

Mantenimiento y calibración de maquinaria para aplicación de productos fitosanitarios



Pulverizadores hidráulicos de chorro proyectado



Unión Europea
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural



JUNTA DE ANDALUCÍA
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA

MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE MAQUINARIA PARA APLICACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS

PULVERIZADORES HIDRÁULICOS DE CHORRO
PROYECTADO

SEVILLA, 2010



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA



Mantenimiento y calibración de maquinaria para aplicación de productos fitosanitarios : pulverizadores hidráulicos de chorro proyectado / [realización: Jesús A. Gil Ribes, Gregorio L. Blanco Roldán, José Cañero López]. – Sevilla, Consejería de Agricultura y Pesca, Servicio de Publicaciones y Divulgación, Universidad de Córdoba, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes, 2010
38 p. : fot., tablas. – (Agricultura. Guías prácticas)

Subtít. tomado de la cub.

Consta en v. de la port. “La presente monografía se ha realizado dentro del “Plan de Mantenimiento y Calibración de los Equipos de Aplicación de Tratamientos Fitosanitarios (2008-2010)” establecido en función de un convenio específico de colaboración entre la Consejería de Agricultura y Pesca y la Universidad de Córdoba.

D.L. CO 70-2011
ISBN 978-84-693-9407-6

Maquinaria de cultivo. -- Equipo de fumigación. – Mantenimiento. – Fumigación. – Plaguicidas
Gil Ribes, Jesús A.
Blanco Roldán, Gregorio L.
Cañero López, José
Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca
Universidad de Córdoba. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes
Agricultura (Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca). Guías prácticas.

631.348:632.934.1



La presente monografía se ha realizado dentro del “Plan de Mantenimiento y Calibración de los Equipos de Aplicación de Tratamientos Fitosanitarios (2008-2010)” establecido en función de un convenio específico de colaboración entre la Consejería de Agricultura y Pesca y la Universidad de Córdoba.

Coordinadores: Eduardo Serrano Padial.

M^a. del Carmen Castro Mora

José Luis Castilla Moro

Autores: Jesús A. Gil Ribes

Gregorio L. Blanco Roldán

José Cañero López

Edita: Junta de Andalucía.

Consejería de Agricultura y Pesca.

Publica: Servicio de Publicaciones y Divulgación.

Producción editorial:

Serie: Agricultura. Guías prácticas.

ISBN 978-84-693-9407-6

D.L. CO 70-2011

MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE MAQUINARIA PARA APLICACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS

PULVERIZADORES HIDRÁULICOS DE CHORRO PROYECTADO

ÍNDICE

1. Introducción	Pág. 5
2. Cómo se consigue un tratamiento fitosanitario correcto	Pág. 6
3. Necesidad de la revisión y calibración de los pulverizadores	Pág. 7
4. Beneficios de la revisión y calibración de un equipo	Pág. 7
5. Cómo se revisa y calibra un pulverizador hidráulico	Pág. 7
6. Procedimiento	Pág. 8
7. Examen visual sin accionamiento de la máquina	Pág. 9
8. Examen visual con accionamiento de la máquina	Pág.19
9. Medidas realizadas para la calibración de la máquina	Pág.23
10. Otros aspectos a tener en cuenta	Pág.29
11. Protocolo de mantenimiento y calibración	Pág.31

Los pulverizadores hidráulicos de chorro proyectado, también denominados pulverizadores o barras de tratamientos, se emplean para realizar aplicaciones sobre la superficie del suelo y sobre cultivos de porte bajo. En ellos, el líquido, presionado por una bomba, atraviesa un orificio calibrado (boquilla), quedando dividido en gotas, cuyo tamaño disminuye conforme lo hace el diámetro del orificio y aumenta la presión.

Está constituido por los siguientes **elementos** (Fig. 1): eje de transmisión de potencia, bomba, depósito de caldo, manómetro, válvulas reguladoras de presión y caudal, distribuidores, tuberías, filtros, barra de aplicación y boquillas.

Para que el pulverizador funcione de forma adecuada es necesario que sus elementos estén en perfecto estado de mantenimiento y calibración. Esto se consigue con las recomendaciones recogidas en esta publicación, las cuales pueden ser fácilmente aplicadas por agricultores y técnicos.

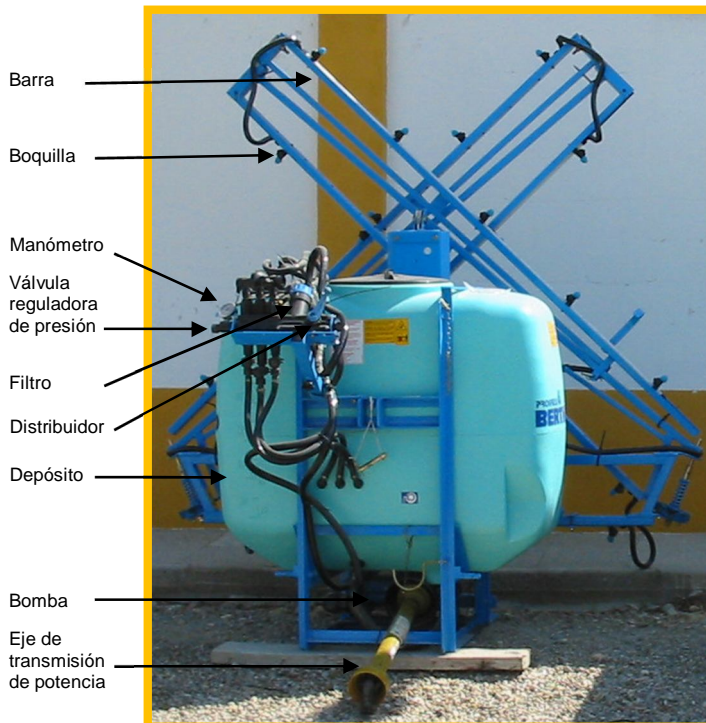


Fig. 1. Elementos de un pulverizador hidráulico.

2 ¿Cómo se consigue un tratamiento fitosanitario correcto con un pulverizador hidráulico de chorro proyectado?

Para realizar un **tratamiento fitosanitario correcto** con un pulverizador hidráulico de chorro proyectado, hay que elegir bien el producto, la dosis a aplicar, las boquillas que proporcionen un tamaño y número de gotas apropiado para conseguir buena uniformidad, hacerlo en el momento oportuno y emplear el equipo técnicamente adecuado, bien regulado y conservado.

En cuanto a la Dosis o Volumen de caldo a distribuir por unidad de superficie (D, litros/ha), se determina según la expresión:

$$D \text{ (l/ha)} = (600 * Q) / (v * a)$$

Donde Q (l/min) es el caudal total pulverizado (suma del caudal individual de cada una de las boquillas), v (km/h) es la velocidad real de avance de la máquina y a (m) es la anchura de trabajo. Si la distancia entre boquillas es de 0,5 metros, la anchura se obtiene multiplicando esa distancia por el número total de boquillas del pulverizador.

Partiendo del conocimiento de la dosis debe elegirse la velocidad y, sobre todo, el tipo de boquilla. Ésta determina la **presión de trabajo** y el **caudal**. Por último, debe ajustarse la altura de la barra. En la figura 2 que representa una tabla típica suministrada por un fabricante, se observa que si la dosis que debemos aplicar a nuestro cultivo es de 160 l/ha, ésta puede obtenerse a 9 Km / h con boquillas azules a 3 bar de presión o a 12 Km/h con boquillas rojas también a 3 bar.

Color de boquilla	Presión (bar)	Caudal (l/min)	LITROS POR HECTAREA (con distancia entre boquillas de 50 cm)											
			4 Km/h	5 Km/h	6 Km/h	7 Km/h	8 Km/h	9 Km/h	10 Km/h	12 Km/h	14 Km/h	16 Km/h	18 Km/h	20 Km/h
AMARILLA	2	0,65	195	156	130	111	98	87	78	65	56	49	43	39
	3	0,8	240	192	160	137	120	107	96	80	69	60	53	48
	4	0,92	276	221	184	158	138	123	110	92	79	69	61	55
AZUL	2	0,98	294	235	196	168	147	131	118	98	84	74	65	59
	3	1,2	360	288	240	206	180	160	144	120	103	90	80	72
	4	1,39	417	334	278	238	209	185	167	139	119	104	93	83
ROJA	2	1,31	393	314	262	225	197	175	157	131	112	98	87	79
	3	1,6	480	384	320	274	240	213	192	160	137	120	107	96
	4	1,85	555	444	370	317	278	247	222	185	159	139	123	111

Fig. 2. Relación entre la presión, el caudal de las boquillas, la velocidad y la dosis (l/ha).

3 *¿Para qué se necesita la revisión y calibración de los pulverizadores hidráulicos?*

Para que se detecte cualquier deficiencia o mal funcionamiento de la máquina, como consecuencia de su uso (desgaste), rotura o mala regulación. De tal forma la dosis estimada no será distinta de la realmente aplicada y se distribuirá uniformemente, consiguiendo así un tratamiento eficaz y, por tanto, una reducción de costes.

4 *¿Qué beneficios reales se obtienen de la revisión y calibración de los equipos?*

Los **beneficios** obtenidos por el agricultor que realice la revisión y calibración de su equipo son:

- Ahorro de producto fitosanitario.
- Mayor eficacia en el tratamiento.
- Aumento de la seguridad y salud del aplicador.
- Garantizar la seguridad del consumidor (alimentos sin residuos).
- Reducción de la contaminación ambiental.

5 *¿Cómo se revisa y calibra un pulverizador hidráulico?*

Para la **revisión** se efectúan exámenes visuales de los elementos de la máquina, con o sin accionamiento de la misma, además de comprobar los sistemas de seguridad. Se considera que el examen visual con accionamiento de la máquina incluye la verificación de la presencia del dispositivo examinado.

Para la **calibración** se efectúan medidas de precisión del manómetro (que es el punto de control de la presión de la máquina), de la distribución del caudal en las boquillas y del equilibrio de presiones en las distintas secciones de la barra.

De esta forma se consigue tener una máquina que aplica un tratamiento homogéneo y que cumple los **requisitos** de medio ambiente, junto con los de seguridad y salud recogidos en la normativa.

Para la revisión y calibración de pulverizadores hidráulicos en uso se utiliza un protocolo adaptado de la norma europea y española **UNE EN 13790-1 (pulverizadores hidráulicos para cultivos bajos)**. Este protocolo indica los **elementos** de la máquina que deben examinarse, los **requisitos** que deben cumplir los elementos y la valoración de los **defectos** (incumplimiento de los requisitos) que se detecten (Tabla 1).

DEFECTO	DESCRIPCIÓN
GRAVE	Defecto que debe ser reparado antes de volver a trabajar de nuevo. Afecta severamente a la calidad de la pulverización, a la seguridad del operario o al medio ambiente.
MEDIO	Defecto que debe ser reparado lo antes posible. Afecta moderadamente a la calidad de la pulverización, a la seguridad del operario o al medio ambiente.
LEVE	Proporciona una simple observación (llamada de atención al operario).

Tabla 1. Valoración de los defectos detectados en un pulverizador hidráulico.

¿Qué elementos se examinan visualmente sin accionamiento de la máquina?

ELEMENTOS DE TRANSMISIÓN DE LA POTENCIA

- Presencia del resguardo del eje de transmisión de potencia y del eje receptor de la máquina (Fig. 3 y 4).
- Presencia del sistema de anclaje que impida que el resguardo gire (Fig. 4).
- Presencia de dispositivo de apoyo del eje de transmisión.



Fig. 3. Resguardo del eje de la máquina.



Fig. 4. Resguardo del eje de transmisión en buen estado y sistema de anclaje.

DEPÓSITO

- Ausencia de fugas. *No se deben producir fugas desde el depósito o desde el orificio de llenado cuando la tapadera está cerrada.*
- Presencia de filtro en el orificio de llenado y que esté en buen estado (Fig. 5 y Fig. 6).



Fig. 5. Filtro en mal estado: permite el paso de partículas que pueden dañar algún elemento del pulverizador.



Fig. 6. Filtro en buen estado.

Examen visual sin accionamiento de la máquina

DEPÓSITO

- Presencia de dispositivo de compensación de presiones (Fig. 7). Con un simple orificio en la tapa se consigue que la presión interior sea la atmosférica y así evitar sobrepresiones o depresiones que puedan deformar el depósito.

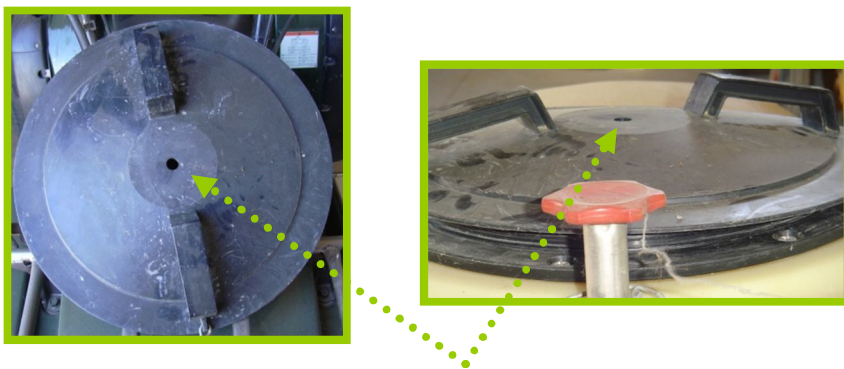


Fig. 7. Compensación de presiones: orificio en la tapa del depósito.

- La tapa debería ser solidaria al depósito y con cierre hermético.
- Presencia de indicador de nivel de fácil lectura y visible desde el puesto del operador y desde donde se llena el depósito (Fig. 8 y Fig. 9).



Fig. 8. Indicador de nivel visible desde el lugar de llenado.



Fig. 9. Indicador de nivel visible desde el puesto del conductor.

Examen visual sin accionamiento de la máquina

DEPÓSITO

- Presencia de dispositivo de vaciado (Fig. 10 y 11). *Debe ser posible recoger el resto de caldo de forma sencilla, sin herramientas, de manera fiable y sin pérdidas (por ejemplo utilizando una válvula).*



Fig. 10. Llave de apertura de válvula de



Fig. 11. Válvula de vaciado del depósito.

- Presencia de depósito de agua limpia. *En el pulverizador debe existir un depósito auxiliar, totalmente aislado de los demás componentes del equipo, para uso higiénico del operador, con una capacidad mínima de 15 litros (Fig. 12).*



Fig. 12. Válvula de vaciado del depósito.

Examen visual sin accionamiento de la máquina

SISTEMAS DE MEDIDA, CONTROL Y REGULACIÓN

- *Los sistemas de regulación controlan el trabajo del pulverizador y están formados por los distribuidores, que permiten el desvío de caudal según las exigencias de la aplicación (pueden ser manuales o electromagnéticos, lo que permite su control electrónico), por los reguladores de presión y por los reguladores de caudal. Deben conseguir una superficie tratada con uniformidad en la dosis de producto, número y tamaño de las gotas, lo que exige una sincronización entre la velocidad de avance de la máquina y el caudal y mantener la presión (tamaño de las gotas). Hay cuatro tipos de sistemas de regulación:*

Presión constante o caudal constante (PC o CC). Son simples y con reparto homogéneo si la velocidad del motor (revoluciones por minuto) y avance se mantienen. Constan de una válvula limitadora de presión.

Caudal proporcional al régimen del motor (CPM). La válvula de presión es de seguridad y tiene una válvula reguladora de caudal. Los errores vienen por las variaciones de resbalamiento.

Caudal proporcional al avance electrónico (CPAE). Un microprocesador controla el caudal en función del avance a partir de un sensor de velocidad de giro de las ruedas, un radar o un GPS.

Concentración variable (CV). Tiene un sistema de presión constante para el agua y otro proporcional al avance electrónico, similar al anterior, pero que no actúa sobre el caudal sino sobre la concentración del producto activo.

Estos dos últimos sistemas son mejores y más caros, pero con ellos no se consigue una distribución uniforme si el manómetro y las boquillas están en mal estado. En todos los casos, la revisión periódica de los equipos (cada campaña) y su correcto mantenimiento son imprescindibles para que el trabajo sea correcto.

- *Deben ser accesibles por el operador y permitir una lectura correcta de cualquier información que proporcionen.*

Examen visual sin accionamiento de la máquina

MANÓMETRO

- Visualización desde el puesto de conducción. *Para ello, se acepta poder girar la cabeza o la parte superior del cuerpo para realizar la lectura. No obstante, hay que tener en cuenta que el manómetro debe situarse de tal manera que cualquier fuga no pueda alcanzar al operador.*
- Escala legible y adecuada para el rango de presiones del trabajo (Fig. 13).



Fig. 13. Manómetro apropiado para un rango de presiones de 0 a 5 bar.

- Resolución de la escala:

Cada 0,2 Bar	Presiones de trabajo menores de 5 Bar
Cada 1,0 Bar	Presiones de trabajo entre 5 y 20 Bar
Cada 2,0 Bar	Para presiones de trabajo mayores de 20 Bar

- Diámetro mínimo de la carcasa (para manómetros analógicos): 63 mm.

Examen visual sin accionamiento de la máquina

TUBERÍAS

- Ausencia de doblado/abrasión. *Las tuberías flexibles deben colocarse sin codos salientes y sin que se produzca abrasión. Además, una tubería aplastada o doblada induce a una caída local de presión y podría causar un problema de equilibrio de presiones, lo que originaría un mal tratamiento (Fig. 14).*
- Protección frente a proyección de fluido a alta presión. *Las tuberías deben situarse fuera del puesto de conducción. En caso de máquinas sin cabina, las conducciones y sus puntos de unión deben protegerse con pantallas rígidas.*



Fig. 14. Tubería mal situada en el puesto de conducción, con riesgo de provocar accidentes por fugas a alta presión.

- *Las tuberías deben indicar la presión máxima admisible.*

FILTROS

- Presencia de filtro entre el depósito y la bomba (filtro de aspiración) y entre la bomba y las boquillas (filtro de impulsión).
- Presencia de dispositivo que permita la limpieza de los filtros sin que se vacíe el contenido del depósito principal.
- Facilidad de extracción e intercambio (Fig. 15).
- Buen estado de los filtros y con tamaño de la malla adecuado para las boquillas instaladas.
- *Los filtros deben identificarse con el nombre del fabricante y el tamaño de la malla.*

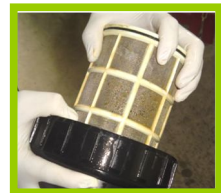


Fig. 15. Filtro intercambiable.

Examen visual sin accionamiento de la máquina

BARRA

- Estabilidad/rigidez. *La barra debe permanecer estable en todas las direcciones, no debe haber juntas con holguras, ni posibilidad de plegarse accidentalmente.*
- Simetría. *Las secciones derecha e izquierda deben ser de la misma longitud, es decir, debe existir el mismo número de boquillas en ambas.*
- Retractividad de los extremos (Fig. 16).

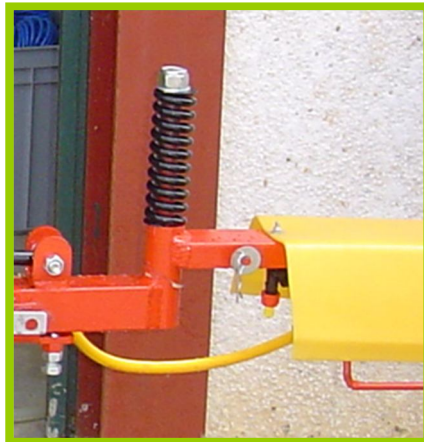


Fig. 16. Dispositivo automático de retorno a la posición original de

Cuando la máquina está provista de un dispositivo automático de retorno de las barras, éste permite que los extremos se muevan hacia delante o hacia atrás, evitando así posibles roturas. En el caso de que colisione con algún obstáculo (árbol, poste, etc.), la barra vuelve a su posición original después de la colisión y el usuario sigue trabajando sin tener que reparar defectos.

Se comprueba empujando los extremos de la barra, hacia izquierda y derecha, y observando que vuelven a su posición original.

Examen visual sin accionamiento de la máquina

BARRA

- Presencia de dispositivo para el bloqueo seguro durante el transporte (Fig.17).



Fig. 17. Dispositivo correcto (izquierda) e incorrecto (derecha) de bloqueo..

Cuando las barras tengan que plegarse o desplegarse manualmente deberían disponer de empuñaduras, que pueden estar integradas en la propia barra.

- Presencia de dispositivo de suspensión (amortiguación de los movimientos involuntarios de la barra) y nivelación que funcionen correctamente.
- Presencia de dispositivo de protección de las boquillas extremas (Fig. 18). *Para barras con anchura de trabajo mayor o igual que 10 m.*



Fig. 18. Dispositivo de protección de las boquillas extremas.

Examen visual sin accionamiento de la máquina

BOQUILLAS

- Presencia de boquillas idénticas en toda la barra: *tipo, tamaño, material, origen y otros componentes (filtros y dispositivos antigoteo)* (Fig. 19). Se exceptúan casos especiales como, por ejemplo, las boquillas colocadas en los extremos para realizar tratamientos en frutales cerca de la base del tronco (Fig. 20).



Fig. 19. Boquillas iguales en toda la barra.

Fig. 20. Boquilla especial.



Examen visual sin accionamiento de la máquina

BOQUILLAS

- Las boquillas deben poder identificarse por su tipo con una nomenclatura y color normalizados (Fig. 21).

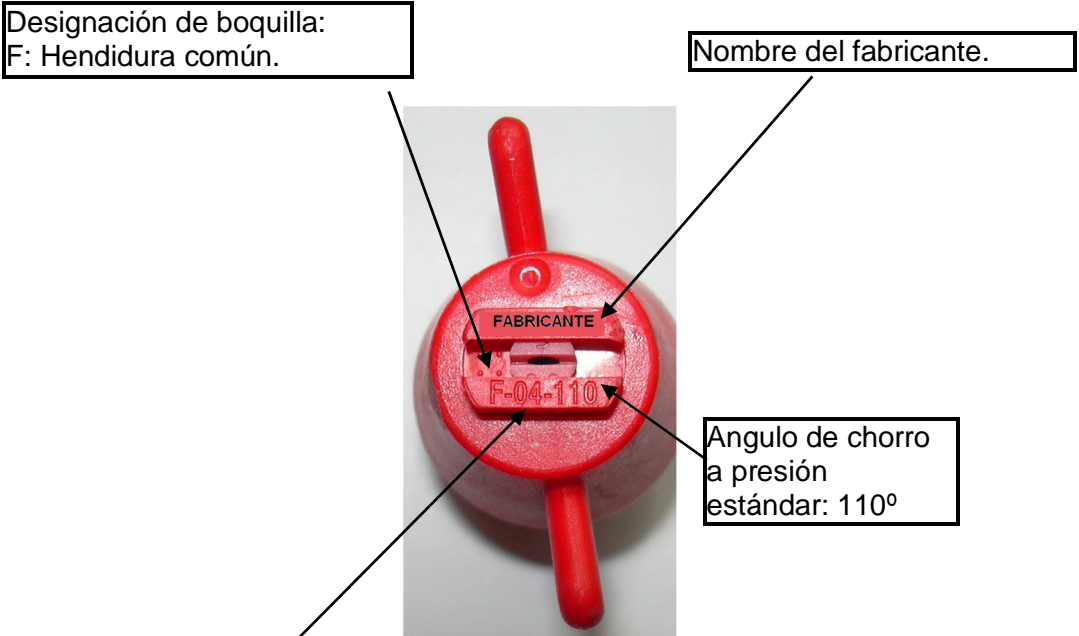


Fig. 21. Identificación de una boquilla.

Caudal a una presión estándar: 0.4 US-gal /min a 40 psi
(1.51 l/ min a 2.81 bar)

Equivalencia:
1 galón estadounidense = 3.7854 litros
1 bar = 14.22 psi

¿Qué elementos se examinan visualmente accionando la máquina?

BOMBA

- Ausencia de fugas. *Se comprueba accionando la misma y observando que no haya goteos.*
- Estabilidad de la presión. *La bomba no debe producir pulsaciones visibles: la aguja del manómetro debe permanecer estable en su posición de medida.*
- Presencia de válvula de seguridad (limitadora de presión) que funcione correctamente.

La válvula de seguridad del equipo no debe permitir que la presión supere en más de un 20% la presión admisible del circuito indicada por el fabricante.

AGITACIÓN

- Recirculación claramente visible. *Se debe conseguir cuando se pulveriza al régimen nominal de la toma de fuerza y con el depósito lleno hasta la mitad de su capacidad nominal (Fig. 22 y Fig. 23).*



Fig. 22. Agitación visible.



Fig. 23. Agitador hidráulico.

Examen visual con accionamiento de la máquina

DEPÓSITO

- Presencia de dispositivo de lavado de envases. *Si existe, debe funcionar correctamente.*
- Presencia de depósito de incorporación del producto fitosanitario. *Si existe, debe funcionar correctamente y disponer de una rejilla en su entrada (Fig. 24).*



Fig. 24. Depósito de incorporación de producto fitosanitario.

- Presencia de un depósito de espuma (Fig. 25). *Es importante que se disponga de un depósito de espuma que sirva para marcar la pasada en los extremos de la barra, evitando así realizar solapamientos en la pulverización, lo que originaría sobredosis, o zonas sin tratar. En la actualidad, estos sistemas pueden reemplazarse por sistemas de ayuda al guiado o guiado automático basados en tecnología GPS.*



Fig. 25. Circuito de espuma para marcar las pasadas.

Examen visual con accionamiento de la máquina

DEPÓSITO

- Presencia de depósito de limpieza del circuito. Es importante que se disponga de un depósito, con una capacidad de más de 50 litros de agua limpia (Fig. 26), con el fin de limpiar el circuito de caldo y disolver los restos de producto de la cuba al final del tratamiento. Para ello muchos equipos disponen de un aspersor interno que pulveriza el agua limpia y luego se limpian las conducciones por vaciado.



Fig. 26. Depósito auxiliar lavacircuito.

- Presencia de una válvula que impida el retorno. Si existe, debe funcionar de manera fiable (Fig. 27).



Fig. 27. Válvula para impedir el retorno.

Examen visual con accionamiento de la máquina

SISTEMAS DE MEDIDA, CONTROL Y REGULACIÓN

- Ausencia de fugas.

TUBERÍAS

- Ausencia de fugas (Fig. 28).
Cuando se ensayen a la máxima presión que permita el sistema, no se deben producir fugas ni en las tuberías rígidas ni en las flexibles.



Figura 28. Tubería agrietada que puede dar lugar a fugas.

BARRA

- Cierre individual de secciones.
Debe ser posible abrir y cerrar secciones individuales en la barra (Fig. 29).



Figura 29. Válvulas de control de sección.

- Ausencia de pulverización sobre la máquina. *No debe pulverizarse líquido sobre la propia máquina sea cual sea la distancia al suelo.*

BOQUILLAS

- Ausencia de goteo (Fig. 30).
Una vez se haya desconectado no se debe producir goteo en las boquillas. No se debe producir goteo alguno 5 segundos después de la desaparición del chorro.



Fig. 30. Dispositivo antigoteo en mal estado.

CAPACIDAD DE LA BOMBA

La capacidad de la bomba debe ser al menos del 90% de su caudal nominal original.

Medida de la capacidad. Se debe medir el caudal en una boca de salida al aire libre y a una presión entre 8 y 10 bar, o si es inferior, a la mayor presión de trabajo admisible para la bomba.

En las bombas se debe marcar la siguiente información (Fig. 31):

- Nombre y dirección del fabricante.
- Número de serie.
- Caudal máximo de la bomba.
- Presión máxima de la bomba.
- Caudal máximo a la presión máxima.
- Régimen nominal y régimen máximo de giro.

Fabricante: _____		Dirección: _____	
Type	363 / 10	r/min. max. 700	
No.			
l / min.	l / min.	bar	kW
540	194	0	1,8
540	178	10	6.2
		max. 15	

Fig. 31. Tabla de características de una bomba.

Medidas que se examinan para la calibración de la máquina

MANÓMETRO

- Precisión.

$\pm 0,2 \text{ bar}$	<i>Presiones de trabajo entre 1 y 2 bar</i>
$\pm 10 \% \text{ del valor real}$	<i>Presiones de trabajo superiores a 2 bar</i>

Para ensayar el manómetro debe preverse un racor con rosca interior de $\frac{1}{4}$ ".

Medida de la precisión. Se realiza con un manómetro patrón de alta precisión en un banco de pruebas (Fig. 32).



Fig. 32. Calibración de un manómetro.

OTROS DISPOSITIVOS DE MEDIDA

Si el pulverizador dispone de otros dispositivos de medida, como por ejemplo sensores de caudal y de velocidad de avance, éstos deben medir con un error máximo del 5%.

Medidas que se examinan para la calibración de la máquina

BARRA

- Espaciamiento entre boquillas uniforme en toda la barra (*Fig. 33*). Esta condición no se aplica en máquinas con elementos para pulverización en bordes de parcela.

La anchura de trabajo del pulverizador debe ser múltiplo entero de la anchura de sembradoras y abonadoras.

Las anchuras máximas de las secciones de la barra deben ser:

- 4,5 m para barras de anchura menor o igual que 24 m
- 6 m para barras de anchura mayor que 24 m.

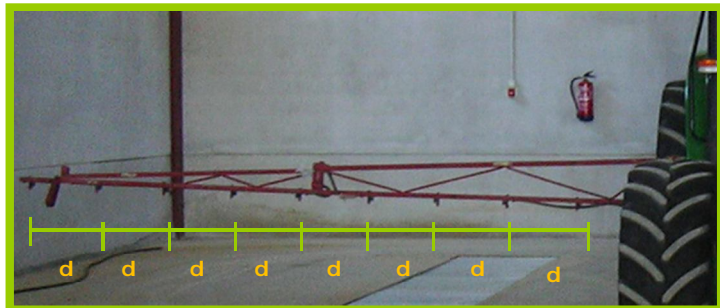


Fig. 33. Boquillas espaciadas uniformemente a lo largo de la barra.

Medidas que se examinan para la calibración de la máquina

BARRA

- Horizontalidad.

Medida con la máquina en posición estática sobre una superficie horizontal. *La distancia comprendida entre los bordes inferiores de las boquillas y la superficie del suelo no debe variar en más de 10 cm ó un 1% de la mitad de la anchura de trabajo (Fig. 34).*

Para realizar una aplicación correcta se debe hacer un solape doble o triple entre boquillas. Esto se puede conseguir con boquillas de hendidura de 110° separadas 50 cm en la barra y a una altura de ésta de 35 (solape doble) ó 50 cm (solape triple). Por tanto, la regla es fácil de recordar: hendidura 110°-50-50 ó 110°-50-35. No obstante, muchas veces no se cumple este requisito elemental y en suelos configurados en lomos hay que adaptar las boquillas a ellos.



Fig. 34. Máquina que no cumple el requisito de horizontalidad.

Medidas que se examinan para la calibración de la máquina

DISTRIBUCIÓN TRANSVERSAL

Puede determinarse directamente utilizando un banco de ensayo de distribución transversal o mediante la medida del caudal y del equilibrio de presiones.

- Caudal. *La variación del caudal en boquillas de un mismo tipo no debe exceder en $\pm 10\%$ del caudal nominal indicado por el fabricante.*

Método de medida. Con las boquillas desmontadas se realiza la medida del caudal de cada una de ellas, a una presión determinada, colocándolas en un banco de ensayo (Fig. 35). Alternativamente, también se puede realizar la medida sin desmontar las boquillas de la barra, utilizando probetas graduadas (Fig. 36) o caudalímetros electrónicos.



Fig. 35. Caudalímetro digital.



Fig. 36. Cálculo del caudal de una boquilla con una probeta graduada usando cronómetro.

Medidas que se examinan para la calibración de la máquina

DISTRIBUCIÓN TRANSVERSAL

- Equilibrio de presiones. *La caída de presión entre el punto donde se mide la presión en el pulverizador y el extremo de cada sección de la barra no debe superar el 10% de la lectura del manómetro.*

Medida de la caída de presión. Se debe colocar un manómetro estándar en el lugar de una boquilla en el extremo de cada sección de la barra. En el manómetro del pulverizador se deben establecer al menos dos presiones de referencia (por ejemplo, 2 y 3 bar). Los valores indicados por el manómetro del pulverizador se deben comparar con el valor medido por el manómetro estándar (Fig. 37).

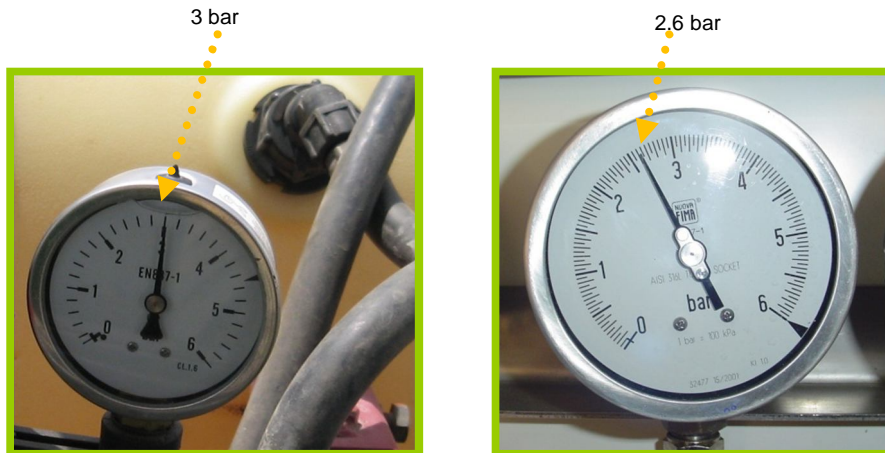


Figura 37. Cálculo de la caída de presión desde una boquilla medida con manómetro estándar (foto derecha) hasta el punto de medida de la máquina (foto izquierda).

RETORNOS CALIBRADOS

Cuando se mida la presión a la entrada de las secciones de la barra, ésta no debe experimentar variaciones de más del 10 %, cuando se cierran las secciones una a una.

Método de medida. Se debe colocar un manómetro acoplado a un dispositivo en forma de "T" inmediatamente antes de la boquilla. La variación del valor indicado por el manómetro se observa mientras se van cerrando las secciones una a una.

10 *¿Qué otros aspectos hay que tener en cuenta para realizar un tratamiento fitosanitario?*

- RIESGOS PARA LA SEGURIDAD Y SALUD DEL OPERADOR

La pulverización origina aerosoles, nieblas, gases y vapores orgánicos, por tanto, la inhalación del contaminante es causa importante de intoxicación, especialmente en la fase de preparación del caldo, ya que, se realiza con el producto concentrado. También debe impedirse la entrada de estos productos por vía dérmica, extremando las precauciones frente a salpicaduras o derrames. En todo caso, la mejor manera de informarse de los riesgos de un producto fitosanitario es a través de la etiqueta del envase y de su Ficha de Seguridad.

Estas operaciones deben realizarse con Equipos de Protección Individual que protejan el cuerpo (trajes), pies (botas de goma), manos (guantes de goma de nitrilo), ojos y cara (gafas o pantallas) y las vías respiratorias (mascarillas o máscaras) (Fig. 38). Además, lo ideal es que el tractor lleve cabina integral con filtros, para purificar el aire antes de que entre en el interior. En caso contrario, la aplicación debe efectuarse llevando puesto el equipo de protección para las vías respiratorias dentro de la cabina, de igual forma que se haría si el tractor no la tuviera.

No debe olvidarse que un requisito esencial de seguridad y salud, establecido por la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (modificada por la directiva 2009/127/CE) y conocida como Directiva de Máquinas y transpuesta al ordenamiento jurídico español en el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por tanto, necesario para la comercialización o puesta en servicio de la máquina, es que el fabricante debe suministrar un Manual de Instrucciones. Este documento debe contener las informaciones y recomendaciones detalladas que sean necesarias para el mantenimiento y la utilización segura del equipo.

Fig. 38. Equipos de protección individual (EPIs) indicados para pulverizar.



Otros aspectos a tener en cuenta para realizar un tratamiento fitosanitario

- PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Se debe utilizar el dispositivo de lavado de envases que vierte dentro del depósito de incorporación de producto. Prestar especial atención a los restos sobrantes de la aplicación. Si se vierten sobre la parcela, se puede producir la sobredosis de ciertas zonas y puede provocarse fitotoxicidad y contaminación puntual. Por ello, sería interesante poder conservar los restos para otra aplicación posterior.

Otro aspecto importante es el de la gestión de los envases vacíos. Éstos se consideran residuos peligrosos y deben llevarse a puntos limpios autorizados como los de la sociedad sin ánimo de lucro SIGFITO.

Normalmente, en cada provincia existe una red de puntos de recogida donde los agricultores depositan sus envases vacíos (Fig. 39).



Fig. 39. Punto de recogida de envases vacíos.

PROTOCOLO DE
MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN
DE MAQUINARIA PARA APLICACIÓN DE PRODUCTOS
FITOSANITARIOS

PULVERIZADORES HIDRÁULICOS DE CHORRO PROYECTADO

Elementos examinados visualmente sin accionar la máquina.	Resultado concluido			
	C	G	M	L
ESTADO GENERAL DE LA MÁQUINA				
-Limpieza.		■	■	
ELEMENTOS DE TRANSMISIÓN DE LA POTENCIA				
-Presencia de resguardos en la transmisión y en el eje de la máquina.		■		
-Presencia del sistema de anclaje que impida que el resguardo gire.		■		
-Presencia de dispositivo de apoyo del eje de transmisión.				■
DEPÓSITO				
-Ausencia de fugas.		■		
-Presencia de filtro en el orificio de llenado y en buen estado.			■	
-Presencia de dispositivo de compensación de presiones.		■		
-Presencia de indicador de nivel.		■	■	
-Presencia de dispositivo de vaciado.			■	
-Presencia de depósito de agua limpia.				■
SISTEMAS DE MEDIDA CONTROL Y REGULACIÓN				
-Accesibles y que permitan lectura correcta.			■	
MANÓMETRO				
-Visualización desde el puesto de conducción.			■	
-Escala legible y adecuada para el rango de presiones de trabajo		■	■	
-Resolución de la escala.		■		
-Diámetro mínimo de la carcasa para manómetros analógico:63mm		■		
TUBERÍAS				
-Ausencia de doblado/abrazión.			■	
-Protección frente a proyecciones de líquido a presión.			■	
FILTROS				
-Presencia de filtro en la aspiración y en la impulsión de la bomba.			■	
-Presencia de dispositivo para limpieza de filtros que eviten el vaciado.		■		
-Facilidad de extracción e intercambio.			■	
-Buen estado de filtros y tamaño de malla adecuado para las boquillas.			■	
BARRA				
-Estabilidad/Rigidez.			■	
-Simetría.		■		
-Retractibilidad de los extremos.			■	
-Presencia de dispositivo para el bloqueo seguro durante el transporte.		■		
-Presencia de dispositivo de suspensión.		■		
-Presencia de dispositivo de nivelación.		■		
-Presencia de dispositivo de protección de las boquillas extremas.			■	
BOQUILLAS				
-Presencia de boquillas idénticas en toda la barra.		■		

Protocolo de mantenimiento y calibración

Elementos examinados visualmente accionando la máquina	Resultado concluido			
	C	G	M	L
BOMBA				
-Ausencia de fugas en la bomba.				
-Estabilidad de la presión.				
-Presencia de válvula de seguridad.				
AGITACIÓN				
-Recirculación claramente visible.				
DEPOSITO				
-Presencia de dispositivo de lavado de envases.				
-Presencia de depósito de incorporación del producto fitosanitario.				
-Presencia de depósito de limpieza del circuito.				
-Presencia válvula que impida el retorno.				
-Presencia de dispositivo para marcar pasadas.				
SISTEMAS DE MEDIDA, CONTROL Y REGULACIÓN				
-Ausencia de fugas.				
TUBERÍAS				
-Ausencia de fugas				
BARRA				
-Cierre individual de secciones.				
-Ausencia de pulverización sobre la propia máquina.				
BOQUILLAS				
-Ausencia de goteo tras 5 segundos.				

Medidas realizadas para la calibración de la máquina	Resultado concluido	
	C	G
BOMBA		
-Capacidad de la bomba.		
SISTEMAS DE MEDIDA, CONTROL Y REGULACIÓN		
-Precisión del manómetro.		
-Otros dispositivos de medida.		
BARRA		
-Espaciamiento entre boquillas.		
-Horizontalidad .		
-Retornos calibrados.		
DISTRIBUCIÓN TRANSVERSAL.		
-Caudal.		
-Equilibrio de presiones.		

Protocolo de mantenimiento y calibración

Valoración de los defectos detectados en un pulverizador hidráulico:

DEFECTO	DESCRIPCIÓN
GRAVE	Defecto que debe ser reparado antes de volver a trabajar de nuevo. Afecta severamente a la calidad de la pulverización, a la seguridad del operario o al medioambiente.
MEDIO	Defecto que debe ser reparado lo antes posible. Afecta moderadamente a la calidad de la pulverización, a la seguridad del operario o al medio ambiente.
LEVE	Proporciona una simple observación (llamada de atención al operario).

a) Revisión con resultado FAVORABLE.

a.1.) SIN DEFECTOS.

a.2.) Con DEFECTOS LEVES.

a.3.) Entre uno y dos DEFECTOS MEDIOS.

b) Revisión con resultado DESFAVORABLE.

b.1.) Un solo DEFECTO GRAVE

b.2.) Tres o más DEFECTOS MEDIOS.

Protocolo de mantenimiento y calibración

SISTEMAS DE MEDIDA, CONTROL Y REGULACIÓN

- Precisión del manómetro.

Lectura del manómetro inspeccionado	Lectura ascendente			Lectura descendente		
	Manómetro patrón	Error absoluto (bar)	Error relativo (%)	Manómetro patrón	Error absoluto (bar)	Error relativo (%)

Error admisible para lecturas comprendidas entre 1 y 2 bar (ambos incluidos): $\pm 0,2$ bar. Error admisible para lecturas mayores que 2 bar: $\pm 10\%$ del valor real.

BARRA

- Retornos calibrados

Sección	Lectura del manómetro de la boquilla de la sección (bar)	Lectura del manómetro de la boquilla de la sección con otra sección cerrada (bar)	Error (bar)	Error (%)
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Error admisible menor del 10% en la presión al cerrar los sectores.

Protocolo de mantenimiento y calibración

DISTRIBUCIÓN TRANSVERSAL

- Caudal

Posición de boquilla	Identificación de boquilla	Caudal nominal (l/min)	Caudal obtenido (l/min)	Desviación con respecto al caudal nominal (%)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

La variación del caudal en boquillas de un mismo tipo no debe exceder en $\pm 10\%$ del caudal nominal indicado por el fabricante.

Protocolo de mantenimiento y calibración

- Equilibrio de presiones

Número de sección de la barra	Lectura manómetro pulverizador (bar)	Lectura en la sección de la barra (bar)	Error real (bar)	Error real (%)

La caída de presión entre el punto donde se mide la presión en el pulverizador y el extremo de cada sección de la barra no debe superar el 10% de la lectura del manómetro.



AGRICULTURA



GUÍAS PRÁCTICAS



GANADERÍA



PESCA Y ACUICULTURA



UNIVERSIDAD DE CORDOBA



JUNTA DE ANDALUCÍA
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA

