600

2.4. Caudal de aire total del equipo (Suma del caudal de aire lado izquierdo más lado derecho)

Condición	Caudal aire (m ³ /h) Lado Izq. (CA _I)	Caudal aire (m ³ /h) Lado Der. (CA _D)	Suma de caudales (lado Izq + lado der)

2.5. Diferencia de caudal de aire entre lado izquierdo y derecho del pulverizador (Máximo permitido 10 %)

Condición	Caudal aire (m ³ /h) Lado Izq. (CA_I)	Caudal aire (m ³ /h) Lado Der. (CA_D)	$[(CA_I - CA_D)/CA_I]*100$

REQUERIMIENTOS DE CAUDAL DE AIRE PARA DIFERENTES CULTIVOS

Cultivo	Capacidad del ventilador (caudal de aire)
Frutales menores (arándanos, frambuesas)	15.000 m ³ /h*
Uva de mesa - Kiwis	25.000 – 30.000 m ³ /h*
Carozos - pomáceas	40.000 – 45.000 m ³ /h*
Nogales – cítricos	65.000 – 75.000 m ³ /h*

3) Revisión del volumen de líquido a utilizar

Calcular el volumen de aplicación por hectárea mediante la determinación del TRV:

El volumen de aplicación, debe estar acorde a la densidad y cantidad de follaje existente en el predio, es decir, mientras más frondosas sean las plantas, mayor debe ser el volumen de aplicación, por tanto, se debe calcular el volumen de vegetación existente al momento del tratamiento. Para calcular el volumen de vegetación en una hectárea debemos conocer: La altura de los árboles (**ADA**), el ancho de copa (**ADC**) y la distancia entre las hileras (**DEH**). El volumen de vegetación en una hectárea es llamado TRV, sigla en inglés **T**ree **R**ow **V**olume.

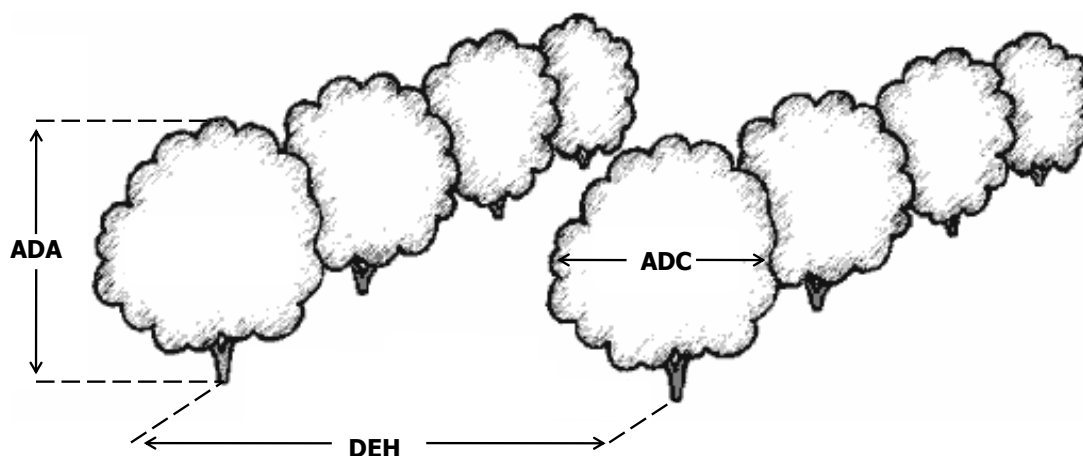


Figura 2: Mediciones a realizar en un huerto frutal para determinar el volumen de vegetación (TRV).
(Fuente: Modificado de Kansas State University)

$$\text{TRV} = \frac{\text{ADA (m)} * \text{ADC (m)} * 10.000 \text{ (m}^2\text{/ha)}}{\text{DEH (m)}}$$

Donde:

TRV = Volumen de vegetación (m³/ha)

ADA = Altura del árbol (m)

ADC = Ancho de copa (m)

DEH = Distancia entre hileras (m)

ADA(m)	
ADC(m)	
DEH (m)	
TRV (m³/ha)	

Determinar el volumen de aplicación adecuado por hectárea de acuerdo al TRV:

La dosis puede variar entre 10 a 120 litros por cada 1.000 m³ de vegetación (Tabla 1). Estos volúmenes dependen del tipo de maquinaria con la cual se trabaje, así por ejemplo, los equipos centrífugos se caracterizan por aplicaciones de ultra bajo volumen, no así los hidroneumáticos que pueden aplicar volúmenes desde bajos a muy altos. Otro factor a considerar, es el tipo de tratamiento, para plagas y enfermedades de difícil control como chanchitos blancos, conchuelas y escamas, se deberá utilizar volúmenes aproximados de 100 litros por cada 1.000 m³ de vegetación, no así para otras de menor dificultad en la que debe utilizar una dosis media (70 L/ 1.000 m³ de vegetación). También estos volúmenes se ven afectados por la densidad del cultivo, es por ello que para el control de plagas en cítricos se

utilizan volumen altos y muy altos (100 a 120 L/1.000 m³ de vegetación), y volúmenes medios (70 a 90 L/1.000 m³ de vegetación) para aplicación de foliares y otros tratamientos. En frutales de hoja caduca (vides, pomáceas, carozos, entre otros), cuando se realizan aplicaciones con escaso follaje (floración, inicio de brotación) se utilizan volúmenes de 50 a 60 L/1.000 m³ de vegetación, llegando a pleno follaje con dosis de 70 a 80 L/1.000 m³ de vegetación.

Tabla 1: Volúmenes de líquido a utilizar por cada 1000 m³ de vegetación

Volumen de pulverización	Índice de volumen (L/1.000 m ³) = D
Muy Alto	120
Alto	100
Medio	70
Bajo	50
Muy Bajo	30
Ultra Bajo	10

Por tanto, para calcular el volumen adecuado de aplicación según TRV, se tiene:

$$\mathbf{VDA = \frac{TRV * D}{1000}}$$

Donde:

VDA = Volumen de líquido recomendado (L/ha)

TRV = Volumen de vegetación (m³/ha)

D = Dosis de líquido recomendado por cada 1000 m³ de vegetación (L).

* Volumen de líquido recomendado

4) Determinar el Caudal Total de las Boquillas (CTB)

Con la ayuda de mangueras, jarros, un vaso calibrado y un cronómetro, se determina el caudal de cada una de las boquillas del equipo siguiendo el orden de la figura. Este procedimiento se puede hacer más de una vez para diferentes presiones de trabajo. Finalmente se suman los caudales de las boquillas del sector izquierdo más las del lado derecho, y se obtiene el caudal total de boquillas (CTB), se expresa en litros/minuto (L/min).

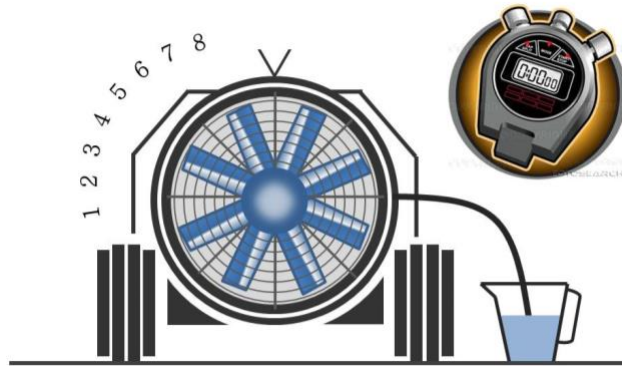


Figura 2: Esquema de un pulverizador hidroneumático, en la cual se describe el orden y numeración de boquillas y la forma para determinar el caudal de cada una de ellas.

Tabla 2: Relación y conversión de unidades de presión

	PSI	Bares
PSI	1	0,069
Bares	14,5	1

Conversión de unidades de presión

Ejemplo:





$$10 \text{ Bares} \times 14,5 = 145 \text{ PSI}$$

$$145 \text{ PSI} \times 0,069 = 10 \text{ Bares}$$

$$\text{PSI} = \text{Libra} / \text{pulgada}^2$$

4.1. Medición del caudal de las boquillas a la “presión que habitualmente trabaja”





Presión de trabajo: Bar ~~52~~ (PSI) 75

BOQUILLAS SECTOR IZQUIERDO						BOQUILLAS SECTOR DERECHO							
Nº	Característica de la boquilla		Caudal Real 	Caudal Teórico	Rango de aceptación		Nº	Característica de la boquilla		Caudal Real 	Caudal Teórico	Rango de aceptación	
	Placa	Difusor			-10%	+10%		Placa	Difusor			-10%	+10%
	Color boquilla							Color boquilla					
12							12						
11							11						
10							10						
9							9						
8							8						
7							7						
6							6						
5							5						
4							4						
3							3						
2							2						
1							1						
Sumatoria lado izquierdo 							Sumatoria lado derecho 						

Caudal Total de Boquillas (CTB) L/min	
Caudal Total de Boquillas Sector Izquierdo (CSI)	
Caudal Total de Boquillas Sector Derecho (CSD)	
Desviación de Caudal Sector Izquierdo/Caudal Sector Derecho (Máximo permitido 5%) $((CSI - CSD) / CSI) \times 100$	
Caudal Total de Boquillas (Caudal Sec. Izq + Caudal Sec. Der.) (CSI + CSD)	

4.2. Medición del caudal de las boquillas a “una presión distinta a la que habitualmente trabaja”

Presión de trabajo: Bares (PSI)

BOQUILLAS SECTOR IZQUIERDO						BOQUILLAS SECTOR DERECHO							
N°	Característica de la boquilla		Caudal Real 	Caudal Teórico	Rango de aceptación		N°	Característica de la boquilla		Caudal Real 	Caudal Teórico	Rango de aceptación	
	Placa	Difusor			-10%	+10%		Placa	Difusor			-10%	+10%
	Color boquilla							Color boquilla					
10							10						
9							9						
8							8						
7							7						
6							6						
5							5						
4							4						
3							3						
2							2						
1							1						
Sumatoria lado izquierdo 							Sumatoria lado derecho 						

Caudal Total de Boquillas (CTB) L/min	
Caudal Total de Boquillas Sector Izquierdo (CSI)	
Caudal Total de Boquillas Sector Derecho (CSD)	
Desviación de Caudal Sector Izquierdo/Caudal Sector Derecho (Máximo permitido 5%) $((CSI - CSD) / CSI) \times 100$	
Caudal Total de Boquillas (Caudal Sec. Izq + Caudal Sec. Der.) (CSI + CSD)	

5) Determinación de la velocidad de trabajo

Marcar una distancia de 20 m (o más) y medir la velocidad de avance con diferentes marchas.

Condición de trabajo	Marcha	Régimen motor (RPM)	Distancia marcada (m)	Tiempo (s)	Velocidad de avance (km/h)
A las revoluciones del motor y marcha que normalmente trabaja					
Revoluciones que entrega 540 rpm a la TDF, y misma marcha que utiliza normalmente					

Revoluciones que entrega 540 rpm a la TDF, y marcha distinta a la que utiliza normalmente					
Revoluciones que entrega 540 rpm a la TDF, y otra marcha distinta a la que utiliza normalmente					

Para determinar la velocidad en km/h, la distancia en metros se debe dividir por el tiempo en segundos que demoró en recorrer esa distancia, y luego multiplicar por 3,6

Ejemplo:

El tractor con el equipo en funcionamiento demoró **16,5 segundos** en recorrer **20 metros** de distancia.

$$V = \frac{20 \text{ (m)} \times 3,6}{16,5 \text{ (s)}} = 4,3 \text{ km/h}$$

El tractor con el equipo en funcionamiento demoró **24 segundos** en recorrer **30 metros** de distancia.

$$V = \frac{30 \text{ (m)} \times 3,6}{24 \text{ (s)}} = 4,5 \text{ km/h}$$

6) Determinación del volumen aplicado por hectárea

$$VDA \text{ (L/ha)} = \frac{CTB \text{ (L/min)} \times 600}{DEH \text{ (m)} \times VA \text{ (km/h)}}$$

- Donde:
- VDA : Volumen de aplicación (L/ha)
 - CTB : Caudal Total de Boquillas (L/min)
 - VA : Velocidad de Avance (km/h)
 - DEH : Distancia Entre Hileras (m)

Con los datos anteriores determinar el volumen equivalente aplicado por hectárea

Condición de trabajo	Régimen del motor (RPM)	Marcha	Velocidad de Avance(km/h)	Distancia Entre Hileras (m)	Presión de trabajo (Bares)	Presión de trabajo (PSI)	Cantidad de boquillas (N°)	Caudal Total de Boquillas (L/min)	Volumen de aplicación (L/ha)
1. Revoluciones del motor, marcha y presión a la que normalmente trabaja									
a2. Revoluciones del motor que entrega 540 rpm a la TDF, misma marcha, presión distinta.									
3. Revoluciones del motor que entrega 540 rpm a la TDF , igual presión y marcha distinta a la que normalmente se trabaja									
4. Revoluciones del motor que entrega 540 rpm a la TDF , marcha y presión distinta a la que normalmente trabaja									

Seleccione el volumen de aplicación más adecuado según el TRV, y compruebe en terreno con papeles hidrosensibles, éstos últimos le entregarán una clara visualización de la pulverización, de este modo, se podrá tomar una buena decisión para mejorar la eficacia y eficiencia del trabajo realizado.

Efectuar ajustes de dirección de viento del ventilador de acuerdo a la metodología sugerida en la Figura 6 para cuando se trata de cultivos arbóreos:

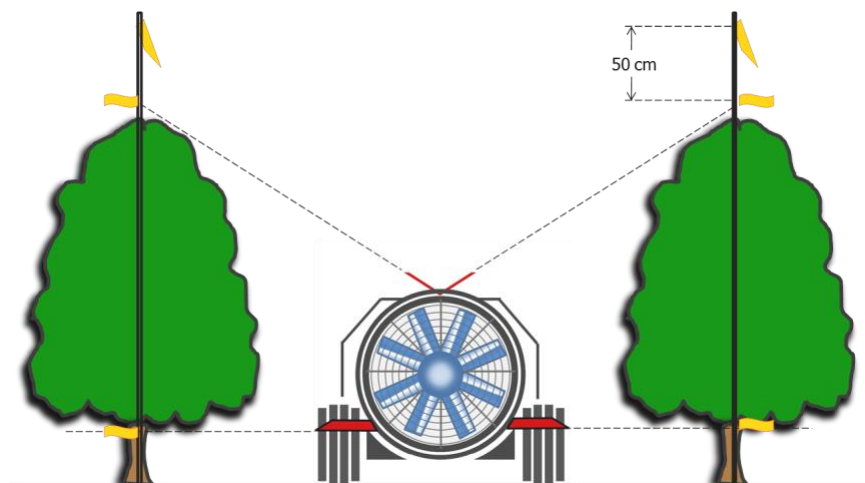
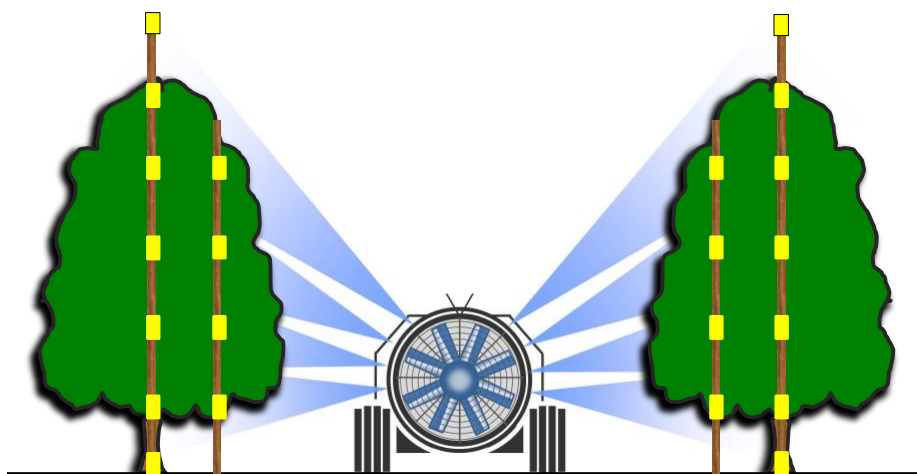


Figura 6: Posición correcta de los deflectores de viento en un pulverizador hidroneumático para tratamientos en huertos frutales.

- Colocar papeles hidrosensibles en las plantas de acuerdo a la metodología que se sugiere en la Figura 7. Ubicando especialmente listones en el centro de los árboles con unidades de papeles hidrosensibles a cada 50 cm, desde la base hasta 50 cm por sobre el follaje. Efectuar comparaciones entre la aplicación actual y la calculada como óptima. Recordar que el pulverizador debe pasar por ambos lados de la hilera antes de retirar los papeles hidrosensibles.



8) Verificación de papeles hidrosensibles en árboles frutales para comprobar eficacia de la aplicación.

Posterior a la aplicación de deben recolectar los papeles hidrosensibles y compararlos con la plantilla que se muestra a continuación (Figura 8), se considera como óptimo gotas de 275 micras como promedio, una cantidad de 70 gotas por centímetro cuadrado y 20% de cobertura.

Figura 8: Plantilla comparativa para observar cubrimiento obtenido con papel hidrosensible.



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

Recordar que los papeles hidrosensibles son de color amarillo y se tiñen de azul al contacto de las gotas, un buen cubrimiento lo otorga un papel con fondo amarillo con muchas manchitas de color azul, si el papel queda amarillo indicará déficit de aplicación en ese sector, y un exceso si quedan totalmente azules. (Figura 9)

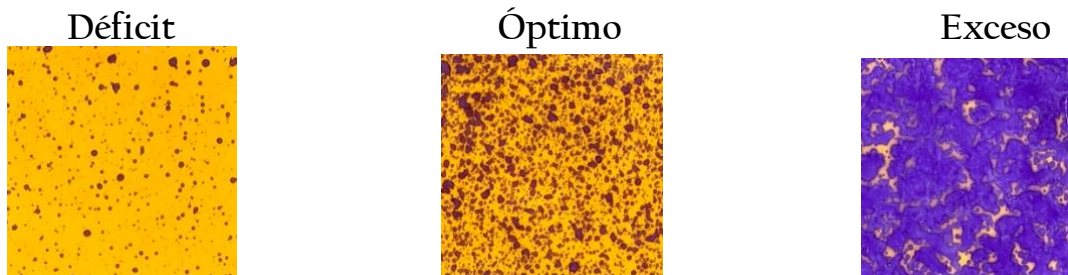


Figura 9: Tres niveles de cubrimiento obtenidos con papel hidrosensible. Déficit (izquierda); Óptimo (centro); Exceso (derecha).

Caudal boquillas ATR

$$\text{Para otra presión: } \frac{q_1}{V P_1} = \frac{q_2}{V P_2}$$

Bar	l/mn									
	BLANCA	LILA	MAR- RON	AMARILLA	NARANJA	ROJA	GRIS	VERDE	NEGRA	AZUL
5	0,27	0,36	0,48	0,73	0,99	1,38	1,50	1,78	2,00	2,45
6	0,29	0,39	0,52	0,80	1,08	1,51	1,63	1,94	2,18	2,67
7	0,32	0,42	0,56	0,86	1,17	1,62	1,76	2,09	2,35	2,87
8	0,34	0,45	0,60	0,92	1,24	1,73	1,87	2,22	2,50	3,06
9	0,36	0,48	0,64	0,97	1,32	1,83	1,98	2,35	2,64	3,24
10	0,38	0,50	0,67	1,03	1,39	1,92	2,08	2,47	2,78	3,40
11	0,39	0,52	0,70	1,07	1,45	2,01	2,17	2,58	2,90	3,56
12	0,41	0,55	0,73	1,12	1,51	2,09	2,26	2,69	3,03	3,71
13	0,43	0,57	0,76	1,17	1,57	2,17	2,35	2,79	3,14	3,85
14	0,44	0,59	0,79	1,21	1,63	2,25	2,43	2,89	3,26	3,99
15	0,46	0,61	0,81	1,25	1,69	2,33	2,51	2,99	3,36	4,12
16	0,47	0,63	0,84	1,29	1,74	2,40	2,59	3,08	3,47	4,25
17	0,48	0,64	0,86	1,33	1,79	2,47	2,67	3,17	3,57	4,37
18	0,50	0,66	0,89	1,37	1,84	2,54	2,74	3,25	3,67	4,49
19	0,51	0,68	0,91	1,40	1,89	2,60	2,81	3,34	3,76	4,61
20	0,52	0,70	0,93	1,44	1,94	2,67	2,88	3,42	3,85	4,72
21	0,54	0,71	0,95	1,48	1,99	2,73	2,95	3,50	3,94	4,84
22	0,55	0,73	0,98	1,51	2,03	2,79	3,01	3,57	4,03	4,94
23	0,56	0,74	1,00	1,54	2,07	2,85	3,07	3,65	4,12	5,05
24	0,57	0,76	1,02	1,58	2,12	2,91	3,14	3,72	4,20	5,15
25	0,58	0,77	1,04	1,61	2,16	2,97	3,20	3,80	4,28	5,25

Anexo 1: Relación de la medición con tubo de Pitot con la velocidad de viento obtenida en m/s

Nivel regla (cm)	Diferencia de altura (cm)	V (km/h)	V (m/s)
0,1	0,2	20,6	5,7
0,2	0,4	29,1	8,1
0,3	0,6	35,6	9,9
0,4	0,8	41,2	11,4
0,5	1	46,0	12,8
0,6	1,2	50,4	14,0
0,7	1,4	54,4	15,1
0,8	1,6	58,2	16,2
0,9	1,8	61,7	17,1
1	2	65,1	18,1
1,1	2,2	68,2	19,0
1,2	2,4	71,3	19,8
1,3	2,6	74,2	20,6
1,4	2,8	77,0	21,4
1,5	3	79,7	22,1
1,6	3,2	82,3	22,9
1,7	3,4	84,8	23,6
1,8	3,6	87,3	24,2
1,9	3,8	89,7	24,9
2	4	92,0	25,6
2,1	4,2	94,3	26,2
2,2	4,4	96,5	26,8
2,3	4,6	98,7	27,4
2,4	4,8	100,8	28,0
2,5	5	102,9	28,6
2,6	5,2	104,9	29,1
2,7	5,4	106,9	29,7
2,8	5,6	108,9	30,2
2,9	5,8	110,8	30,8
3	6	112,7	31,3
3,1	6,2	114,6	31,8
3,2	6,4	116,4	32,3
3,3	6,6	118,2	32,8
3,4	6,8	120,0	33,3
3,5	7	121,7	33,8

Nivel regla (cm)	Diferencia de altura (cm)	V (km/h)	V (m/s)
3,6	7,2	123,5	34,3
3,7	7,4	125,2	34,8
3,8	7,6	126,8	35,2
3,9	7,8	128,5	35,7
4	8	130,1	36,1
4,1	8,2	131,7	36,6
4,2	8,4	133,3	37,0
4,3	8,6	134,9	37,5
4,4	8,8	136,5	37,9
4,5	9	138,0	38,3
4,6	9,2	139,5	38,8
4,7	9,4	141,1	39,2
4,8	9,6	142,6	39,6
4,9	9,8	144,0	40,0
5	10	145,5	40,4
5,1	10,2	146,9	40,8
5,2	10,4	148,4	41,2
5,3	10,6	149,8	41,6
5,4	10,8	151,2	42,0
5,5	11	152,6	42,4
5,6	11,2	154,0	42,8
5,7	11,4	155,3	43,2
5,8	11,6	156,7	43,5
5,9	11,8	158,0	43,9
6	12	159,4	44,3
6,1	12,2	160,7	44,6
6,2	12,4	162,0	45,0
6,3	12,6	163,3	45,4
6,4	12,8	164,6	45,7
6,5	13	165,9	46,1
6,6	13,2	167,2	46,4
6,7	13,4	168,4	46,8
6,8	13,6	169,7	47,1
6,9	13,8	170,9	47,5
7	14	172,1	47,8