

# Consideraciones técnicas sobre los principales equipos de aplicación de plaguicidas en América Central

Jaime E. García G.

## Resumen

Después de mencionar los sistemas mayoritariamente empleados para la aplicación de plaguicidas, se describen y comentan aspectos relativos a los equipos de aplicación más utilizados en América Central (pulverizadoras y nebulizadoras), tales como sus partes y funcionamiento, así como al uso y mantenimiento mínimo necesarios que deben darse a éstos. Posteriormente, se presenta una clasificación de las aplicaciones líquidas de plaguicidas con base en los volúmenes de caldo de plaguicida utilizados, destacando que existen significados diferentes para estas categorías, según se trate de cultivos anuales o de árboles y arbustos. Por último, se describe la capacidad de trabajo de los principales equipos de aspersión y se hacen algunas observaciones importantes relacionadas con el uso, el mantenimiento y la reparación de los equipos de aplicación, así como los factores que deben considerarse para realizar

una selección adecuada del equipo de aplicación por utilizar.

**Descriptor:** plaguicidas, técnicas de aplicación, equipos de aplicación, pulverizadoras, nebulizadoras, América Central.

## Introducción

Por lo general, los métodos de aplicación de plaguicidas se agrupan en aéreos y terrestres.

En relación con las aplicaciones terrestres, los sistemas más utilizados en la agricultura centroamericana son:

- Rociado con equipo manual (con aumento de presión manual o por motor).
- Rociado con equipo mecánico.
- Rociado con equipo portátil de volúmenes ultrabajos (UBV).<sup>1</sup>
- Rociado con equipo motorizado (eléctrico-baterías) de volúmenes ultrabajos (UBV).
- Aplicación a mano (cebos).

1. Corresponde al término en inglés "Ultra Low Volumen" (ULV).

En algunas circunstancias (v. gr. terrenos montañosos, pantanosos o en grandes extensiones), es más ventajoso realizar aplicaciones aéreas. Sin embargo, a pesar de los beneficios logrados con este tipo de aplicaciones, con ellas se han generado nuevas condiciones de exposición y riesgo, tanto para los trabajadores como para el medio circundante, especialmente por problemas de deriva. Con el fin de ejercer un mayor control sobre los plaguicidas arrastrados a la deriva, así como por razones de tipo técnico, en algunos países los helicópteros han reemplazado a las aeronaves de alas fijas.

A la vez, dentro de cada sistema de aplicación, existen diversas modalidades.

El objetivo de este artículo es describir y realizar algunas consideraciones importantes sobre los equipos de aplicación de plaguicidas más utilizados en la región centroamericana. Además, se pretende destacar sus principales particularidades, así como dar algunas indicaciones importantes relacionadas con su mantenimiento y los factores que rigen la selección del equipo de aplicación.

## Pulverizadoras

Así se designan los equipos en que el líquido es sometido a presión dentro de una cámara, con la finalidad de que sea fraccionado en gotas pequeñas al momento de su aplicación. Suele ser la manera más común de aplicar los plaguicidas en forma líquida.

La fase líquida generalmente es constituida por agua, pero también pueden emplearse aceites ligeros.

Los volúmenes aplicados varían considerablemente, dependiendo del tipo de equipo, del cultivo y de la cantidad de follaje en el momento de la aplicación, así como del producto por aplicar.

Es necesario que el líquido aspergado tenga una cobertura adecuada y pueda cuantificarse, ya sea por el número de gotas/cm<sup>2</sup> o por el porcentaje total de superficie cubierta, con lo cual cobra importancia el volumen de caldo aplicado.

El número de gotas que deben aplicarse depende de:

- i. El modo de acción o el momento de aplicación del plaguicida (ver cuadro 1).

**Cuadro 1.**  
Cobertura recomendable en la aplicación líquida de herbicidas, insecticidas y fungicidas, según el modo de acción o el momento de su aplicación

PLAGUICIDA	MODO DE ACCION O MOMENTO DE APLICACION	COBERTURA (N° DE GOTAS/CM <sup>2</sup> )
Herbicidas	Preemergentes	20-30
	Postemergentes	30-40
Insecticidas	Sistémicos y translaminares	20-30
	Contacto	20-30
Fungicidas	Sistémicos	20-30
	Protectores	50-70

FUENTE: Matarrita y Domián (1996).

- ii. La formulación del plaguicida.
- iii. La superficie a la cual se dirige la aplicación (hojas, fruto, insectos, otras).

El tamaño de la gota está condicionado por las propiedades físicas del caldo, así como por el tipo y el estado de operación de las boquillas y el equipo utilizado. En toda pulverización existe una gran diversidad de tamaño de las gotas.

En general, las gotas con longitud de 100 microgramos ( $\mu\text{m}$ ) son retenidas eficientemente por los insectos y el follaje. Sin embargo, cuando se desea

disminuir los problemas de deriva, es conveniente pulverizar con gotas de  $250 \mu\text{m}$  de longitud.

Los tipos de pulverizadoras más comunes en nuestro medio son:

1. BOMBA DE ESPALDA MANUAL. Este pulverizador está compuesto por un tanque diseñado para mantenerse en forma vertical sobre el suelo y que, al ser cargado por el aplicador, se acomode a su espalda.

En la figura 1 se destacan los componentes de este tipo de pulverizadoras.

Su principio de funcionamiento es sencillo: con la palanca se acciona el

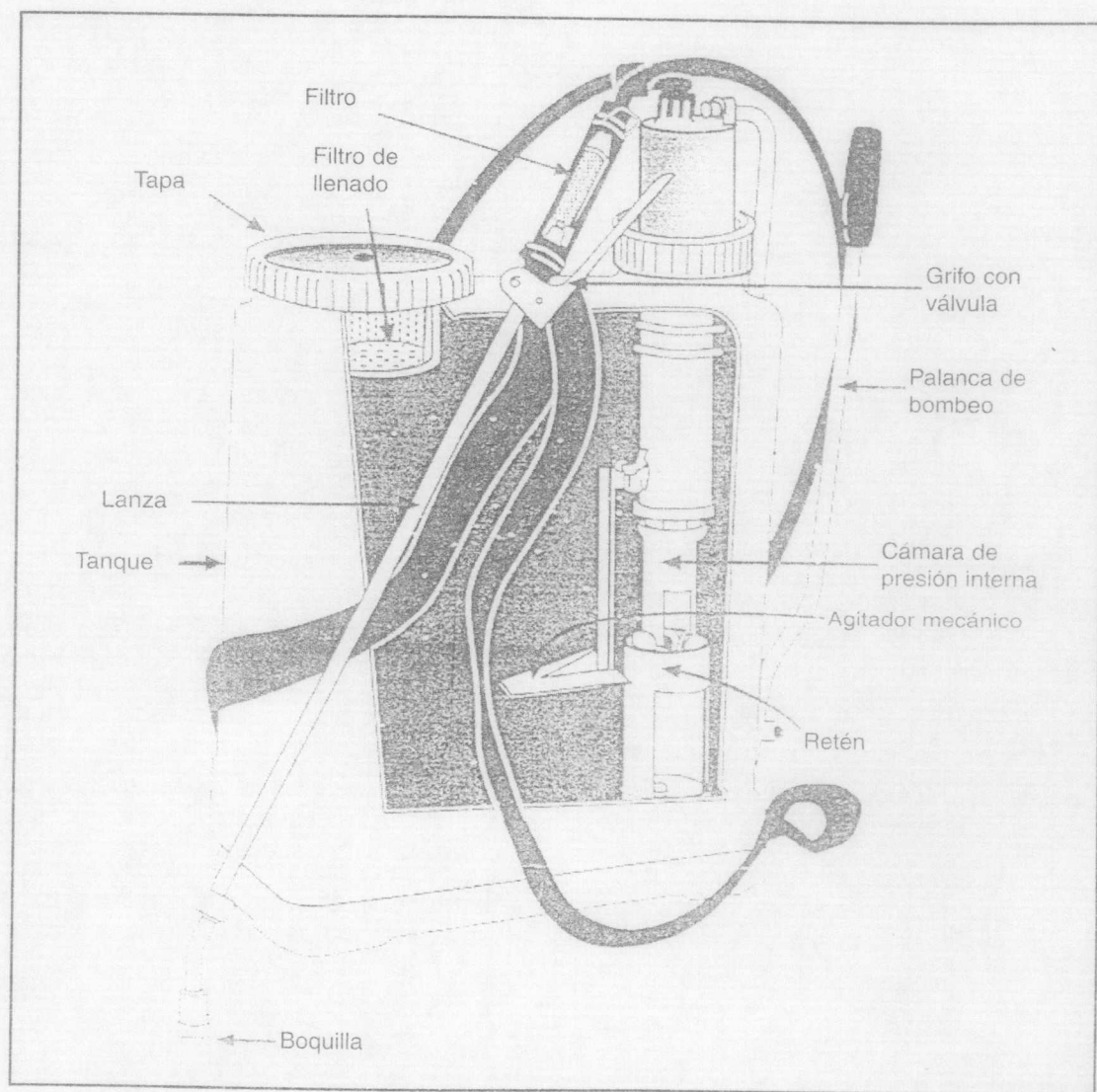


Figura 1  
Partes principales de una bomba de espalda manual.

pistón que impulsa el caldo a la cámara de presión y, al abrir la llave de paso, el caldo sale por la boquilla, pulverizado en forma de nube.

La cámara de presión de estos equipos puede ser interna o externa. En cualquier caso, es deseable que el tanque de la pulverizadora tenga un agitador, con el fin de mantener una mezcla homogénea del caldo.

Dado que este tipo de equipo es el más utilizado en los países de la región, especialmente por los pequeños agricultores, en el cuadro 2 se dan algunas recomendaciones básicas relacionadas con su mantenimiento.

2. BOMBA DE ESPALDA RADIAL O DE MOTOR (ATOMIZADOR RADIAL). En la figura 2 se señalan los componentes de las bombas de espaldas radiales.

Este equipo está constituido por un motor de dos tiempos que acciona una turbina, la cual produce una corriente de aire que disgrega el caldo en gotas de diferentes tamaños. El caldo cae por gravedad hasta la salida; en algunos casos es succionado por una centrifuga que funciona con el agua. Es importante tener en cuenta que NUNCA debe ponerse a funcionar la bomba si no que haya agua en el tanque.

La descarga del caldo es regulada por un dosificador que tiene varias graduaciones, aunque también existen bombas con boquillas.

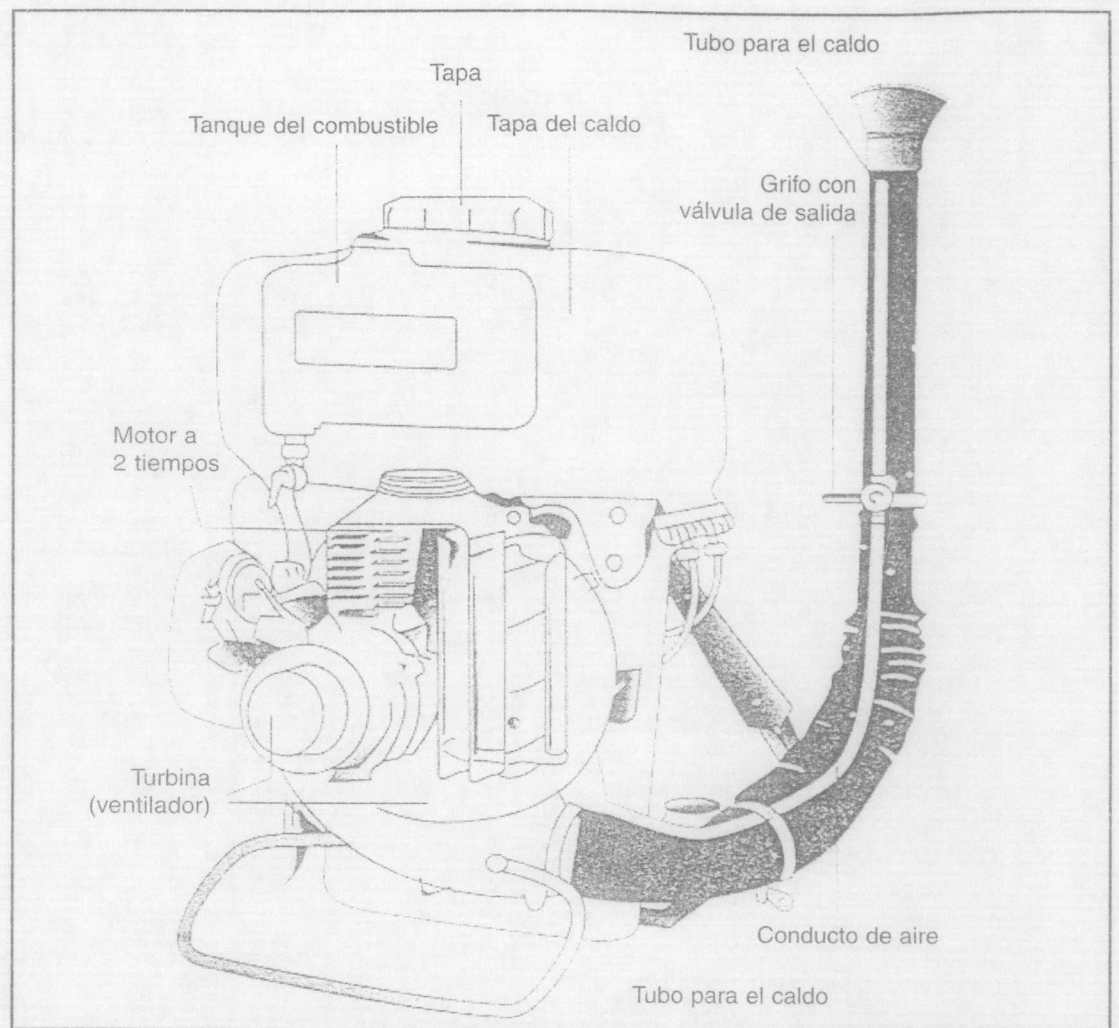
En el extremo de la lanza pueden utilizarse unos accesorios llamados "nozzas" los cuales regulan el ángulo de salida del producto. También se les puede adaptar una turbina para producir nubosidad.

#### Cuadro 2

##### Indicaciones para el mantenimiento de una bomba de espalda manual

- Quitar el polvo y la suciedad que puedan haberse acumulado durante el almacenamiento.
- Lavar bien el equipo, después de cada jornada, con agua limpia, haciendo circular por todo el sistema, con cuidado de no contaminar fuentes de agua con los lavados.
- Lavar bien el tanque y las cañerías del equipo con agua limpia para evitar que se sedimenten restos del producto aplicado.
- Desmontar y limpiar la boquilla utilizada, así como todos los filtros del sistema.
- Añadir detergente al agua con que se está efectuando la limpieza del equipo, en caso de que persistan restos de la formulación utilizada.
- Armar de nuevo el equipo.
- Agregar agua limpia nuevamente y poner a funcionar el equipo, para asegurarse de que no queden fugas en el sistema.
- Drenar toda el agua del sistema de conducción y poner el equipo a secar en un lugar seguro.
- Si el fabricante recomienda aplicar lubricantes en alguna parte del equipo, esto debe realizarse antes de guardarlo.

FUENTE: Matarrita (1992).



**Figura 2**  
Partes principales de una bomba de espalda radial (Ciba-Geigy, s.f.).

El tamaño de gota con estos equipos oscila entre 50 y 250  $\mu\text{m}$ .

3. EQUIPOS ESTACIONARIOS. Existen dos tipos de sistemas de aspersión estacionarios: móvil (aspersora acoplada al tractor) y fijo. En la figura 3 se esquematiza un sistema de aspersión estacionario móvil.

En los sistemas de aspersión estacionarios fijos, el motor varía de tamaño, dependiendo de la capacidad de la bomba utilizada. Este puede ser de dos o de cuatro tiempos pero también puede utilizar un motor eléctrico o acoplarse a la toma de fuerza de un tractor. Las bombas pueden ser de varios tipos, de los cuales destacan los siguientes:

i. *Bombas de pistón o de émbolo.*

En la figura 4 se representa una bomba de pistón con sus principales partes.

El funcionamiento de este tipo de bomba puede dividirse en los siguientes pasos:

- Al retroceder el émbolo de la bomba se levanta la válvula de aspiración.
- El caldo de pulverización es transportado, con lo cual se llena el cilindro.
- Al avanzar el émbolo, éste ejerce presión sobre el caldo de pulverización aspirado en dirección del canal de presión. Durante este proceso se eleva la válvula de presión,

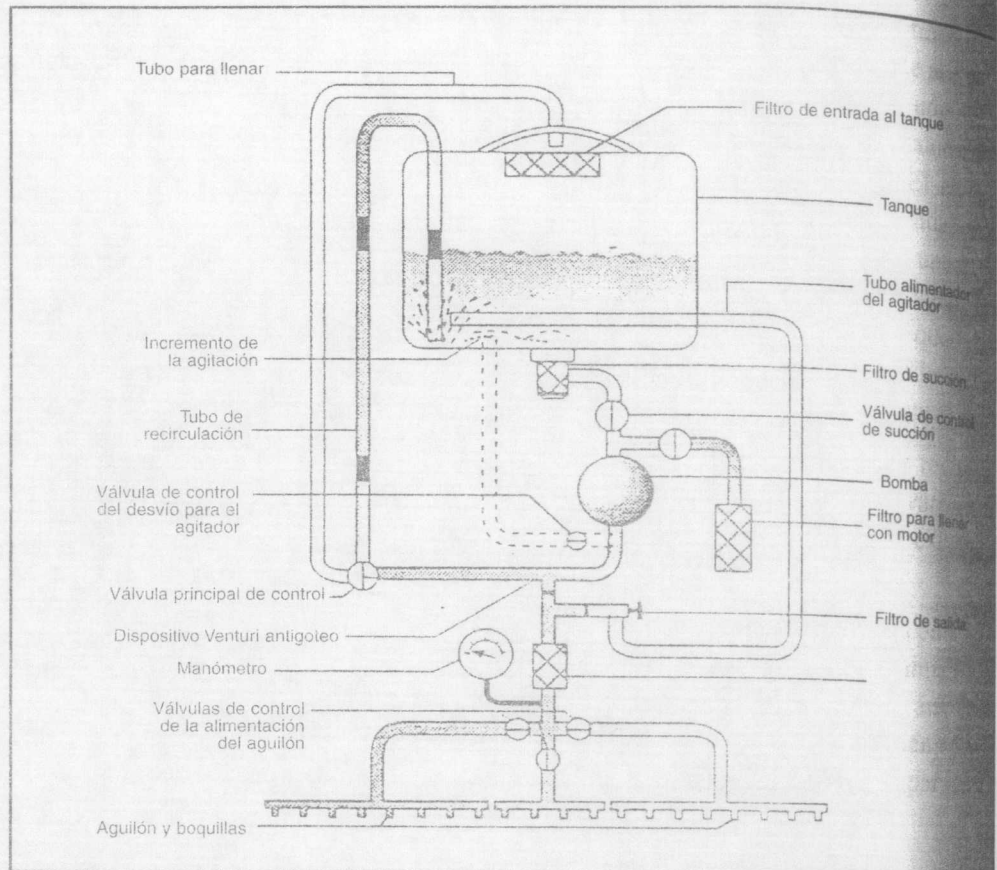


Figura 3  
Esquema de un sistema de aspersión estacionario móvil (Matthews, 1988).

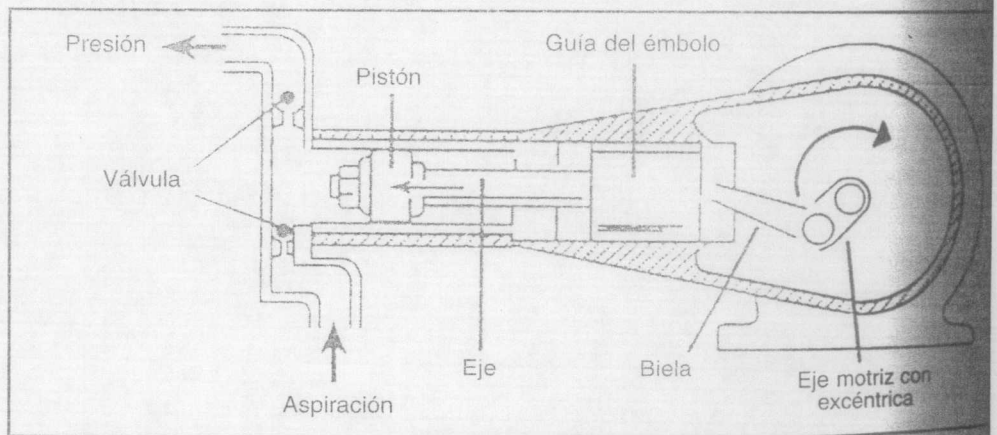


Figura 4  
Partes de una bomba de pistón (Matarrita, 1992).

éste baja la válvula de aspiración a su lugar de alojamiento y cierra el canal de aspiración al paso del caldo. Por encima del canal de presión están situados una o dos cámaras de aire.

– El aire, comprimido aquí por el pistón, reduce los impulsos de la carrera del émbolo.

Entre las ventajas sobresalientes de este tipo de bomba se señalan:

güentes: muy robusta, de larga vida y reducido desgaste. Sin embargo, tiene las siguientes desventajas: alto costo, muy pesada y de gran tamaño. Por otra parte, el agua sucia y las formulaciones de polvos mojables (PM) pueden afectar su buen funcionamiento con el tiempo, debido al desgaste sobre el émbolo y el cilindro.

ii. *Bombas de membrana.* Las bombas de membrana se componen de la carcasa del émbolo y de una o varias cámaras de membranas (ver figura 5).

El movimiento de la membrana se efectúa por medio de la biela con émbolo, la cual es accionada por un eje motriz mediante una excéntrica. De esta forma, en una membrana se produce presión y en la otra aspiración. En los conductos de comunicación de las cámaras a la conducción de aspira-

ción y de presión van alojadas válvulas que accionan la entrada y la salida del caldo.

Entre las ventajas de estos tipos de bombas se encuentran las siguientes: más baratas, ligeras y resistentes al desgaste que las bombas de pistón. Como desventaja se cita el hecho de que la vida de la bomba depende de las membranas, y en algunos casos, el que los disolventes orgánicos pueden dañar las membranas.

## Nebulizadoras o termonebulizadoras

El principio básico de la nebulización consiste en producir gotas con diámetros menores o iguales a 25  $\mu\text{m}$ , para lo cual se requiere de productos formulados para tal fin; es decir, aplicables con la técnica de UBV. Con es-

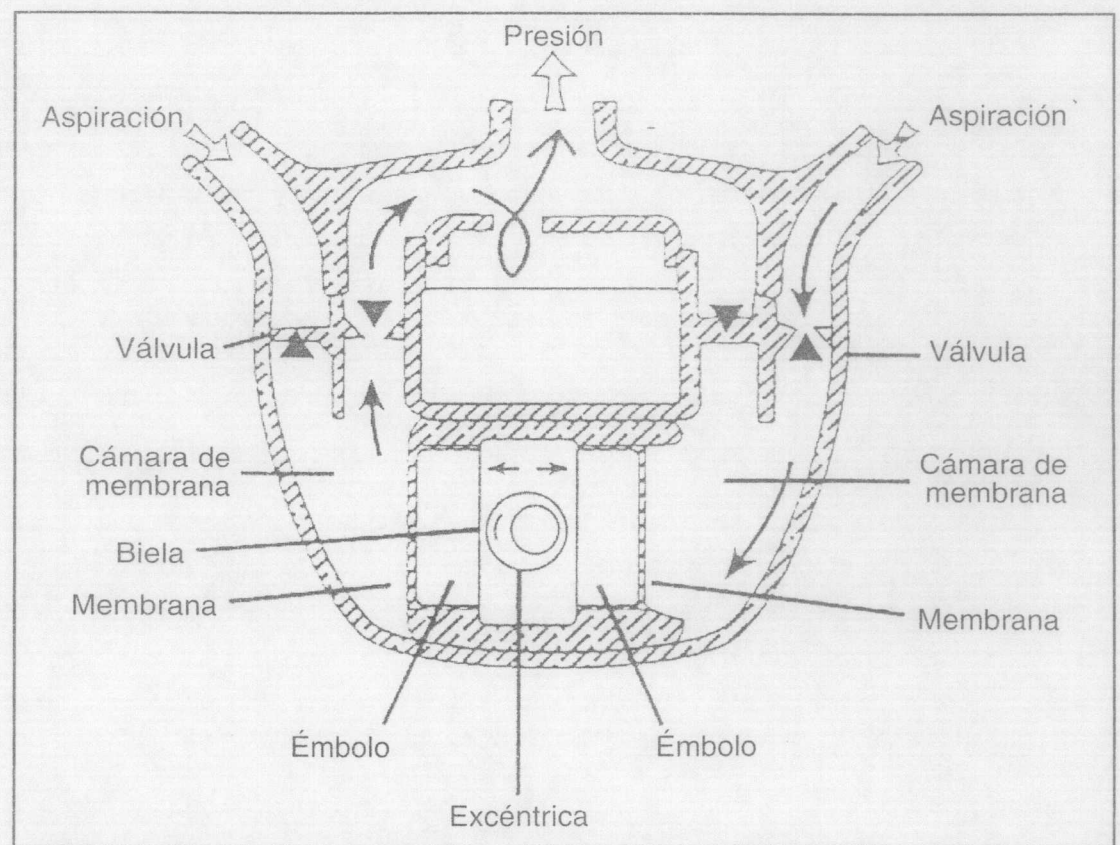


Figura 5  
Partes de una bomba de membrana (Matarrita, 1992).

988).

por el b  
os de p  
olo.  
ntes de e  
an las s

ta técnica se utilizan volúmenes bajos de plaguicidas, en forma concentrada, con lo cual se ahorra tiempo y dinero.

Debido al pequeño tamaño de las gotas, esta técnica se recomienda especialmente para áreas cerradas, como invernaderos, silos, interiores de furgones y bodegas. En estos casos se evita la contaminación de áreas adyacentes por efecto de deriva y se logra una cobertura del producto de casi el 100%. Para ello se hace uso de rociadoras diseñadas para tal fin denominadas termonebulizadoras (Figura 6)

Estos equipos están compuestos por una unidad propulsada con gasolina, una cámara de combustión, donde se originan altas corrientes de aire caliente que arrastran la mezcla que se inyecta al final del tubo resonador, un tanque de depósito y un juego de pilas secas (baterías) que dan la energía inicial.

En el cuadro 3 se dan algunas recomendaciones básicas relacionadas con su mantenimiento.

En los cuadros 4 y 5 se indican algunas directrices importantes relacionadas con el uso de equipos con motores de dos y cuatro tiempos, respectivamente.

En ambos casos, las labores de mantenimiento recomendadas son las siguientes:

1. Limpiar las bujías (candelas) cada 100 horas de trabajo.
2. Si tienen bobina y se presentan problemas por falta de chispa, la bujía debe revisarse primero. Si está buena, la bobina es la que debe cambiarse.
3. Limpiar el filtro de aire cada cinco días.
4. Limpiar el filtro de la gasolina cada 50 horas de trabajo.
5. Revisar y limpiar el "check" de la bomba cada vez que se precalda o cuando se pierda la presión en las boquillas o pistolas.
6. Cambiar las boquillas y los pistoles cuando el volumen de descarga sea mayor al 10% con respecto a lo contenido en la calibración del equipo.
7. Al final de cada aplicación poner el equipo a funcionar con agua limpia para eliminar los residuos del producto utilizado.

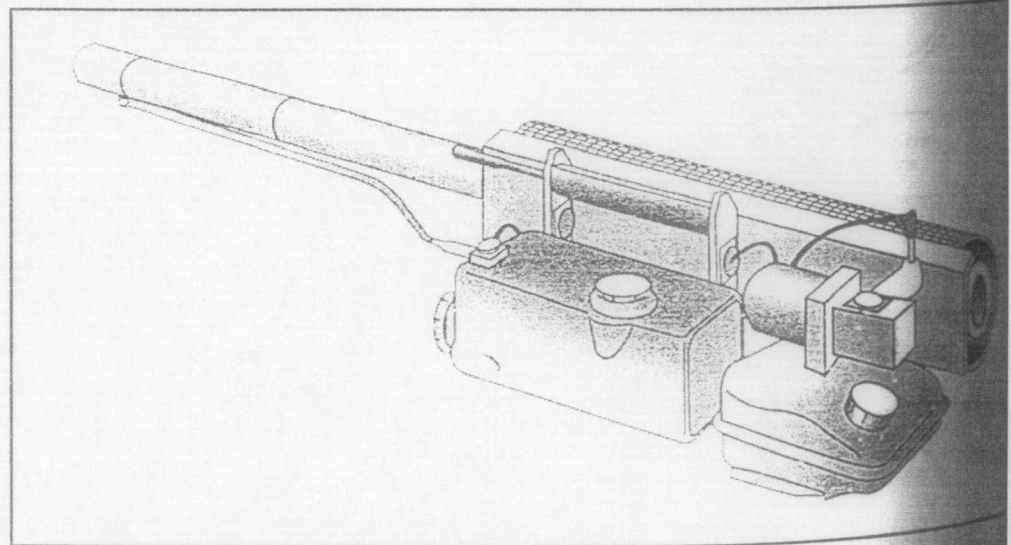


Figura 6  
Modelo de nebulizadora térmica (Motan, s.f.).



### Cuadro 3

#### Indicaciones para el mantenimiento de termonebulizadoras

- Usar gasolina limpia y sin aceite.
- Revisar regularmente la bujía y cambiarla en caso de deterioro.
- Descarboxinar el tubo de explosión de la gasolina.
- Usar mezclas de plaguicidas homogéneas y sin basuras.
- Abrir la llave de paso del plaguicida hasta que la máquina esté encendida y cerrarla antes de apagarla.
- Una vez apagada se debe descomprimir tanto el tanque del combustible como el tanque de la mezcla.
- Al encender la máquina, abrir el botón del gas totalmente y cerrar nuevamente hasta un cuarto de vuelta (esta indicación puede variar según la marca del aparato, por lo que se recomienda seguir las instrucciones del manual respectivo).
- Si el equipo no arranca a los 10 bombeos, cerrar la llave e iniciar de nuevo el proceso.
- Nunca dejar producto en el tanque de gasolina ni de mezcla de un día a otro.
- En caso de haber dejado remanentes de algún tipo durante varios días, debe limpiarse el sistema nuevamente.

FUENTE: Matarrita (1992).

### Cuadro 4

#### Indicaciones para el uso de motores de dos tiempos

- Agregar 188 mililitros (mL) de aceite fuera de borda (NO USAR GASOLINA SUPER) a los primeros cuatro litros de gasolina. Posteriormente, la mezcla debe ser de 39 mL de aceite por cada litro de gasolina (ver recomendaciones del fabricante).
- Antes de arrancar el motor, debe agitarse la mezcla de gasolina con el aceite. Lo mismo debe hacerse cada vez que se agrega combustible al tanque del motor.
- La palanquilla que permite la entrada de aire ("choke") al carburador debe estar en posición cerrada antes de arrancar el motor. Una vez que arranca, debe abrirse.
- Al arrancar la válvula de presión ésta ha de estar en la posición cero. Durante las primeras 50 horas, debe trabajarse a la presión media.
- La presión de aire de la cámara de presión debe ser la recomendada por el fabricante.
- Cuando observe que el aceite se pone lechoso y que sale por la copa, debe pararse inmediatamente el motor.
- Para apagar el motor, debe cerrarse la llave de la gasolina y dejar que se gaste el combustible que está en el carburador, hasta que el motor se apague.
- Si el equipo va a pasar dos o más días sin uso, debe sacarse la gasolina del tanque.
- Comprar la gasolina que se consume en 15 días porque después de este tiempo se pierde potencia.

FUENTE: Tomado, con ligeras modificaciones, de Matarrita (1992).

**Cuadro 5**  
**Indicaciones para el uso de motores de cuatro tiempos**

- Usar gasolina limpia y sin aceite.
- Cambiar el aceite multigrado (20W-50W) después de las primeras ocho horas de trabajo.
- Posteriormente a este primer cambio de aceite, seguir haciéndolo cada 25 horas de trabajo.
- Limpiar y calibrar las bujías según las indicaciones del fabricante.
- Si el equipo no se va a utilizar por períodos largos, se recomienda poner el motor a funcionar cada ocho días durante cinco minutos, utilizando agua limpia para proteger el diafragma de la bomba.

FUENTE: Matarrita (1992).

8. Cambiar las bujías y el aceite de la bomba del equipo cada 200 horas de trabajo.

### Clasificación de las aplicaciones de acuerdo con el volumen aplicado

Como puede observarse en el cuadro 6, los volúmenes de caldo de plaguicida por aplicar en los diferentes cultivos se han dividido en cinco categorías. Además, es importante notar que existen significados diferentes para estas cate-

gorías, según se trate de cultivos anuales o de árboles y arbustos.

Con la aplicación de volúmenes altos se logra disminuir:

- i. El costo y la energía de acarrear los diluyentes (generalmente agua).
- ii. El tiempo requerido para hacer aplicaciones.

Sin embargo, la decisión del volumen por utilizar en una aplicación determinada deberá considerar también:

- i. Las características particulares de la plaga por controlar (ciclo biológico).

**Cuadro 6**  
**Clasificación de los volúmenes usuales aplicados a diferentes cultivos en litros por hectárea (L/ha).**

APLICACIONES DE...	CULTIVOS ANUALES	ARBOLES Y ARBUSTOS
Alto volumen	>600	>1000
Mediano volumen	200-600	500-1000
Bajo volumen	50-200	200- 500
Muy bajo volumen	5- 50	50- 200
Ultra bajo volumen	< 5	< 50-

FUENTE: Matthews, 1988.

- gico, comportamiento de la plaga dentro del cultivo, otras).
- ii. La densidad de siembra y el estado de desarrollo del cultivo.
  - iii. Los tipos de formulaciones de los plaguicidas disponibles en el comercio. Así, para aplicaciones a UBV se requiere de formulaciones especiales preparadas para tal fin (v. gr. sumitió, malatió, deltametrina).
  - iv. El equipo de aplicación disponible.
  - v. Posibles efectos colaterales indeseables dentro o fuera del terreno de cultivo.

## Capacidad de trabajo de algunos equipos de aspersión

Como puede observarse en el cuadro 7, la capacidad de trabajo es dependiente, entre otras cosas (v. gr. topografía del terreno), del equipo de aspersión que se tenga, así como del volumen del caldo por aplicar.

## Uso, mantenimiento y reparación del equipo de aplicación

Los distribuidores y aplicadores deben asegurarse de que haya equipos adecuados para la aplicación de plaguicidas, de que estén en buenas condiciones y que se cuente con un surtido completo de repuestos, disponibles en todo momento. Además, los manuales de los fabricantes sobre operación, reparación y repuestos de los equipos, deben estar a disposición del usuario.

A continuación se dan algunas indicaciones importantes que deben seguirse a la hora de utilizar equipos de aplicación de plaguicidas:

- Limpiar y revisar el equipo de aplicación al final de cada día de trabajo. Poner particular atención a la limpieza completa y total del equipo, si no va a usarse por algún tiempo, ya que los residuos de plaguicidas pueden causar corrosión y obstrucción del equipo.

**Cuadro 7**  
**Capacidad de trabajo de varios equipos de aspersión**

EQUIPO DE ASPERSIÓN (VOLUMEN POR APLICAR)	SUPERFICIE TRATADA/DÍA (HECTÁREAS)
Mochila manual (n.e.)	1-2
"Handy"* (10-20 L/ha)	2-3
Aplicador UBV (1-5 L/ha)	5
Tractor (300 L/ha)	10-15
Tractor (150 L/ha)	15-25
Avión (30 L/ha)	300-500

n.e. = no especificado.

\* Asperjadora manual, con baterías, que permite la aplicación de herbicidas en formulaciones líquidas a bajo volumen sin necesidad de bombear.

FUENTE: Ciba-Geigy (s.f.).

- Llevar al campo los repuestos y herramientas indispensables y necesarios para hacer cualquier reparación rápida cuando sea factible ahí mismo, por ejemplo: tornillos, boquillas, gasas para mangueras, baterías, tapones, desarmadores, llaves de tuercas y alicates.
- No usar equipos con fugas, ya que los derrames podrían causar contaminación de la piel y provocar una mala aplicación, además de causar daño al cultivo y estar desperdiciando el producto.
- No usar equipo de mala calidad, ya que puede ser peligroso. Una aplicación inadecuada o defectuosa puede causar daño a la cosecha y ser un desperdicio de tiempo y dinero.
- Es importante calcular bien las operaciones de preparación de las soluciones o mezclas por aplicar, de manera que no queden sobrantes que desechar ni guardar.

- Después de la aplicación debe limpiarse de cualquier desecho o residuo del producto. De igual manera el equipo de aplicación debe vaciarse y limpiarse correctamente.

## Consideraciones adicionales

En la figura 7 se muestran los factores principales que deben considerarse en la selección del equipo de aplicación.

Por otra parte, es indispensable dar al equipo un mantenimiento de rutina, especialmente de los componentes accesibles sujetos a un mayor desgaste (v. gr. boquillas) u obstrucción (v. gr. filtros). Además, hay que tomar en cuenta que algunos de los componentes químicos de las formulaciones líquidas de ciertos plaguicidas tienen la capacidad de disolver determinadas partes del equipo de aplicación, como plásticos (v. gr. PVC), o bien, alterar la consistencia original de ciertos empaques.



Figura 7  
Factores que rigen la selección del equipo de aplicación  
(Matthews, 1988).

gr. los solventes isoforona y ciclohexanona). En tanto, algunas formulaciones granuladas o de polvos humectables tienden a desgastar otras partes de la rociadora (v. gr. boquillas).

Al lector interesado en conocer más sobre temáticas relacionadas con el uso y el manejo de los plaguicidas se le remite a la lectura de la obra "Introducción a los plaguicidas" (García, 1997).

## Agradecimiento

El autor desea dejar constancia de su agradecimiento a los agrónomos Luis Matarrita y Carlos Domián, coordinadores del Programa de Educación en Manejo de Plaguicidas MAG-Cámara de Insumos Agropecuarios, así como al M.Sc. Marcos Chaves de la Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), por la revisión y las sugerencias que realizaron al borrador de este trabajo.

## Bibliografía

- BCPC (British Crop Protection Council) 1986. *Nozzle selection handbook*. Dramrite Printers Ltd.: London. 40 p.
- CIBA-GEIGY s.f. *Manual de la aplicación terrestre*. 82 p.
- DEUTSCH, A. 1974. *Equipos pequeños para aplicar plaguicidas: Su selección, uso y mantenimiento*. Agricultura de las Américas. Febrero: 41-43.
- FREÍDLE, J.M.; ALVARADO, M.A.; Padilla, C. 1985. *Técnica De aplicación en el cultivo del café*. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Sanidad Vegetal, Convenio Costarricense-Alemán (MAG-GTZ). Serie Técnica N° 1. San José, Costa Rica. 58 p.
- GARCÍA, J.E. 1997. *Introducción a los plaguicidas*. EUNED: San José, Costa Rica. 476 p.
- LÜDERS, W. 1979. *Pflanzenschutzmaschinen und deren Einsatz: Anwendungs-verfahren, Anwendungstechnik. Maschinentechnik*. Pflanzenschutzdienst Baden-Württemberg. Stuttgart, Deutschland, 502 S.
- MABBETT, T. 1992. *Bridging the gap. Agribusiness Worldwide*. 14(6): 18, 20.
- MATARRITA, L. 1992. *Equipos de aplicación terrestre*. Programa de Educación sobre Manejo Seguro de Plaguicidas MAG-CAMAZRA. Cámara Nacional de Importadores, Fabricantes y Distribuidores de Insumos Agropecuarios. San José, Costa Rica. 28 p.
- MATARRITA, L.; DOMIAN, C. 1996. *Programa de Educación sobre Manejo Seguro de Plaguicidas MAG-CAMARA*. Cámara Nacional de Importadores, Fabricantes y Distribuidores de Insumos Agropecuarios. San José, Costa Rica. Comunicación personal.
- MATTHEWS, G.A. 1988. *Métodos para la aplicación de pesticidas*. CECSA: México. 365 p.
- MOTAN s.f. *El procedimiento de nebulización swingfog*. Isny im Allgäu, Alemania.
- PÉREZ S., V.M.; PELECANO M., J. S.F. *Información sobre boquillas*. Compañía Costarricense del Café, S.A. (CAFESA). Circular Técnica N° 96. 10 p.
- QUIRÓS, A. 1993. "Equipos de aplicación de plaguicidas". En *Resúmenes de las conferencias presentadas en el segundo curso de "Regencias Agrícolas con Énfasis en Plaguicidas"*. Convenio de Capacitación Colegio de Ingenieros Agrónomos-Cooperativa de Capacitación de Profesionales en Ciencias Agrícolas (COOPROCA). 6-9 DE SEPTIEMBRE DE 1993. San José, Costa Rica. Volumen II. s.p.
- SPRAYING SYSTEMS CO. 1989. *Boquillas de aspersión y accesorios*. Illinois, U.S.A. Catálogo 50A-M métrico.
- SPRAYING SYSTEMS CO. 1987. *Spray nozzle maintenance handbook*. Illinois, U.S.A. Technical Manual Mr. 403. 56 p.