INIA
Ministerio de Agricultura
Gobierno de Chile

INIA

InnovaChile
CORFO

Manual de Campo

Uso de Equipos Pulverizadores

Autores:
Juan Inostroza • Patricio Méndez • Paola Ríos

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA)
Centro Regional de Investigación INIA Carillanca

Directora Regional:
Elizabeth Kehr M., Ing. Agrónomo M.Sc

Comité Editor:
José Luis Riveros F., Med. Vet. Dr. Cs
Lilian Avendaño F., Periodista

Autores:
Juan Inostroza F., Ing. Agrónomo
Patricio Méndez L., Ing. Agrónomo
Paola Ríos A., Ing. Agrónomo

ISSN 0717-4829
Boletín INIA N° 25

La presente publicación fue editada en el contexto del proyecto Innova Chile de CORFO: "Fomento de Competencias de Agricultores en el Control del Tizón de la Papa". Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida, citando este material como fuente.

Agradecimientos especiales a la Fitopatóloga Ivette Acuña, al Ingeniero Agrónomo Jorge Riquelme, especialista en maquinaria agrícola y a la Ingeniero en Ejecución Agrícola, Lorena Sotomayor.

Diseño y diagramación: Ramón Navarrete Díaz
Impresión: Rakota Impresores
Cantidad de Ejemplares: 500
Temuco, Chile – Octubre 2011

Indice

INTRODUCCIÓN		**5**
1	**PLAGUICIDAS**	**6**
1.1	Características	6
1.2	Clasificación	7
1.3	Riesgos en el uso	7
1.4	Vías de ingreso al organismo	8
2	**TECNOLOGÍA DE APLICACIÓN CON EQUIPOS DE MOCHILA**	**9**
2.1	Preparación del operario	9
2.2	Preparación del equipo	16
2.2.1	Estanque o tanque	17
2.2.2	Filtros	18
2.2.3	Boquillas	19
2.3	Preparación de la mezcla	23
2.3.1	Cómo preparar la mezcla	23
2.3.2	Orden de agregado de distintas formulaciones de productos al tanque.	25
2.4	Calibración del equipo	26
2.4.1	Presión de trabajo	26
2.4.2	Alineación de boquillas	28
2.4.3	Calibración del equipo	29
2.4.3.1	A partir de la velocidad de aplicación	29
2.4.3.2	A partir del gasto en un área menor	32
2.5	Aplicación	36
2.5.1	Altura de la barra pulverizadora	38
2.6	Limpieza y mantención del equipo pulverizador	39

2.7 Descripción del equipo pulverizador de mochila manual 40

3 TECNOLOGÍA DE APLICACIÓN CON EQUIPO PULVERIZADOR HIDRÁULICO ACCIONADO POR EL TRACTOR 43

3.1 Preparación del operario 43
3.2. Preparación del equipo 44
3.2.1 Limpieza del equipo 44
3.2.2 Estanque 46
3.2.2.1 Estanque Principal 46
3.2.2.2 Estanques anexos 46
3.2.3 Agitadores 47
3.2.4 Bomba 48
3.2.5 Válvulas reguladoras de presión y manómetro 49
3.2.6 Filtros 50
3.2.7 Boquillas 48
3.2.8 Altura de la barra de pulverización 60

3.3 Preparación de la mezcla 62
3.4 Llenado del estanque 63
3.5 Calibración del equipo 63
3.5.1 Presión de trabajo 63
3.5.2 Alineación de boquillas 64
3.5.3 Regulación del equipo 64

3.6 Pulverizadores hidráulicos de enganche integral al tractor. 70

3.7 Pulverizadores hidráulicos asistidos por aire 72
Literatura 75

Introducción

El manejo y aplicación adecuada de productos plaguicidas, implica la reducción de los riesgos de toxicidad, tanto para el personal manipulador, como para el consumidor. Además, reduce el impacto sobre la flora y fauna, y el medio ambiente, incrementando la eficacia contra la plaga o enfermedad que se desea combatir.

La aplicación de plaguicidas con equipos pulverizadores consiste en depositar la cantidad necesaria del principio activo en el sitio de acción (o blanco), sea éste: el suelo; las plantas o partes de ellas (hojas, tallos, frutos); o las plagas que se quiere controlar. La aplicación debe proporcionar una cobertura considerable del blanco y depositar la cantidad suficiente de producto para eliminar o controlar el problema.

El presente manual de campo, desarrollado para agricultores y equipos técnicos, tiene por objetivo proporcionar información técnica precisa que permita efectuar aplicaciones eficaces, con un adecuado control en campo.

1. PLAGUICIDAS.

Son sustancias naturales, químicas (orgánica o inorgánica) o mezcla de ellas, destinada a prevenir, destruir y controlar plagas y enfermedades.

PRODUCTO	ORGANISMO QUE CONTROLA
Insecticida	Insectos
Fungicida	Hongos
Herbicida	Malezas
Acaricidas	Acaros
Nematicidas - Fumigantes de suelo	Nemátodos
Molusquicidas	Moluscos
Rodenticidas	Ratones
Avicidas	Aves
Bactericidas	Bacterias

Características.

Los plaguicidas deben ser tóxicos para las plagas o enfermedades que se quiere combatir y no tóxico para el resto de los seres vivos. Sin embargo, la mayoría de los plaguicidas son tóxicos para casi todos los seres vivos, incluido el hombre.

Clasificación.

CLASIFICACIÓN DE LA OMS SEGÚN RIESGOS	FRANJA DE COLOR Y SIMBOLOGÍA DE LAS ETIQUETAS
Categoría I a SUMAMENTE PELIGROSO	MUY TÓXICO
Categoría I b MUY PELIGROSO	TÓXICO
Categoría II MODERADAMENTE PELIGROSO	NOCIVO
Categoría III POCO PELIGROSO	CUIDADO
Categoría IV PRODUCTOS QUE NORMALMENTE NO OFRECEN PELIGRO	CUIDADO

Riesgos en el uso.

El riesgo o posibilidad de daño para la salud, depende del grado de toxicidad y exposición al producto.

Riesgo = Toxicidad + Exposición

La toxicidad depende del tipo de sustancias que lo componen, de sus concentraciones, de factores ambientales y de la susceptibilidad individual.

Usualmente los niveles más dañinos de exposición a plaguicidas son resultados de accidentes; que pueden resultar en exposiciones a grandes cantidades de estos productos. La población, operadores agrícolas, flora y fauna pueden estar expuestos a los plaguicidas.

Los efectos agudos tales como vómitos, diarrea, aborto, cefalea, somnolencia, convulsiones, coma, muerte, están asociados a accidentes donde una única dosis alta es suficiente para provocar los efectos que se manifiestan tempranamente.

Los efectos crónicos tales como cánceres, leucemia, necrosis de hígado, malformaciones congénitas, neuropatías periféricas, malestar general, cefaleas persistentes, dolores vagos, se deben a exposiciones repetidas y los síntomas aparecen luego de un largo tiempo (hasta años) de contacto con el pesticida, dificultando su detección.

Vías de ingreso al organismo.

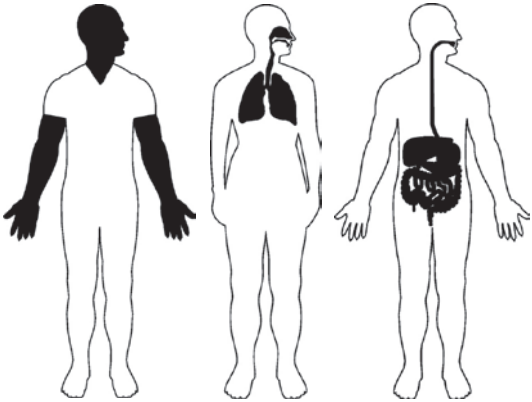
Dermal: el ingreso se produce por contacto y absorción del plaguicida por la piel, que por lo general se encuentra expuesta durante la aplicación.

Respiratoria: los productos químicos contaminan la atmósfera que respira el trabajador, penetrando por inhalación al organismo.

Digestiva: el ingreso se produce cuando se ingieren productos contaminados con plaguicidas o la ingestión

directa del plaguicida, siendo esta forma la que puede generar intoxicaciones más severas.

ZONAS EXPUESTAS



Ocular: normalmente el ingreso se produce por derrame o salpicadura. El peligro de este tipo de exposición es que los plaguicidas que entran en contacto con los ojos entran rápidamente al torrente sanguíneo. Además, algunos productos son corrosivos y pueden dañar directamente los ojos.

Para evitar o minimizar la exposición del o los operarios a la acción del pesticida, desde la preparación de la mezcla hasta la aplicación, de deben usar **Elementos de Protección Personal (EPP).**

Tanto los operadores de equipos como ayudantes deben estar debidamente equipados en la aplicación.

2. TECNOLOGÍA DE APLICACIÓN CON EQUIPOS DE MOCHILA.

Realizar una aplicación exitosa requiere de una adecuada preparación del operario y el equipo pulverizador, considerando todos los elementos que lo componen.

2.1 Preparación del operario.

Cuando se opera con equipos de mochila, trasportados y operados directamente por el operario, aumenta el riesgo de exposición a pesticidas y de sufrir intoxicaciones. Estos riesgos se incrementan cuando estamos expuestos a una sustancia de alta toxicidad por un tiempo prolongado. No obstante, cuando la exposición es baja, incluso con sustancias muy tóxicas, este riesgo disminuye.

Para evitar la exposición a los productos, se utilizan Elementos de Protección Personal (EPP), materiales especialmente diseñados para evitar el contacto directo del plaguicida con el operador.

EPP adecuados para evitar exposición al producto vía dermal:

- Gorro o sombrero.
- Traje impermeable con mangas largas que incluya pantalón.
- Guantes.
- Botas de goma caña alta.

Aplicación sin EPP
www.paritarios.cl

Aplicación con EPP
Gorro, buzo, guantes

Además, el operador debe realizar la aplicación en ausencia de lesiones, heridas y dolencias.

EPP adecuados para evitar la exposición al producto por la vía respiratoria:

Mascarillas con doble filtro.

Mascarillas de doble filtro como elemento de protección personal de la vía respiratoria.

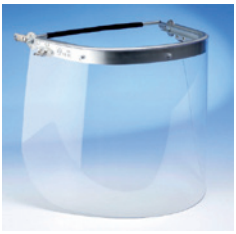
Preparación y manipulación adecuada de los productos.

Medidas para evitar la ingesta de los productos plaguicidas:

- No llevar objetos a la boca que estuvieron en contacto con el plaguicida.
- Nunca comer o beber durante una aplicación.
- Lavar las manos y cuerpo después de una aplicación.
- Nunca guardar los plaguicidas en envases de refrescos o similares.

EPP para evitar la exposición ocular:

- Uso de protector facial.
- Antiparras.
- Evitar fumigar en contra de la brisa.
- Manipular con cuidado el producto, evitando salpicaduras.



Elementos de protección ocular.

2.2 Preparación del equipo:

Muchas veces la baja efectividad de los fungicidas se debe a fallas en la aplicación por mal uso de los equipos o por una mala mantención de éstos. El resultado son las reinfecciones en el cultivo, que deben ser tratadas nuevamente elevando los costos de producción.

El equipo pulverizador debe estar en buenas condiciones de mantenimiento, sin fallas o deterioro en sus componentes y perfectamente calibrado.

Equipos de mochila.

2.2.1 Estanque o tanque:

Corresponde al lugar de depósito de las diversas sustancias a aplicar. Generalmente son fabricadas con materiales anticorrosivos como plástico o fibra de vidrio, con una capacidad de 15 a 20 litros, siendo deseable la primera medida, ya que facilita su uso por períodos más prolongados sin cansar a los operadores.

Equipos de mochila de acción manual.

De igual forma, es deseable que posean una tapa amplia para efectuar el llenado o carga evitando derrames. Deben estar limpios de residuos químicos y elementos que puedan obstruir el normal paso de la mezcla hacia las boquillas; revisar sellos y juntas, para prevenir filtraciones y reemplazarlas si es necesario.

Después de efectuar una aplicación, el estanque y el sistema de conducción deben lavarse cuidadosamente, mediante triple lavado. Luego, dejar cargado con un tercio de agua limpia, para evitar que residuos de producto en polvo queden como remanente, se depositen y adhieran al fondo del estanque.

2.2.2 Filtros.

Los filtros cumplen la función de evitar que materias extrañas ingresen y tapen los orificios o ranuras de las boquillas. Cuando esto sucede se producen turbulencias y goteo de las boquillas, afectando seriamente el volumen y calidad de la pulverización. Por lo tanto, estas piezas deben mantenerse en muy buen estado y ser revisadas frecuentemente. De existir alguna falla, se debe limpiar o reponer aquellos filtros dañados.

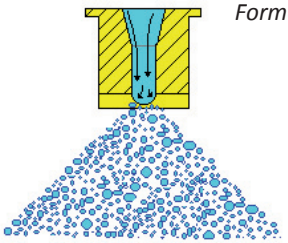
Tipos de Filtros.

La limpieza de los filtros se realiza lavándolos en agua y si estuvieran muy sucios o con residuos, ayudándose con un cepillo o escobilla suave. Se debe evitar el uso de cepillos y escobillas metálicas o de material que produzca abrasión o roturas de los filtros.

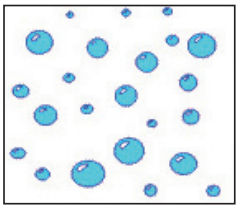
2.2.3 Boquillas.

Es la parte más pequeña del equipo pulverizador, por lo que se chequean menos, atribuyendo una menor importancia dentro de los componentes del equipo; aun cuando, son las responsables en gran parte del gasto de la mezcla al aplicar y de la calidad de la pulverización.

Función de la boquilla: rompe la mezcla de producto en pequeñas gotas y determina el volumen de líquido asperjado sobre las plantas.



Formación de gotas



Población de gotas

- Gotas de diverso tamaño.
- El tamaño se identifica con el diámetro.
- El diámetro se expresa en micrones (*um*).
- 1.000 *um* = 1mm.

Es importante que las boquillas estén en buen estado:

- Libre de obstrucciones por mala calidad del agua.
- Gastadas por el uso o imperfecciones de fábrica.

La uniformidad de distribución depende de la variación de agua que bota cada boquilla del pulverizador. Cuando están obstruidas se deben limpiar o reemplazar aquellas dañadas o desgastadas, mejorando la calidad de distribución de la mezcla sobre las plantas.

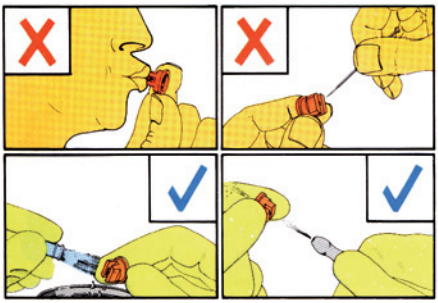
Distribución uniforme

Boquilla Obstruida

Calibración de las boquillas: la calidad y duración de las boquillas depende del material del cual están fabricadas, existiendo de bronce, acero inoxidable, plástico, kematal y cerámica. Estas últimas son más durables. Permanentemente se debe revisar el desgaste de las boquillas, e ir ajustando las calibraciones, se tolera una variación de hasta aproximadamente 10 % sobre el promedio del caudal y lo ideal es reducir a aproximadamente 5 %. Para ello se recoge en un frasco graduado la cantidad de agua que gasta la boquilla en un minuto.

Calibración de Boquillas

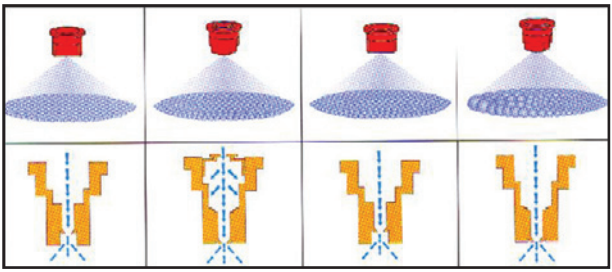
Limpieza de las boquillas: al igual que los filtros, se realiza lavándolas en agua (balde con agua) y si estuvieran muy tapadas con residuos, ayudándose con un cepillo o una escobilla suave. Evitar la introducción de elementos metálicos o de otra naturaleza que afecten el tamaño y la forma de salida (orificio) de las boquillas. De igual forma se debe evitar soplar las boquillas con la boca.



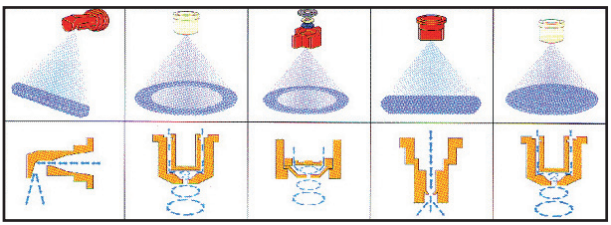
Tipos de boquillas: las boquillas se diferencian en forma, tipo y tamaño de la gota que proyectan, ángulo de dispersión y caudal entregado por unidad de tiempo, entre otras diferencias.

Abanico plano

Standard de deriva | Con reducción presión | De baja variable | De presión



Abanico plano espejo o deflectora | Cono hueco | Cono Hueco con núcleo y disco de turbulencia | Abanico plano en banda | Cono lleno



2.3 Preparación de la mezcla.

Puesto que los equipos de mochila no tienen sistemas de agitación es muy importante la correcta preparación de la mezcla para que está se mantenga en forma homogénea en el tanque del pulverizador. Una mezcla bien preparada debe permanecer estable (sin separación evidente de capas), en estado de reposo, por una hora o más.

2.3.1 Pasos a seguir para preparar la mezcla:

- Chequear que los productos sean compatibles, evitando reacciones inadecuadas.
- Preparar la mezcla en un lugar abierto, de espalda a la dirección del viento, con agua limpia y jabón cerca.
- Disponer de los instrumentos de medida y vaciado necesarios (jarros graduados, probetas, jeringas, embudos, otros), de uso exclusivo para dicho fin.
- Usar un contenedor (balde, jarro graduado, tineta) donde se coloca agua suficiente y el producto a aplicar (a), revolviendo y homogenizado la mezcla (b).

- Llenar el tanque con agua hasta la mitad (c), agregar el fungicida (c) y completar el volumen total (e). Si bien, los productos líquidos pueden depositarse directamente al estanque de tratamiento (con la mitad de agua), es preferible hacer la mezcla separadamente.

Manipulación incorrecta

Residuos de plaguicida en ropas y manos, desde donde es absorbido por el organismo a través de la piel.

2.3.2 Orden de agregado de distintas formulaciones de productos al tanque. El orden de mezclado influye marcadamente en la estabilidad de la misma.

- Gránulos dispersables.
- Polvos solubles.
- Suspensiones concentradas.
- Gránulos solubles.
- Líquidos solubles.
- Concentrados emulsionables.

2.4 Calibración del equipo.

2.4.1 Presión de trabajo.

La bomba proporciona la presión para romper las gotas de agua. Una presión de trabajo ideal es aquella que permite a las boquillas el suministro uniforme del ángulo de aplicación, sin producir turbulencias o goteos en sus bordes. Las presiones de trabajo normalmente en estos equipos oscila entre 30-45 libras/pulgada cuadrada (2-3 bares de presión).

Efecto de la presión de trabajo en la aplicación

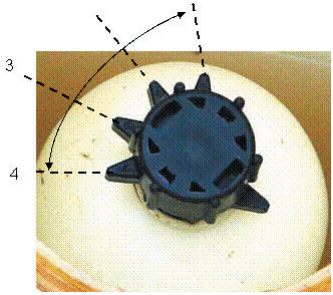
Presión de trabajo	Consumo de mezcla	Tamaño de gota	Arrastre por viento (deriva)
Mayor	aumenta	medias a finas	aumenta
Menor	disminuye	gruesa	disminuye

Efecto de la velocidad del viento en campo en la pulverización.

Descripción	Señales visibles (escala Beauford)	Velocidad (km/hr)	Pulverización
Calma	Calma; el humo sube verticalmente.	0-2	No aplicar
Brisa ligera	La dirección se puede apreciar por la dirección del humo, pero no por medio de veletas.	2-3	No aplicar
Viento ligero	El viento se siente en el rostro, las hojas se mueven ligeramente; las veletas ordinarias se mueven con el viento.	3-7	Ideal
Viento suave	Las hojas y las ramas delgadas se mueven constantemente.	7-10	Buena
Viento moderado	El viento extiende las banderas ligeras.	10-15	Con precaución
Viento fuerte	Movimiento de ramas, vuela polvo, revolotean papeles en el suelo.	+ 15	No aplicar

Adaptado de Pedro Daniel Leiva, INTA Pergamino.

Se debe mantener una presión de trabajo lo más constante posible, mediante una resistencia uniforme de la palanca que opera la cámara de presión del equipo.



Algunos equipos de mochila poseen un regulador de presión. Al girar el regulador se selecciona una presión que no es posible sobrepasar, siendo ésta la máxima a la que trabajará el equipo.

2.4.2 Alineación de boquillas.

Cuando se usa una barra de aplicación con más de dos boquillas de abanico plano, es necesario realizar la alineación de las ranuras de salida orientándose, formando un pequeño ángulo con respecto a la barra, evitando generar una excesiva turbulencia y goteo por el choque del abanico de las boquillas adyacentes.

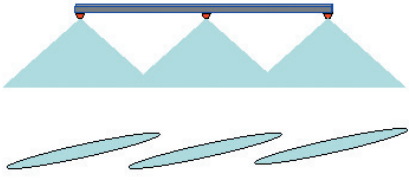
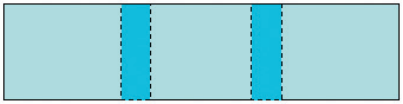


Diagrama de distribución y alineamiento de boquillas de abanico, en barra de aplicación.



Traslape de la aplicación.

2.4.3 Calibración del equipo propiamente tal.

La calibración nos permite ajustar el equipo para lograr una aplicación precisa. Consiste en calcular el caudal o gasto por hectárea que realiza el equipo y de esta forma calcular la cantidad de producto a colocar por cada estancada.

Se puede efectuar por dos vías:

- A partir de la velocidad de aplicación con una boquilla de caudal conocido y un ancho de aplicación de la boquilla conocido.
- A partir del gasto en un área menor.

2.4.3.1 A partir de la velocidad de aplicación.

Los tres parámetros clave que condicionan el éxito del tratamiento son: velocidad de avance, presión de trabajo y tipo de boquilla.

Velocidad de aplicación: una de las variables que más influencia tiene en el gasto de la mezcla y donde se cometen la mayoría de los errores. A mayor velocidad de aplicación menor gasto de mezcla, debiéndose disminuir la velocidad a la mitad para obtener el doble de descarga.

En equipos de mochila una velocidad de 2 a 3 km/h a un paso normal se considera una velocidad ideal (considerando que una velocidad normal de una persona al caminar es de 6 km/h).

Cálculo de la velocidad de avance. Se calcula midiendo el tiempo en segundos que demora el operador en recorrer 20 metros bajo las condiciones reales de aplicación; se debe repetir 3 a 4 veces esta operación y sacar un promedio.

La velocidad de trabajo se obtiene de la siguiente relación:

$$\text{Velocidad de avance} = \frac{72}{T}$$

Donde T es el tiempo que demora el operario en recorrer los 20 metros, expresado en segundos.

Conversión del tiempo en segundos que demora el operador en recorrer 20 metros a **km/hr**.

Tiempo (seg)	Velocidad (km/hr)
14	5,4
15	4,8
16	4,5
17	4,2
18	4,0
19	3,8
20	3,6
21	3,4

Caudal de la boquilla: usando un vaso graduado se recoge el volumen de agua que el equipo aplica en un minuto y se expresa en litros por minuto (l/min).

Volumen de aplicación: se determina con la información de caudal, velocidad de trabajo y ancho de mojamiento de la boquilla. Se usa la fórmula:

$$\text{Volumen de Aplicación} = \frac{\text{Caudal de la boquilla (l/min)} \times 600}{\text{Ancho separación entre boquillas} \times \text{Velocidad avance operador (km/hr)}}$$

Ejemplo:
Se recoge un caudal de 1 l/min.
El operador trabaja a 3,8 km/hr
Ancho entre boquillas 50 cm (0,5 m)

$$\text{Volumen de Aplicación} = \frac{1 \times 600}{0{,}5 \times 3{,}8} = 316 \text{ l/há}$$

Selección de boquilla: si el volumen de aplicación no coincide con lo recomendado, es necesario calcular el caudal de la boquilla más apropiado mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Caudal de la boquilla (l/min)} = \frac{\text{Volumen de Aplicación} \times \text{Ancho separación entre boquillas} \times \text{Velocidad avance del operador}}{600}$$

Ejemplo:

Si se requiere un gasto de 200 l/ha, aplicado por un operario a 3,8 km/hr y con un ancho de boquilla de 50 cm.

$$\text{Caudal de la boquilla} = \frac{200 \times 0.5 \times 3,8}{600} = 0,63 \text{ l/min}$$

Con el valor obtenido se busca la boquilla por tabla, eligiéndose aquella que se acerque más al requerimiento. Además, verificar el caudal definitivo que será el volumen equivalente aplicado por hectárea.

2.4.3.2 A partir del gasto en un área menor.

La exactitud y rigurosidad en la ejecución de esta calibración, con la aplicación exacta del fungicida por unidad de superficie permitirá un efectivo control, aplicando la dosis correcta y logrando el efecto deseado. Los pasos para aplicar una cantidad de producto (funguicida) con la bomba de mochila son los tres siguientes:

Cálculo del gasto que efectúa el equipo en una superficie menor. Corresponde a la cantidad de agua que aplica el equipo en una parcela previamente medida y marcada.

- En un jarro graduado colocar un volumen de agua conocido en el estanque de la bomba a utilizar, a esta cantidad de agua le llamaremos **volumen inicial (Vi**).
- Delimitar un área representativa de terreno. A modo de ejemplo, una superficie de 15 metros de largo y

5 metros de ancho (15 x 5). De la multiplicación obtendremos una **superficie aplicada (Sa)** de 75 m^2.

- Delimitada y marcada el área, accionar la bomba a una presión y velocidad constante, aplicando de manera muy homogénea y a un paso constante de trabajo. Cada vez que se cambie el operario que aplica, se debe calcular nuevamente.
- Retirar la cantidad de agua del interior del estanque y proceder a medirla, con el jarro graduado. A la cantidad de agua sobrante le llamaremos **volumen final** (Vf).
- De la resta entre el volumen inicial (Vi) y el volumen final (Vf), se obtendrá el volumen aplicado en la parcela (Va p).
- La operación anterior se debe repetir tres veces y se calculará el promedio de gasto entre el volumen inicial (Vi) y volumen final (Vf) de las tres repeticiones. De esta forma el operador también se acostumbrará a mantener un paso uniforme y constante.

Volumen aplicado en la parcela (Va p) = Volumen inicial (Vi) – Volumen final (Vf)

Ejemplo:

Volumen inicial (Vi): 5 litros

Volumen final (Vf): 3,2 litros (promedio de tres aplicaciones)

Volumen aplicado parcela (Va p) = 5 – 3,2

Volumen aplicado parcela (Va p) = 1,8 litros

Si del promedio de tres aplicaciones obtenemos que el equipo aplicó 1,8 litros, significa que esa cantidad se aplicó en 75 m^2; procediendo a calcular el agua que bota en una hectárea.

***Gasto del equipo en una hectárea.** Corresponde a la cantidad de agua que aplicaría el equipo cuando completa una hectárea de superficie (después de aplicadas varias estancadas).

Conocida la superficie de una hectárea (**10.000 m^2**) y los valores del volumen aplicado (**1,8 litros**) y la superficie aplicada (**75 m^2**) se calcula el gasto del equipo utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Gastos del equipo} = \frac{\text{Superficie de 1 hectárea} \times \text{volumen aplicado}}{\text{Sueprficie aplicada}}$$

$$\text{Gastos del equipo} = \frac{10.000\ m^2 \times 1{,}8\ \text{litros}}{75\ m^2}$$

Gastos del equipo = 240 litros / hectárea

De este modo nuestro equipo de pulverización manual ha sido calibrado para descargar 240 litros de agua por hectárea.

Cuando el gasto de agua por hectárea no se ajusta al volumen recomendado y se debe aplicar un mayor volumen de agua, el operador deberá desplazarse a menor velocidad para "lograr botar más agua", cubriendo la superficie determinada. Otra posibilidad es usar boquillas con un mayor gasto y se debe volver a calibrar con el operador.

Cálculo del fungicida a aplicar por estancada. Una vez calibrado el equipo para descargar un determinado volumen de agua, debemos calcular la cantidad de producto fitosanitario (fungicida) a agregar al estanque. Para ello contamos con la siguiente información:

Capacidad del estanque:

15 litros

Dosis de fungicida a aplicar por hectárea:

2,5 kg.

Gasto del equipo (calculado anteriormente):

240 litros / hectárea

Utilizar la siguiente fórmula:

$$\text{Fungicida (por estancada)} = \frac{\text{Capacidad del estanque} \times \text{Dosis de fungicida}}{\text{Gastos del equipo}}$$

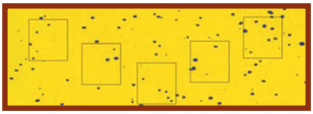
$$\text{Fungicida (por estancada)} = \frac{15 \text{ litros} \times 2{,}5 \text{ kg/há}}{240 \text{ litros / há}}$$

Fungicida (por estancada) = 0,156 kg (es decir, 156 gramos)

2.5 Aplicación.

La calidad de aplicación implica una alta cobertura de gotas y una buena uniformidad en la distribución del producto. Si la aplicación de fungicidas debe ser de alta cobertura, en un cultivo que presenta barreras para la penetración de las gotas, debería utilizarse un elemento atomizador que permita cumplir con ambas exigencias: cono hueco o cono lleno serían las mejores opciones. La mayor cercanía posible entre las boquillas y la regulación de la altura de la barra acorde con la aspersión, contribuyen a la uniformidad del trabajo.

Al realizar la aplicación se puede chequear la calidad de ésta, a través de la cobertura de gotas que se marcan en un papel hidrosensible, contando el número de impactos por centímetro cuadrado.



Calidad de aplicación – cobertura y uniformidad.

Mecanización agrícola, aplicación de pesticidas FAO 1988

Agroquímico	Cobertura	
	(impactos por cm^2)	CV (%)
Herbicidas		
• Sistémicos o traslocables	20 – 30	30
• De contacto	30 – 40	30
Fungicidas e Insecticidas		
• Sistémicos o traslocables	20 – 30	70
• De contacto	50 – 70	70

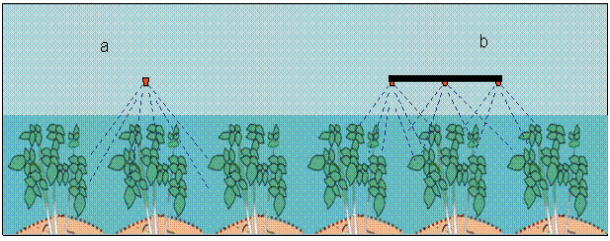
Fuente: adaptado de Pedro Daniel Leiva, INTA Pergamino

2.5.1 Altura de la barra pulverizadora.

Para lograr una óptima cobertura es necesario mantener la lanza con la boquilla, de tal forma que la aplicación cubra completamente las plantas facilitando la penetración de las gotas entre el follaje. Cuando se realiza un movimiento oscilante (de lado a lado de la hilera), con la lanza, pueden quedar sectores de la planta sin aplicar; por lo cual es preferible mantener la lanza fija por sobre la hilera de plantas, aplicando hilera por hilera (a).

Cuando se aplica con una barra de dos o más boquillas (b), el abanico del líquido proporcionado por las boquillas debe traslaparse inmediatamente por sobre

la superficie del cultivo. Cuando la pulverización se realiza sobre una superficie desuniforme la altura de la barra pulverizadora debe subirse para lograr un traslape adecuado del abanico de las boquillas por sobre las plantas de mayor desarrollo.



2.6 Limpieza y mantención del equipo pulverizador.

Al término de la aplicación:

- Limpiar cuidadosamente el equipo.
- Evitar el depósito de residuos que puedan reducir la vida útil de la bomba pulverizadora y perjudicar la calidad de futuras aplicaciones.
- Cuando el equipo no se utilizará por algunas semanas o meses, desconectar la manguera, la lanza, filtros y boquillas, limpiarlas y guardarlas en un lugar fresco y seco, evitando doblarlas.

Lavado del equipo:

- Lavar interior y exteriormente el equipo con agua limpia y una solución detergente.

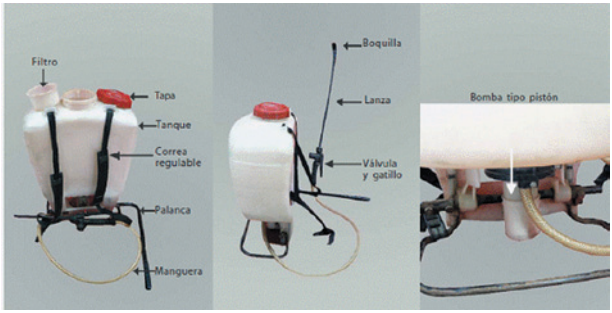
- Repetir el lavado interior tres veces accionando la palanca que opera la cámara de presión.

Cada temporada se debe:

- Revisar válvulas de sellado, abrazaderas y pernos. Estas piezas se desgastan y corroen con mayor facilidad con el uso y la exposición frecuente al medio ambiente, de tal manera que se deben cambiar y reponer aquellas gastadas.
- Lubricar aquellas piezas metálicas (abrazaderas, pernos, otros) y algunas que lo requieran.
- Guardar el equipo en un lugar seco y protegido de la radiación solar, lluvia, polvo y viento.

2.7 Descripción del equipo pulverizador de mochila manual.

Es el equipo más usado para aplicar productos plaguicidas, consiste de un tanque plástico y menos común uno de metal, que se ajusta cómodamente sobre la espalda del operador. Para su llenado o carga se sitúa sobre una superficie plana en forma vertical, apoyada sobre su base. Para generar la presión de trabajo necesaria, se acciona manualmente una palanca que a su vez acciona una bomba de tipo diafragma o de pistón. De acuerdo a la marca, la capacidad del tanque varía de 10 a 20 litros, pero el peso total de la mochila llena no debe exceder de 20 kg.



Para facilitar el llenado y la limpieza, el tanque debe tener una apertura amplia (90-100 mm de diámetro), que a menudo tiene acoplado un filtro grueso. La tapa debe tener un ajuste hermético y debe poseer un respiradero, con una válvula para evitar el goteo del líquido de aspersión.

La mayoría de estos equipos llevan la palanca por debajo del brazo. Las primeras son más fáciles de operar cuando se camina a través de vegetación alta, que se cruza sobre el entresurco, pero su uso es muy agotador. Son más comunes las palancas debajo del brazo.

La bomba de diafragma accionada por palanca es más usada para aplicación de herbicidas y típicamente es operada a presiones entre 100 y 300 KPa (1 y 3 bar). Para mantener la presión de operación en la cámara la palanca debe ser accionada regularmente (aproximadamente 30 brazadas/minuto), pero si se usa una barra con multiboquillas o una boquilla de alta entrega de líquido, se debe aumentar la frecuencia del bombeo.

Es posible mantener una presión constante dentro de la cámara de presión mediante una válvula de escape, que en algunas mochilas se puede ajustar cuando se requieren presiones de aspersión alternativas.

3. Pulverizador Hidráulico Accionado por Tractor.

3.1 Preparación del operario.

Cuando se aplica con equipos acoplados al tractor, el operario aparentemente está menos expuesto al contacto directo y al riesgo de sufrir intoxicaciones. Sin embargo, los pesticidas pueden ingresar a nuestro organismo a través de la inhalación, durante la aplicación o en forma directa cuando se prepara la mezcla o se carga el equipo.

Para realizar la aplicación el operario debe usar los Elementos de Protección Personal (EPP):

- Máscara antigases.
- Gorro o sombrero.
- Antiparras y mascarillas de doble filtro para la protección de la boca, nariz, cabeza y ojos.
- Traje impermeable que incluya pantalón y mangas largas.
- Guantes y botas de goma caña alta.

Cuando el tractor es con cabina, produce una aislación entre el operario y el producto.

3.2. Revisión del equipo.

3.2.1 Limpieza del equipo.

Es el factor más influyente en la conservación del equipo. Debe realizarse al terminar el trabajo, pues es más difícil disolver los residuos, que evitar se formen. Por seguridad, es recomendable hacer una nueva limpieza antes de comenzar a trabajar.

En la mayoría de los casos da buenos resultados tratar el agua con detergente, seguido de varios enjuagues con agua limpia.

Limpieza del equipo.

Agroquímico	Recomendación
Herbicidas hormonales.	Detergente amoniacal, seguido de varios enjuagues. Dosificando al 2 % (2 litros de amoníaco a 100 litros de agua).
Productos cúpricos.	Acido Acético (vinagre común). 1 lt/ 100 lt de agua. Enjuagar después de dos horas.
Clorato sódico o Fungicidas orgánicos de síntesis.	Eliminar cualquier resto de producto del interior y exterior del depósito para evitar el riesgo de incendio.

Finalizada la temporada y antes de proceder al almacenamiento de la máquina se deben realizar las siguientes operaciones:

- Vaciar el depósito, bomba y conducciones.
- Limpiar bien el depósito con agua a presión, incluida la parte superior, utilizando una manguera o una boquilla para enjuague de depósitos. Utilizar el detergente recomendado.
- Desmontar las boquillas y sus filtros, limpiándolos con agua y un cepillo suave.
- Verter el agua en el depósito y hacerla circular hasta que salga por los portaboquillas. Montar boquillas y filtros una vez limpios.
- Desmontar los filtros de llenado, aspiración e impulsión y limpiarlos.
- Aflojar la válvula de regulación y el muelle del regulador, y en general todos los elementos en tensión para evitar que pierdan elasticidad.
- Engrasar todas las partes mecánicas aconsejadas por el constructor.
- Verificar la presión de inflado de los neumáticos, si los hubiera, y dejar la máquina levantada del suelo y en lugar seco.
- Se debe proteger con pintura todas aquellas zonas que hayan sufrido roces o desgastes para evitar que se oxiden.

3.2.2 Estanque o tanque.

3.2.2.1 Estanque principal. Es la estructura de depósito agua de aspersión o la solución diluida del pesticida que se aplicará. Estos depósitos de tamaño y forma variable pueden ser:

- **Metálicos.** Sufren problemas de corrosión.
- **Polipropileno.** Son los más empleados, al no degradar ni dejar residuos en las paredes. Son resistentes a impactos y corrosión.
- **Fibra de vidrio + resina.** Dejan residuos en las paredes.

3.2.2.2 Estanques anexos. Vienen acoplados al equipo y complementan las funciones del estanque principal.

- Estanque de enjuagado que contiene agua limpia para ayudar a lavar el interior del estanque y los circuitos del líquido de aspersión.
- Estanque de agua limpia para el aseo personal de los operarios.
- Estanque de inducción (tolva) para ayudar en la transferencia segura de productos químicos en el aspersor, usados generalmente en equipos de alta capacidad.

El estanque de aspersión debería ser mecánicamente durable, con una boca de llenado cerrada con tapas que las sellen estrechamente. Las tapas deberían apretarse en forma segura con sistemas de cierre mecánicos, que

faciliten abrir y cerrar con manos enguantadas. Además, las bocas deberían tener acoplado un colador con un tamaño mínimo de apertura de malla de 1,0 mm., y deben ser fáciles de quitar y acoplar con las manos enguantadas.

Los estanques deberían estar equipados con medios para indicar el nivel del líquido, que debe ser claramente visible para el operario desde las posiciones normales de trabajo (rociando y llenando). De igual forma, debería estar equipado con un sistema de agitación.

3.2.3 Agitadores.

Los agitadores mantienen en íntima unión el producto y el agua, por una bomba que obliga al agua a salir a través de las boquillas, fragmentándola en pequeñas gotas y dispersándolas sobre el terreno o plantas; permite mantener homogéneo el líquido. Existen distintos tipos de agitadores:

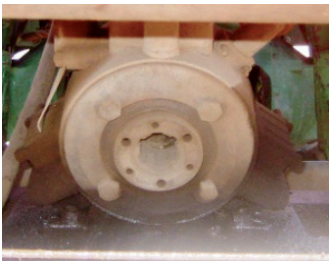
- **Hidráulicos.** Son los más frecuentes, a veces se acopla una boquilla inyectora que efectúa el efecto venturi y mejora la agitación. Sólo se recomienda en depósitos inferiores a 800 litros.
- **Mecánicos.** Se accionan por el mismo sistema que acciona la bomba, están compuestos por un eje dotado de paletas que se encargan de homogeneizar la mezcla. Se emplean en depósitos superiores a 800 litros.
- **Mecánicos-Hidráulicos.** Son los que presentan las ventajas de los dos anteriores, se suelen utilizar en depósitos arrastrados o de gran capacidad.

3.2.4 Bomba.

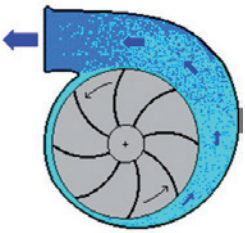
La bomba se puede considerar como el corazón de la máquina, es la encargada de absorber el caldo del depósito y lanzarlo hacia las boquillas de pulverización a una presión determinada, que fragmenta el líquido en gotas de diferentes diámetros. En el mercado se pueden encontrar diversos tipos de bombas: de pistón, de pistón-membrana, de membrana, de rodillo y de engranaje.

Bomba de pistón

Bomba de diafragma



Bomba de rodillos



Bomba centrífuga

Recomendación de uso según características de las bombas

Características	Pistón	Diafragma	Rodillos	Centrífuga
Formulaciones Plaguicidas	EC, SP, WP	EC, SP, SC, WP	EC, SC	EC, SC
Duración	Larga	Larga	Media	Media
Mantenimiento	Fácil	Fácil	Fácil	Difícil
Presión bar	1,5 a 60	0,7 a 7,0	0,7 a 7,0	0,25 a 0,45
Caudal L/min	10 a 250	10 a 40	30 a 125	20 a 450
Rpm	250 a 600	500 a 800	300 a 1750	1200 a 3500
Potencia requerida HP	1 a 30	3 a 5	0,5 a 10	0,25 a 6

EC = concentrados emulsionables.
SP = polvos solubles.
WP = polvos mojables.
SC = suspensión concentrada.

3.2.5 Válvulas reguladoras de presión y manómetro.

Es una llave de retorno que deja pasar el líquido al depósito en función de la presión que tenga el circuito. Es la parte del equipo encargada de proteger la bomba y tuberías del exceso de presión y daños. Controlan la presión, el tamaño de las gotas e indirectamente la cantidad de plaguicida aplicado.

Existen de diafragma, resortes, descarga y desvío o de alivio.

Manómetro: dispositivo que permite visualizar la presión de trabajo del equipo, siendo de vital importancia para lograr una correcta aplicación.

Ubicado en la tubería de impulsión de la bomba tiene por misión indicar en todo momento la presión del líquido en ese punto. De su buen funcionamiento depende la correcta dosificación de la máquina. Una presión errónea conlleva un tamaño de gota diferente al deseado y una dosis de producto diferente a la calculada.

3.2.6 Filtros.

Su función es captar y eliminar todas las partículas sólidas que pueda llevar la mezcla, con un diámetro mayor que el orificio de salida de las boquillas. Generalmente están compuestos de una malla de tejido metálico con orificios de menor tamaño que de la boquilla utilizada en ese momento. Si los filtros no son eficaces, se producirán obstrucciones totales o parciales en las boquillas, originando un reparto irregular del producto sobre el terreno.

Sistema de filtros.

- Colador acoplado a la boca de llenado con un tamaño mínimo de apertura de malla de 1,0 mm., que tiene como objetivo impedir el paso de basuras de mayor tamaño.
- Filtro de succión, por lo general de cierre rápido, ubicado a la salida del estanque usado para limpieza y mantenimiento y que evita obstrucciones al circuito.
- Filtros de línea, ubicado en la barra de aplicación cuya función es proteger las boquillas de obstrucciones y del desgaste.
- Filtros de boquillas, que evitan la obstrucción de éstas.

Filtro de succión

Filtro de línea

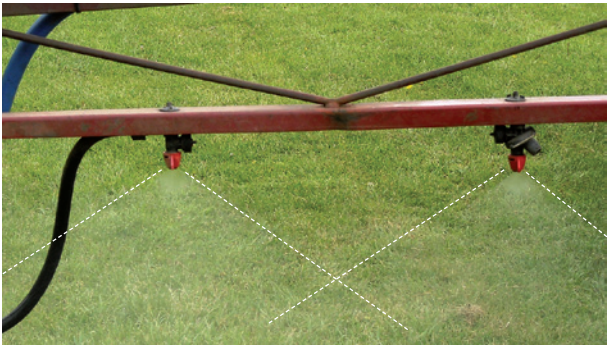
Filtro de boquilla

3.2.7 Boquillas.

Los pulverizadores son máquinas formadas por un depósito con agitadores que mantienen en íntima unión el producto y el agua, por una bomba que obliga al agua a salir a través de las boquillas, fragmentándola en pequeñas gotas y dispersándolas sobre el terreno o plantas.

Fragmentación adecuada

Boquilla Obstruida



Patrón de fragmentación de las boquillas

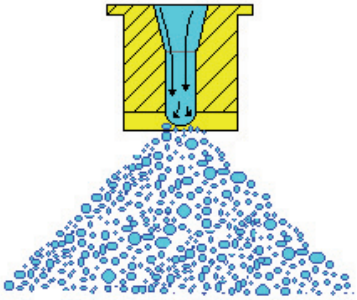


Diagrama de distribución de gotas en la boquilla.

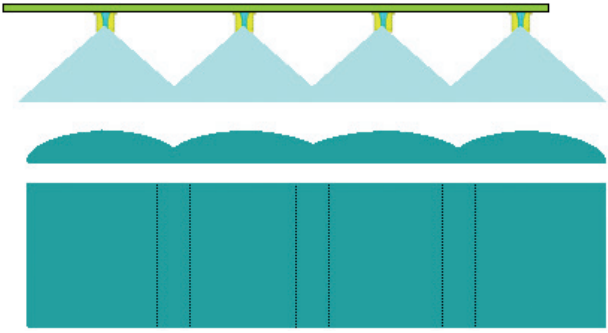


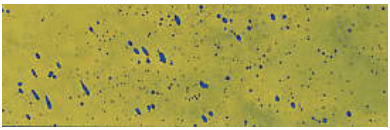
Diagrama de distribución en la barra del pulverizador con boquillas tipo abanico Standard.

El equipo debe funcionar con:

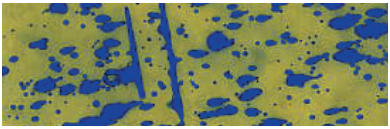
- Boquillas: cono lleno o hueco, ángulo cerrado.
- Distancia entre boquillas: 0,35/0,50 m.
- Presión de trabajo: relativamente baja.
- Altura de la barra: “toque o traslape” de los conos por encima de la superficie a asperjar.
- Volumen (l/ha): relativamente alto. Cuanto mayor sea el follaje y la altura de este el volumen de agua aplicado debería ser más elevado.

El mojamiento y el tamaño de gotas son los factores que más influyen en la calidad de la aplicación. La aplicación sobre plantas con poco follaje debe considerar un volumen de agua entre 200 y 300 lts/há; cuando el follaje es denso se considera entre 300 y 400 lts/há.

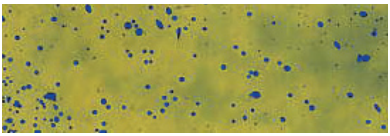
Tipos de boquilla.



Cono hueco



Antideriva



Abanico

Cono hueco. Se utilizan especialmente para aplicar insecticidas y fungicidas. La nube de aspersión que produce forma un cono vacío en el centro, de ahí su nombre. Constan de dos partes básicas: un disco con un orificio de diámetro variable y una pieza circular o cilíndrica llamada rotor o difusor, que origina el

movimiento rotatorio que forma el cono de aspersión. Las boquillas de cono hueco producen un espectro de gotas mediana y pequeñas y se usan en equipos terrestres, motorizados o manuales, y en equipos aéreos.

Antideriva. Boquilla de inyección de aire (sistema venturi) que pulveriza una gota grande cargada de burbujas de aire, las que son menos afectadas por el viento, disminuyendo la deriva. Estas gotas al chocar contra la superficie de la hoja se rompen en gotas más finas que incrementa el número de impactos, mejorando la cobertura de la planta tratada. Se recomienda usar a una altura de 50 a 60 cm, con una presión de 2 bar.

De abanico plano. Su patrón de descarga disminuye hacia los extremos del abanico y por ello es necesario que haya un traslape entre la descarga de una boquilla y la siguiente, para que no queden franjas subdosificadas. Los abanicos deben cruzarse unos 10 cm arriba del suelo o del cultivo para lograr un traslape adecuado (Aproximadamente 15% a cada lado).

La mayoría de las empresas fabricantes de boquillas, utilizan diversos materiales tales como latón, acero inoxidable, kematal (polyacetal) y cerámica, entre otros. El material menos resistente es el bronce, seguido de nylon, acero inoxidable, kematal y cerámica.

Desgaste de boquillas medida como el tiempo necesario para aumentar en 10% el caudal.

Durabilidad	Boquillas	Desgaste con 60 hrs. de prueba
1°	Cerámica	7 %
2°	Kematal (polyacetal)	8 %
3°	Plástico PVDF	12 %
4°	Acero inoxidable	15 %
5°	Bronce	26 %

Recomendación de uso para cada tipo de boquilla.

Aplicaciones / tipos de boquillas	Abanico 110%	Abanico 80%	Cono hueco	Espejo	Cónica sin difusor	Abanico regular	Abanico descentrada	Cono lleno	Rotatoria o centrífuga
Fungicidas, insecticidas y acaricidas	A	A	R	N	N	P	P	R	R
Herbicidas presiembra preemergencia	R	R	N	A	P	A	P	N	A
Herbicidas de postemergencia	R	R	P	N	N	A	P	P	R
Herbicidas entre líneas de cultivo	R	R	P	A	N	N	N	P	N
Abonos fluidos, solución sobre suelo desnudo	R	R	N	R	P	A	P	N	N
Abonos fluidos, solución sobre vegetación	P	P	N	P	R	P	P	N	N
Abonos fluidos en suspensión	N	N	N	R	N	N	P	N	N
Fumigaciones de suelo	N	N	N	P	R	N	N	N	N
Repartición sobre suelo	R	A	N	A	A	A	P	N	N
Penetración vegetación	A	A	R	P	N	P	P	R	A
Arrastre por viento o deriva	A	A	N	R	R	A	A	N	A
Sensible a variaciones en altura de barra	R	P	N	R	R	P	P	N	A
Sensible a obstrucción	P	P	A	R	R	P	A	A	P
Penetración en ruedo de árboles	P	N	N	P	N	N	R	N	A

R: Empleo recomendado con resultados óptimos
A: Empleo aceptable
P: Empleo no aconsejado pero posible en ciertos casos
N: Empleo totalmente desaconsejable

3.2.8 Altura de la barra de pulverización.

Para lograr una óptima cobertura, es necesario fijar la barra pulverizadora de tal forma que si la aplicación se realiza, el abanico de líquido proporcionado por las boquillas debe sobreponerse a través de todas las boquillas de la barra de pulverización por sobre la superficie del cultivo.

Va a depender del tipo de boquilla montada.

- Si la boquilla tiene un ángulo de 110º la altura recomendada será de 50 a 60 centímetros.
- Para boquillas con 80º, la altura será de 70 a 90 centímetros.

Cuando la pulverización se realiza sobre una superficie desuniforme la altura de la barra pulverizadora debe subirse para lograr un traslape adecuado del abanico de las boquillas.

Si la altura de la barra portaboquillas es mayor de la requerida, aumenta el riesgo de deriva. Mientras que si la altura es inferior, se reduce el traslape del líquido pulverizado, dejando zonas sin tratar.

Aplicación con efecto deriva, por altura de la barra, tipo de gota y efecto del viento.

La regulación en altura de la barra no debe hacerse con elevador hidráulico del tractor, pues el eje de la toma de fuerza debe trabajar alineado entre la salida del tractor y la entrada al pulverizador, generalmente en la bomba.

3.3 Preparación de la mezcla.

Los criterios son similares a los señalados con anterioridad para equipos de mochila, es decir:

- Comprobar el correcto funcionamiento del equipo de aplicación.
- Leer detenidamente la etiqueta del producto; eligiendo la dosis correcta.
- Preparar la mezcla en un lugar abierto, de espaldas a la dirección del viento, con agua limpia y jabón al alcance.
- Disponer de los instrumentos de medida y vaciado necesarios.
- Emplear agua limpia para el tratamiento.
- Los sólidos solubles disolverlos en un recipiente antes de depositarlos al estanque de tratamiento y hacerlo uno por uno en el caso de mezclas.
- Los productos líquidos pueden depositarse directamente al estanque de tratamiento cuando el nivel de agua alcance la mitad del volumen necesario.
- Terminado el producto debe enjuagarse bien el envase, al menos 3 veces (triple lavado) y añadir esa agua al tanque de tratamiento.

Por lo general en estos equipos los estanques son de gran capacidad, siendo recomendable emplear la mezcla lo antes posible, evitando el riesgo que al final del día sobre producto y que la mezcla sobrante pierda sus propiedades.

3.4 Llenado del estanque.

El orden en que los diferentes componentes se adicionan a la mezcla (orden de mezclado) influye marcadamente en la estabilidad de la misma, lo que puede variar en función del tipo de mezcla: agua, emulsión o suspensión. Se recomienda el siguiente orden: gránulos dispersables, polvos mojables, suspensiones concentradas, gránulos solubles, líquidos solubles y concentrados emulsionables.

El orden de mezclado más usual y recomendado, además de los tiempos de agitación requeridos son los siguientes:

- Mezclas en agua (mancozeb y clorotalonil): 75 % agua + fungicida + agitación 5 minutos + resto agua + agitación 5 minutos.
- Mezclas en emulsión (sistémicos y mancozeb): 100 % aceite + emulsificante + agitación 5 minutos + 50 % agua + agitación 5 minutos + fungicidas + agitación 5 minutos + resto agua + agitación 5 minutos.
- Mezclas en suspensión (sistémicos y mancozeb): 100 % aceite + fungicida + agitación 5 minutos.

3.5 Calibración del equipo.

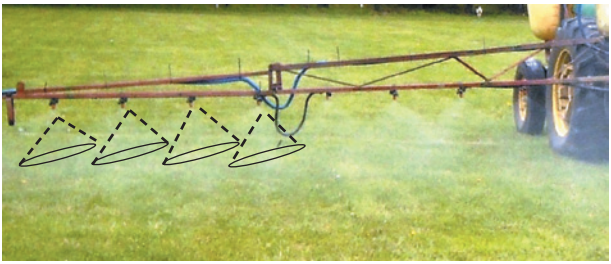
3.5.1 Presión de trabajo.

La presión de trabajo condiciona el tamaño de gota y el caudal. A mayor presión mayor caudal y menor tamaño de las gotas. Por el contrario, presiones demasiado bajas producen gotas de gran tamaño. Algunos equipos disponen de sistemas electrónicos de control de la

presión para garantizar que el caudal aplicado sea constante. En estos casos, es necesario tener en cuenta el rango de trabajo de dichos equipos para garantizar que los tamaños de gota generados presenten valores máximos y mínimos acordes con las necesidades del tratamiento a aplicar.

3.5.2 Alineación de boquillas.

Para que el proceso sea correcto, las ranuras de salida deben orientarse formando un pequeño ángulo con respecto a la barra, a fin de evitar que se genere una excesiva turbulencia y goteo por el choque del abanico de las boquillas adyacentes. De esta forma también se minimiza el riesgo que queden franjas sin cubrir.



3.5.3 Regulación del equipo pulverizador.

Los tres parámetros claves que condicionan el éxito del tratamiento son: velocidad de avance, presión de trabajo y tipo de boquilla.

La aplicación de productos fitosanitarios en cultivos se debe hacer manteniendo una precisión lo más aceptable posible.

Pasos a seguir.

a) Depositar sólo agua en el estanque y operar al equipo a la presión que se efectuará en campo. Igualmente, revisar uniones, mangueras, retenes, abrazaderas y pernos para evitar pérdidas de plaguicida y fitotoxicidad. Ajustar aquellas piezas sueltas y cambiar las dañadas.

   La bomba del pulverizador ha sido diseñada para un trabajo normal con un número de revoluciones en el Eje del Toma De Fuerza (TDF) entre 450 - 600 revoluciones por minuto (r.p.m.). Determinar las r.p.m. del motor del Tractor para el rango de r.p.m. del TDF solicitadas. Ajustar el regulador de acuerdo a las instrucciones del manual de operaciones.

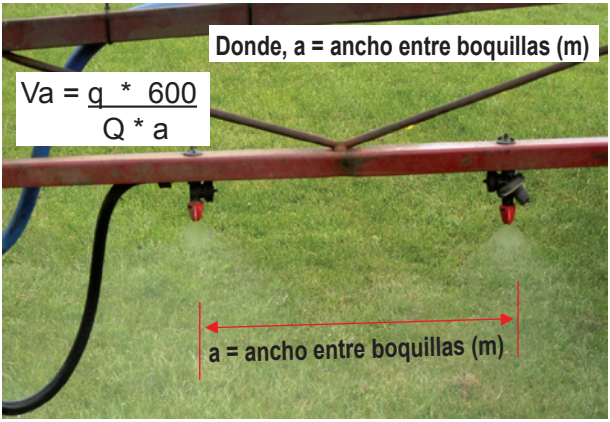
   Ajustar la presión requerida (3 bar para boquilla plana; 5 bar para boquilla cónica) dependiendo de las r.p.m. del TDF que determinan la velocidad de avance para un cambio dado.

b) Verificar que todas las boquillas y filtros sean del mismo diseño, evaluando el caudal de entrega de cada boquilla. Se acepta una desviación de +/- 10%, respecto al caudal de la boquilla original. Lo ideal es que las boquillas depositen una descarga uniforme. Una forma práctica de hacerlo es recogiendo con vasos la cantidad de agua que arrojan todas las boquillas en un determinado tiempo (minuto). El volumen de agua recolectada de cada vaso determinará las diferencias en el gasto de cada boquilla.

Observar la descarga de todas las boquillas, verificando que ninguna de ellas esté obstruida o dañada.

c) Determinar la velocidad de avance (Va, en km/hr) en función de la cantidad de líquido requerida para

la aplicación (Q, en l/ha) y el caudal promedio de la boquilla (q, en l/min.), mediante la siguiente relación:



Ejemplo:

Si el caudal promedio de la boquilla es de 1,11 l/min se requiere aplicar un volumen de líquido de 200 l/ha, con una separación entre boquillas de 0,5 m. La velocidad de avance requerida será igual a: 6,7 km/hr.

$$Va = \frac{1{,}11 * 600}{200 * 0{,}5}$$

Es decir, el tractor debe desplazarse a una velocidad de 6,7 km/hr, para aplicar 200 l/ha de mezcla, al usar boquillas que gastan de 1,11 l/min, las que están con una separación de 50 cm en la barra de aplicación.

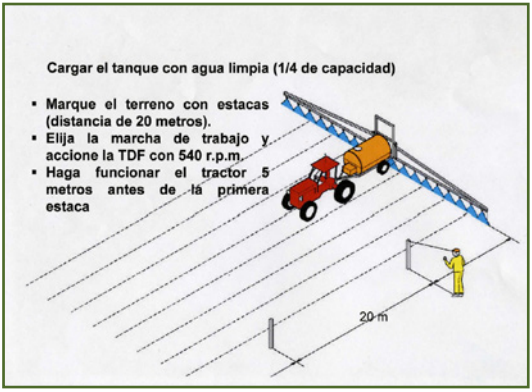
d) Ajustar la velocidad en el campo con el equipo cargado, considerando el tiempo en segundos que deberá demorarse en recorrer una distancia de 20 m, mediante la siguiente relación:

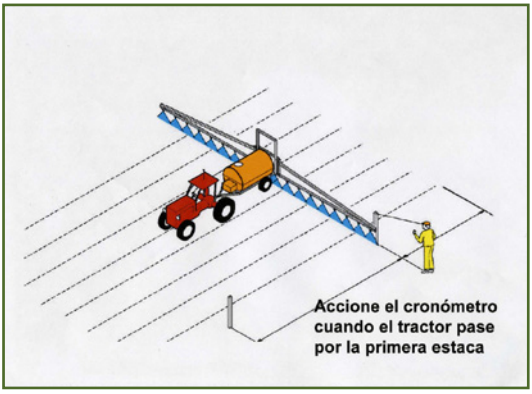
$$t = \frac{72}{v}$$

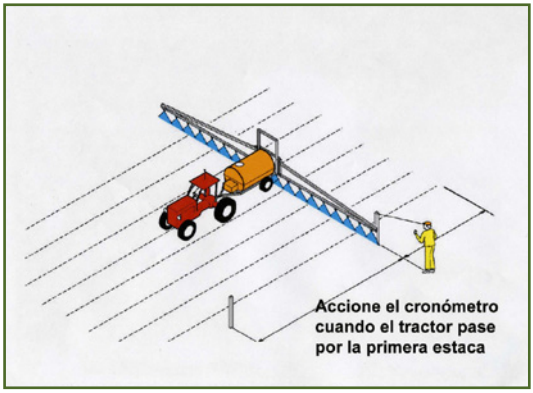
Donde:
t = tiempo (seg) que se demora en recorrer 20 m
v = velocidad requerida (km/hr)

De esta manera si se requiere una velocidad de 6,7 km/hr, el tractor tardará 10,7 seg., en recorrer los 20 m.

Al medir la velocidad de avance, el tractor con el equipo deben desplazarse desde una distancia mayor, de tal forma que al llegar a la distancia medida, éste haya alcanzado la velocidad promedio. Es decir, el avance no se mide con el equipo desde su posición de detenido.







e) Otros ajustes necesarios son :

- Nivelar el equipo longitudinal y transversalmente.
- Ajustar la altura de la barra al suelo, de tal forma que la distancia desde la boquilla al punto de aplicación sea igual a la distancia entre boquillas.
- Verificar el correcto funcionamiento del manómetro y del regulador de presión.

3.6 Pulverizadores hidráulicos de enganche integral al tractor.

Comúnmente conocido como bomba de aplicación, el pulverizador es una de las últimas máquinas agrícolas que el agricultor ha incorporado en forma generalizada a partir de los años ochenta. Hoy se trata de una máquina indispensable en las explotaciones agropecuarias y cada día más, debido al aumento del trabajo de conservación,

así como a un mejoramiento de la eficiencia y a la reducción de precios en los agroquímicos.

Los pulverizadores hidráulicos los podemos clasificar en función de la forma en que avanzan sobre el terreno pulverizado. Los más comunes son los usados en tratamiento de praderas, cereales, cultivos extensivos y cultivos en hilera, tanto de secano como de riego. Se caracterizan por ir suspendidos sobre los tres puntos traseros del tractor y no contar con ruedas. Sus capacidades varían entre los 400- 2.200 litros, limitadas fundamentalmente por la capacidad de elevación del tractor. El principal inconveniente de estos equipos es su limitada autonomía al estar directamente relacionada con la capacidad del depósito.

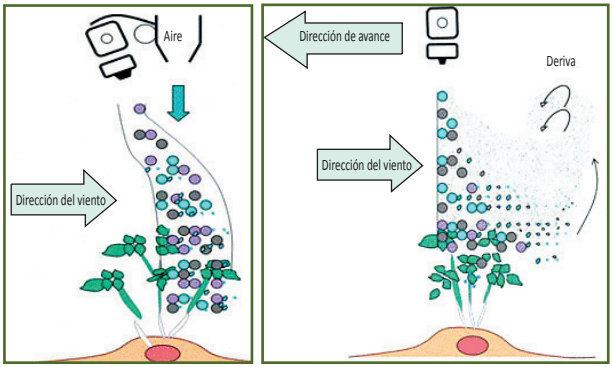
Como ventaja de estos equipos se puede señalar su gran versatilidad para usarse en diferentes tipos de cultivo y pradera

3.7 Pulverizadores hidráulicos asistidos por aire.

Dentro de los recursos técnicos disponibles para reducir la deriva está la aplicación con cortina de aire. Aquí, una turbina insufla aire a través de una manga, desde la barra hacia la superficie del cultivo formando una cortina neumática. La acción del aire origina una barrera, disminuyendo la acción del viento. El aire emitido sobre el cultivo, choca con éste y lo mueve, mejorando la penetración de la pulverización.

La corriente de aire generada detrás de la boquilla con una alta velocidad, provoca una aislación total de las condiciones ambientales, ayudando a la gota alcanzar el objetivo. Además, la corriente de aire provoca un movimiento del follaje que brinda adecuada penetración, asegurando que las gotas puedan llegar a ambos

lados de las hojas del cultivo o malezas. Por lo tanto, se disminuyen las pérdidas por deriva, características de las aplicaciones tradicionales con viento o elevada velocidad de avance.



Equipo asistido por aire *Equipo convencional*

Ventajas de las barras con cortina de aire.

Disminución de la deriva. La cortina de aire, impulsa las gotas pulverizadas en dirección al blanco. Existe cerca de un 50% de reducción de la deriva utilizando el pulverizador de barras con cortina de aire.

Uso de menor volumen de agua. Con la cortina de aire es posible utilizar boquillas de abanico con caudales entre 300 y 500 ml/min con poco riesgo de deriva; siendo cada vez más común la utilización de volúmenes de pulverización entre 50 y 100 l/ha.

Mayor producción diaria. El uso de bajos volúmenes de agua aumenta considerablemente la capacidad de pulverización del equipo. El uso de cortina de aire es fundamental para trabajar con volúmenes de pulverización menores de 100 l/ha (herbicidas).

Menor número de paradas debido al viento. Con pulverizador de cortina de aire, es posible aplicar con velocidades de viento de hasta 35 km/h, sin que exista una deriva importante.

Menor número de reabastecimientos. La posibilidad de trabajar con menores volúmenes de agua aumenta la producción diaria del equipamiento y consecuentemente disminuye el número de reabastecimientos de agua necesarios, facilitando la operación de pulverización.

LITERATURA CONSULTADA.

- Contreras, E. y Zapata, M. 2000. Técnicas de aplicación de pesticidas utilizando pulverizador manual. 20 p. Boletín Técnico N° 29. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Carillanca, Temuco, Chile.
- Espinoza, N. 1981. Control químico de malezas. 44 p. Boletín Divulgativo N° 87. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Carillanca, Temuco, Chile.
- Huici, O. 2004. Aplicación de productos en campo. Fundamentos técnicos para el uso y manejo de plaguicidas. Cartilla N° 3, Proyecto PLAGBOL, La Paz, Bolivia.
- Leiva, P. Protocolo y calibración de equipos pulverizadores terrestres. Versión 1.0 / 2008. Especialista en protección vegetal-INTA Pergamino (Buenos Aires)
- Murillo, W. 2009. Tecnología de aplicación de agroquímicos con equipos manuales. Managua, Nicaragua.
- Padilla, M. y Ordoñez, M. Calibración de equipo de aspersión y dosificación de plaguicidas. Capítulo N° 12. p. 195-210.
- Manual de aplicación de plaguicidas: URL:http://www.emagister.com/manual/web/cursogratis/frame?idCentro=61174090033066666748506549694552&idCurso=677970700522484866564948695045 57. Leído el 25-04-2011.