

**BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS
EN LA APLICACIÓN
DE LOS FITOSANITARIOS**



**MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO**

Secretaría General Técnica: Alicia Camacho García. **Subdirector General de Información al Ciudadano, Documentación y Publicaciones:** José Abellán Gómez. **Director del Centro de Publicaciones:** Juan Carlos Palacios López. **Jefa del Servicio de Producción y Edición:** M.^a Dolores López Hernández.

Edita:

© Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

Distribución y venta:

Paseo de la Infanta Isabel, 1
Teléfono: 91 347 55 51- 91 347 55 41

Maquetación, impresión y encuadernación:

Centro de Publicaciones del MARM

Fax: 91 347 57 22
Plaza San Juan de la Cruz, s/n
Teléfono: 91 597 60 81
Fax: 91 597 66 01

Tienda virtual: www.marm.es
e-mail: centropublicaciones@marm.es

NIPO: 770-08-158-3

Depósito Legal: M-59160-2008

Catálogo general de publicaciones oficiales:

<http://www.060.es> (servicios en línea/oficina virtual/Publicaciones)

Datos técnicos: Formato: 17x24 cm. Caja de texto: 12x19 cm. Composición: dos columnas. Tipografía: Arial a cuerpos 10 y 14. Encuadernación: fresado. Papel: Interior en offset de 100 g. Cubierta en cartulina gráfica de 250 g. Tintas 4x4.

Presentación

Nuestra Sociedad, mayoritariamente urbana, es cada vez mas exigente en lo que respecta a la calidad de los alimentos que recibe, y sensible a todo lo que se relaciona con las prácticas agrícolas que pueden afectar al ambiente.

En consecuencia, los empresarios agrarios deben de garantizar que sus procesos productivos son respetuosos con el ambiente, a la vez que las técnicas agrícolas que utilizan proporcionan unos alimentos de calidad, sin residuos que puedan afectar a la salud de los consumidores.

A este respecto, la utilización responsable de lo productos fitosanitarios es de importancia primordial, ya que va a incidir directamente sobre el ambiente, a la vez que sirve para controlar las plagas de los cultivos, consiguiendo unas cosechas de primera calidad.

En el estado actual del conocimiento, los productos fitosanitarios son imprescindibles, ya que constituyen la base de la defensa de las cosechas frente a las plagas, y hacen rentable la producción de alimentos de calidad. Así, prescindir del empleo de los herbicidas daría lugar a unas pérdidas de producción entre el 20 y el 30% como valor medio, pudiendo llegarse frecuentemente a valores de hasta el 75%. Otro tanto puede decirse de los insecticidas y de los fungicidas, gracias a los cuales se asegura que al consumidor

llegan unos alimentos de calidad, exentos de microorganismos que puedan ser peligrosos para su salud.

En consecuencia, el empleo de fitosanitarios resulta necesario por razones técnicas, económicas y sociales, de manera que se pueda alimentar a una sociedad en crecimiento exponencial, hasta el punto que los problemas de alimentación de muchos países en desarrollo se eliminarían con sólo reducir las pérdidas de cosecha que en los mismos se producen, mejorando las técnicas de producción y de conservación de las cosechas; aquí los fitosanitarios deben de jugar un papel importante.

Pero como todas las técnicas, tiene sus riesgos, posiblemente muy inferiores a los de otros inventos, como el automóvil, el microondas o la televisión. El “riesgo cero” nadie puede garantizarlo, pero se minimiza aplicando el “principio de precaución”. Para ello se elaboran manuales de “buenas prácticas agrícolas”, que garanticen un nivel de seguridad suficiente, incluso frente a los errores que se puedan cometer a lo largo del proceso productivo.

Con este manual se pretende dar a conocer los procedimientos que deben de seguirse para aplicar racionalmente los productos fitosanitarios, de manera compatible con el ambiente y con la seguridad de las personas que los manejan y que consumen las cosechas producidas, tomando en consideración los equipos utilizados con mayor frecuencia, como son los pulverizadores hidráulicos e hidroneumáticos (atomizadores) accionados mecánicamente.



Índice

Presentación

RECOMENDACIONES PARA UNA ACTUACIÓN RESPONSABLE

Parte I	Parte I.- INTRODUCCIÓN	11
	<ul style="list-style-type: none">1. Conceptos básicos y objetivos2. Normativa de referencia3. Lo que especifica la Ley de “sanidad vegetal”4. Aspectos complementarios derivados del RD 3349/835. Datos y condiciones de la etiqueta6. Capacitación profesional para aplicar fitosanitarios7. Resumen de objetivos	
Parte II	Parte II.- LLEGAR AL OBJETIVO CON EFICACIA	29
	<ul style="list-style-type: none">1. La naturaleza de los productos2. Las formas de actuación3. Presentación y etiquetado de los fitosanitarios4. Conceptos básicos sobre las poblaciones de gotas5. Técnicas que permiten la pulverización<ul style="list-style-type: none">5.1. Pulverización hidráulica5.2. Pulverización neumática5.3. Pulverización centrífuga5.4. Pulverización termoneumática	
Parte III	Parte III.- LA BASE FITOSANITARIA	41
	<ul style="list-style-type: none">1. Elección y compra de los productos2. Transporte hasta la explotación3. Almacenamiento de los productos	

- 3.1. Aspectos relacionados con el almacenamiento
- 3.2. Diseño de almacenes
- 4. Área para el personal y equipo de protección personal
 - 4.1. Condiciones generales
 - 4.2. Tipos y características de los elementos de protección individual (EPI)
- 5. Preparación del producto
- 6. Llenado del pulverizador
 - 6.1. Mezclado de productos
- 7. Recomendaciones para una aplicación segura
- 8. Lavado y descontaminación
- 9. Eliminación de los envases
- 10. Recomendaciones para el caso de intoxicación

Parte IV

Parte IV.- ESPECIFICACIONES MÍNIMAS PARA LOS EQUIPOS DE APLICACIÓN

61

- 1. Normas técnicas de referencia
- 2. Requisitos mínimos establecidos por la norma UNE-EN 907
- 3. Requisitos mínimos establecidos por la norma UNE-EN 12 716
 - 3.1. Pulverizadores hidráulicos
 - 3.2. Pulverizadores hidroneumáticos (atomizadores)
- 4. Inspección de pulverizadores en uso
- 5. Especificaciones para pulverizadores de mochila
- 6. Resumen de las características constructivas de los equipos

Parte V

Parte V.- PUESTA A PUNTO Y CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS DE APLICACIÓN

81

- A) PULVERIZADORES HIDRÁULICOS DE BARRAS EN CULTIVOS BAJOS
 - A.1. Volumen de caldo y cantidades de producto por

cada depósito

A.1.1. Volumen de caldo para conseguir una cobertura adecuada

A.1.2. Cálculo de la cantidad de caldo correspondiente a cada depósito

A.2. Elección de las boquillas

A.2.1. Tipos de boquillas

A.2.2. Selección del calibre de las boquillas

A.2.3. Selección de las boquillas en un catálogo

A.2.4. La presión de trabajo

A.2.5. Condiciones atmosféricas desfavorables

A.2.6. Sustitución de las boquillas por desgaste

A.2.7. Calibración para la aplicación en bandas y con alargaderas

A.3. Selección de la malla de los filtros

A.4. Altura de las boquillas sobre el objetivo

A.5. Comprobación de la calibración antes de iniciar el tratamiento

A.6. Marcado del campo y orientación de las pasadas

A.7. Proceso de aplicación e incidencias

A.8. Al finalizar la jornada

A.9. Fin de campaña y/o cambio de producto

A.10. La calibración de los pulverizadores de mochila

A.11. Inspecciones periódicas recomendadas

A) PULVERIZADORES HIDRONEUMÁTICOS (ATOMIZADORES)

B.1. Cálculo de la velocidad de avance máxima teórica

B.2. Verificación de la velocidad del aire que llega a la plantación

B.3. Volumen de aplicación

- B.4. Cálculo del caudal de las boquillas
- B.5. Elección de las boquillas y verificación del caudal
 - B.5.1. Comprobación del caudal de las boquillas
 - B.5.2. Presión de trabajo y finura de pulverización
- B.6. Comprobación de la cobertura sobre los árboles
- B.7. Proceso de aplicación e incidencias
- B.8. Limpieza del pulverizador
- B.9. Particularidades de los pulverizadores neumáticos
- B.10. Recomendaciones para los espolvoreadores
- B.11. Inspecciones periódicas de los pulverizadores hidroneumáticos.

BIBLIOGRAFÍA

RECOMENDACIONES PARA UNA ACTUACIÓN RESPONSABLE

Antes de analizar, de manera detallada, los diferentes aspectos de lo que deben de ser las “buenas prácticas agrícolas” en la utilización de los productos fitosanitarios en la agricultura, conviene, a modo de síntesis, presentar los puntos críticos para una actuación responsable,

Elegir un producto eficaz que respete el medio ambiente:

- Para ello se necesita conocer la plaga que afecta al cultivo. Se recomienda elegir un producto apropiado, preferentemente de baja toxicidad, y que no afecte a la fauna terrestre y acuícola, a la vez que respete a los enemigos naturales de las plagas.
- No utilice más que los productos autorizados, siguiendo en todo momento lo que especifica la etiqueta del envase.
- Respete las dosis indicadas en la etiqueta, para evitar que los niveles de residuos en las cosechas entrañen riesgos para los consumidores.

Antes de realizar la aplicación:

- Almacenar los productos en un local apropiado y cerrado con llave.
- Leer detenidamente la etiqueta del producto y las recomendaciones de empleo antes de comenzar la utilización.
- Protegerse de manera adecuada a la toxicidad del producto: guantes, gafas, máscara, botas, traje...
- Verificar regularmente y mantener en buen estado

el equipo de aplicación.

- Controlar el llenado del depósito, evitando derrames y contaminación de las fuentes de abastecimiento, realizando la mezcla de acuerdo con las recomendaciones fijadas para cada producto.
- Realizar el triple enjuagado de los envases, vertiendo el sobrante en la cuba del pulverizador, y llevar los envases al lugar señalado para su eliminación.

Durante la aplicación:

- Elegir, cuando sea posible, los periodos de tiempo en los que no se perjudique a los enemigos naturales de las plagas, o a insectos beneficiosos como las abejas (evitar las horas centrales del día).
- No trate en días lluviosos en los que se produciría el arrastre de los productos.
- No realizar aplicaciones en las proximidades de los cursos de agua, balsas y acequias.
- Realizar las aplicaciones en condiciones atmosféricas favorables, especialmente viento y temperatura, que garanticen un bajo nivel de deriva, evitando siempre el arrastre de los productos fuera de las zonas de tratamiento.
- Ajustar la pulverización (volumen de caldo, tamaño de gotas, aire de apoyo, etc.) a las condiciones ambientales y del cultivo.

Después de la aplicación:

- Respete el plazo de seguridad entre el último tratamiento y la cosecha, o la entrada de animales al campo.
- Limpiar el pulverizador con agua, eliminado los fondos de lavado del depósito y conducciones sobre la parcela tratada.

- Limpiar los equipos de protección personal. Lavarse las manos y tomar una ducha.
- Elimine los residuos y envases de manera segura para el ambiente.

**EN TODO MOMENTO SIGA LAS
RECOMENDACIONES DE LAS ETIQUETAS
DE LOS PRODUCTOS Y DEL MANUAL DEL
OPERADOR DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS**



Parte I

Introducción

1. CONCEPTOS BÁSICOS Y OBJETIVOS

1. CONCEPTOS BÁSICOS Y OBJETIVOS

La expresión de “**buenas prácticas agrícolas**” proviene de la normativa europea que condiciona las ayudas al desarrollo rural a cargo del Fondo Europeo de Orientación y de Garantía Agrícola (FEOGA). En esta normativa se consideran como “buenas prácticas agrícolas las habituales que corresponden a los principios agrícolas que aplicaría un agricultor responsable en la región en cuestión. Los Estados miembros definirán en sus programas de desarrollo rural las prácticas normales comprobables. Estas prácticas normales incluirán, como mínimo, el cumplimiento de los requisitos medioambientales obligatorios generales.”

Por otra parte, suele recurrirse al concepto particular de las “**prácticas agrícolas correctas**” cuando se trata del uso de plaguicidas. Aunque no se definen explícitamente, las prácticas agrícolas correctas en las Directivas relativas a la fijación de los contenidos máximos de residuos de plaguicidas, se refieren “a la cantidad mínima de residuos que permite una eficacia suficiente de los productos fitosanitarios”; esto significa que los contenidos máximos de

residuos se evalúan desde el punto de vista de la persona que aplica el producto.

También se utiliza la expresión “**buenas prácticas de protección vegetal**” en la terminología empleada en la Directiva 91/414/CEE para la utilización adecuada de los productos fitosanitarios, pero en ella no se establece una definición clara de lo que significa.

Por último, el condicionamiento de las ayudas agrícolas a determinadas formas de manejo de los cultivos ha dado lugar a la difusión de una nueva terminología, como “**agricultura integrada, producción integrada, gestión integrada de cultivos (ICM) y gestión integrada de plagas (IPM)**” que son conceptos relacionados con los sistemas agrícolas. Incluyen varios requisitos mínimos para la protección del medio ambiente o el control de las plagas, el uso de una combinación de medidas, incluidas medidas preventivas, medidas de diagnóstico y de selección de las mejores herramientas para un control mecánico o químico. A menudo se recurre a métodos destinados a reducir al mínimo el uso de productos fitosanitarios, como sistemas de alarma y claves específicas

de dosificación.

Estos conceptos son el resultado de la ponderación de toda una serie de factores de gestión: ingresos de la explotación agraria, control de las plagas y enfermedades, calidad del producto, salud pública y seguridad alimentaria, condiciones de trabajo e impacto ambiental. En ocasiones se establecen programas para “certificar”, por organismos independientes, el cumplimiento en una determinada explotación de la normativa establecida en la gestión integrada de cultivos (ICM) y gestión integrada de plagas (IPM), dando lugar a la **“producción certificada”**. Así se pone de manifiesto cómo los agricultores cumplen los requisitos de una producción vegetal sostenible.

En consecuencia, con estas notas dirigidas a conseguir “buenas prácticas agrícolas en la aplicación de productos fitosanitarios” se pretende dar unas reglas prácticas que, respetando la legislación vigente (utilización de productos y plazos de seguridad, técnicas de aplicación y protección personal y ambiental), permitan realizar un control eficaz de las plagas, asegurando una producción sostenible respetuosa con el ambiente, y para que los residuos

que puedan aparecer en los alimentos sean mínimos, siempre inferiores a los de los límites legalmente establecidos, y que sirvan de referencia como “buenas prácticas de protección vegetal” y para la gestión integrada de cultivos y de plagas.

2. NORMATIVA DE REFERENCIA

Ante todo, se debe de respetar la normativa española y comunitaria vigente, relativa a la utilización de los productos fitosanitarios para el control de las plagas de los cultivos.

A este respecto, las referencias básicas son:

- La Ley de 43/2002 de 20 de noviembre, dedicada a la “sanidad vegetal”
- RD 3349/1983, de 30 de noviembre, por el que se aprueba la “Reglamentación Técnico-Sanitaria para la fabricación, comercialización y utilización de plaguicidas”
- RD 280/1994, de 18 de febrero, por el que se establecen los límites máximos de residuos y su control en determinados productos de origen vegetal
- RD 2163/1994, de 4 de noviembre, por el que se implanta el sistema armonizado comunitario de autorización para comercializar y utilizar

productos fitosanitarios

En lo que respecta a la maquinaria, hay que considerar la Directiva 89/392/CEE, y sus sucesivas actualizaciones (Directiva 97/37/CE), relativa a la seguridad en las máquinas, que exige al fabricante la puesta en el mercado de máquinas “seguras”. Con el marcado CE de la máquina, el fabricante certifica, ante el comprador, que la máquina que suministra cumple la normativa vigente en materia de seguridad para las personas que la manejan, y cualquier otra normativa europea que le sea de aplicación.



Como ayuda al fabricante para cumplir los requisitos establecidos en la Directiva de “seguridad en las máquinas” se pueden utilizar normas técnicas, como:

- La norma UNE-EN 907 - Pulverizadores y distribuidores de fertilizantes líquidos. Seguridad para los equipos de aplicación, que por tratarse de una norma “armonizada” (aceptada por la UE) da presunción de conformidad con la Directiva.
- La norma UNE-EN 12761 - Pulverizadores y distribuidores de fertilizantes líquidos. Protección ambiental, no armonizada, pero que sirve de referencia en los aspectos de las

aplicaciones que pueden afectar al medio ambiente, a la vez que da recomendaciones para mejorar la eficacia de las aplicaciones.

- La norma UNE-EN 13790 – Pulverizadores – Inspección de pulverizadores en uso, que fija los procedimientos para su inspección periódica.

Como referencias para el empresario se deben de utilizar:

- RD 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- RD 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual (EPI) – Transposición a la legislación española de la Directiva 89/656/CEE.
- Orden de 8 de marzo de 1994 por la que se establece la normativa reguladora de la homologación de cursos de capacitación para realizar tratamientos con plaguicidas.

3. LO QUE ESPECIFICA LA LEY DE SANIDAD VEGETAL

En la Ley de “sanidad vegetal” se encuentra la normativa básica y las

normas de coordinación en materia de sanidad vegetal, incluyendo de manera específica (art.3-c) los productos fitosanitarios y demás medios de defensa fitosanitaria, así como las instalaciones y medios destinados a su producción, distribución, comercialización y aplicación.

Entre las definiciones (art.2) de la misma, se pueden destacar:

- **Plaga:** organismo nocivo de cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino a los vegetales o a los productos vegetales.

- **Medios de defensa fitosanitaria:** los productos, organismos, equipos, maquinaria de aplicación, dispositivos y elementos destinados a controlar los organismos nocivos, evitar sus efectos o incidir sobre el proceso vital de los vegetales de forma diferente a los nutrientes.

- **Sustancias activas:** las sustan-



cias o microorganismos, incluidos los virus, que ejerzan una acción general o específica contra las plagas o en vegetales, partes de vegetales o productos vegetales.

- **Productos fitosanitarios:** las sustancias activas y los preparados que contengan una o más sustancias activas presentados en la forma en que se ofrecen para su distribución a los usuarios, destinados a proteger los vegetales o productos vegetales contra las plagas o evitar la acción de éstas, mejorar la conservación de los productos vegetales, destruir los vegetales indeseables o partes de vegetales, o influir en el proceso vital de los mismos de forma distinta a como actúan los nutrientes.

- **Residuos de un producto fitosanitario:** la sustancia o sustancias presentes en los vegetales, productos vegetales o sus transformados, productos comestibles de origen animal, o en el medio ambiente, que constituyan los restos de la utilización de un producto fitosanitario, incluidos sus metabolitos y los productos resultantes de su degradación o reacción.

- **Límite máximo de residuos (LMR):** concentración máxima de residuos de un producto fitosanitario permitida legalmente en la superficie o la parte interna de productos des-



tinados a la alimentación humana o animal.

- **Lucha integrada:** la aplicación racional de una combinación de medidas biológicas, biotecnológicas, químicas, de cultivo o de selección de vegetales, de modo que la utilización de productos fitosanitarios se limite al mínimo necesario para el control de las plagas.

- **Buenas prácticas fitosanitarias:** utilización de los productos fitosanitarios y demás medios de defensa fitosanitaria bajo las condiciones de uso autorizadas.

- **Técnico competente:** profesional cualificado para el desarrollo de actividades en las diferentes materias contempladas en la presente Ley, que, además de cumplir los requisitos establecidos por el ordenamiento jurídico para el ejercicio profesional, habrá de estar en posesión de titulación universitaria habilitante, la cual vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus respectivas especialidades y competencias específicas.

En su capítulo relativo a la **“lucha contra las plagas”** se establece, como obligaciones de los particulares (art.13-a) mantener sus cultivos, plantaciones y cosechas, así como



las masas forestales, en buen estado fitosanitario para la defensa de las producciones propias y ajenas. Como **“medias fitosanitarias”** se pueden fijar (art.18-e) las fechas de comienzo y terminación de las labores de cultivo, incluidas las de recolección y aprovechamiento forestal, cuyo tiempo de ejecución pueda influir en el desarrollo de una plaga.

En relación con los **“medios de defensa fitosanitaria”**, se indica (art.23-4) que deben de ser utilizados adecuadamente, teniendo en cuenta las buenas prácticas fitosanitarias y demás condiciones determinadas en su autorización y, en su caso, de acuerdo con los principios de la lucha integrada.

En referencia a la **“racionalización en el uso de los medios”**, se establece que las administraciones públicas puedan promover (art.25-c) programas de formación y especialización de usuarios y distribuidores

que les capaciten para una distribución segura y racional de dichos productos.

En cuanto a la **utilización de productos fitosanitarios** (art.41-1) los usuarios y quienes manipulen productos fitosanitarios deberán:

- Estar informados de las indicaciones o advertencias que figuren en las etiquetas e instrucciones de uso o, en su caso, mediante el asesoramiento adecuado, sobre todos los aspectos relativos a la custodia, adecuada manipulación y correcta utilización de estos productos.
- Aplicar las buenas prácticas fitosanitarias, atendiendo las indicaciones o advertencias a que se refiere el párrafo anterior.
- Cumplir los requisitos de capacitación establecidos por la normativa vigente, en función de las categorías o clases de peligrosidad de los productos fitosanitarios.
- Observar, en su caso, los principios de la lucha integrada que resulten aplicables.
- Cumplir las disposiciones relativas a la eliminación de los envases vacíos de acuerdo con las condiciones establecidas y, en todo caso, con aquellas que figuren en sus etiquetas.



Quienes presten **servicios de aplicación de productos fitosanitarios**, además de cumplir los requisitos generales a que se refiere el apartado anterior del presente artículo, deberán:

- Disponer de personal con los niveles de capacitación exigibles.
- Disponer de los medios de aplicación adecuados y mantener un régimen de revisiones periódicas del funcionamiento de los mismos.
- Realizar, en cada caso, un contrato en el que deberán constar, al menos, los datos de la aplicación a realizar y las condiciones posteriores que, en su caso, corresponda cumplir al usuario del servicio.

Por último, y en relación con los controles, como instrumentos de apoyo se designaran (art.47-3-c,d) **centros de inspección técnica** de los medios de aplicación, y **centros de pruebas** con capacidad para realizar

los ensayos que establece la Ley.

4. ASPECTOS COMPLEMENTARIOS DERIVADOS DEL RD 3349/83

La “Reglamentación técnico-sanitaria para la fabricación, comercialización y utilización de plaguicidas”, establecida en el RD 3349/83, complementa en algunos aspectos las exigencias que establece la Ley de Sanidad Vegetal en relación con las “buenas prácticas agrícolas”.

Así, entre las definiciones se encuentra la relativa a:

- **Plazo de seguridad** (art.2.8): periodo de tiempo que debe de transcurrir desde la aplicación de un plaguicida a vegetales, animales o sus productos hasta la recolección o aprovechamiento de los mismos.

Atendiendo a su grado de peligrosidad para las personas, los plaguicidas se clasificarán (art.3) de la siguiente forma:

En cuanto a **su grado de toxicidad**, en las siguientes categorías:

a) **De baja peligrosidad:** los que por inhalación, ingestión y/o penetración cutánea no entrañan riesgos apreciables.

b) **Nocivos:** los que por inhalación, ingestión y/o penetración cutánea puedan entrañar riesgos de gravedad limitada.

c) **Tóxicos:** los que por inhalación, ingestión y/o penetración cutánea puedan entrañar riesgos graves, agudos o crónicos, e incluso la muerte.

d) **Muy tóxicos:** los que por inhalación, ingestión y/o penetración cutánea pueden entrañar riesgos extremadamente graves, agudos o crónicos, e incluso la muerte.

En cuanto a **otros efectos:**

a) **Corrosivos:** los que en contacto con tejidos vivos pueden ejercer sobre ellos una acción destructiva.

b) **Irritantes:** los no corrosivos que, por contacto directo, prolongado o repetido con la piel o las mucosas, pueden provocar una reacción inflamatoria.

c) **Fácilmente inflamables:** aquellos plaguicidas que en estado sólido o líquido se inflaman con facilidad, o que en contacto con el agua o el aire húmedo desprenden gases fácilmente inflamables.

d) **Explosivos:** los que pueden explotar bajo efecto de una llama, o que son más sensibles a los choques o a la fricción que el dinitrobenzeno.

La clasificación toxicológica de los plaguicidas en las categorías “de baja peligrosidad”, “nocivos”, “tóxicos” o “muy tóxicos” se realizará atendiendo básicamente a su toxicidad aguda, expresada en DL50 (dosis letal al 50 por 100) por vía oral o dérmica, en miligramos por kilogramo de masa corporal, para la rata, o en CL50 (concentración letal al 50 por 100) por vía respiratoria, en miligramos por litro de aire, para la rata.

Para los plaguicidas que puedan ser absorbidos por la piel se utiliza el valor de la DL50 por vía dérmica, expresada en miligramos por kilogramo de masa corporal, determinando los valores de referencia por vía dérmica para la rata y/o el conejo:

5. DATOS Y CONDICIONES DE LA ETIQUETA

El Real Decreto 2163/1994, se refiere al sistema armonizado comunitario de autorización para comercializar y utilizar productos fitosanitarios.

Según este RD, las etiquetas de los envases que contengan productos fitosanitarios deberán contener los siguientes datos, de manera clara, legible e indeleble, redactados al

menos en la lengua española oficial del Estado:

- El nombre comercial o denominación del producto fitosanitario.
- El nombre y dirección del titular de la autorización y el número de Registro de la autorización del producto fitosanitario.
- El nombre (oficial) y cantidad de cada sustancia activa, según lo dispuesto en la Reglamentación técnica sanitaria para la fabricación, comercialización y utilización de plaguicidas.
- El contenido neto en producto fitosanitario, expresado en unidades legales de medida.
- El número del lote de la preparación, o una indicación que permita identificarlo.
- Las indicaciones relativas a primeros auxilios.
- La indicación de la naturaleza de los riesgos especiales para las personas, los animales o el medio ambiente, en forma de frases normalizadas seleccionadas adecuadamente entre las que se determinen.
- Las precauciones que hayan de adaptarse para la protección de las personas, de los animales o del medio ambiente, en forma de frases normalizadas seleccionadas adecuadamente entre las que se determinen.

- El tipo de acción del producto fitosanitario (por ejemplo, insecticida, regulador de crecimiento, herbicida, etcétera).
- El tipo de preparado (por ejemplo, polvo mojable, líquido emulsionable, etc.).
- Los usos para lo que se ha autorizado el producto fitosanitario y las condiciones agrícolas, fitosanitarias y medioambientales específicas en las que el producto puede ser utilizado, o en las que, por el contrario, no debe de ser utilizado.
- Los modos de empleo y la dosificación, expresada en unidades métricas, para cada uno de los usos autorizados.
- Cuando sea necesario, el intervalo de seguridad que haya que respetar para cada uso entre la aplicación y la siembra o la plantación del cultivo que se desee proteger; la siembra o la plantación de cultivos sucesivos; el acceso de personas o animales al cultivo después del tratamiento; la cosecha; el uso o el consumo.
- Indicaciones sobre la posible fitotoxicidad, la sensibilidad varietal y cualquier otro efecto secundario desfavorable, directo o indirecto, sobre plantas o productos de origen vegetal, así como los intervalos que haya que observar entre la aplicación y la siembra o plantación del cultivo que

se trate; los cultivos siguientes.

- La frase: “léanse las instrucciones adjuntas antes de utilizar el producto”, en el caso de que se adjunte un prospecto adicional.
- Instrucciones para una eliminación segura del producto fitosanitario y de sus envases.
- La fecha de caducidad en condicio-



nes normales de almacenamiento, cuando el periodo de conservación del producto sea inferior a dos años.

Si el envase es de dimensión reducida, se podrá permitir que los datos exigidos se indiquen en un prospecto aparte, que acompañará al envase. Dicho prospecto se considerará como parte integrante de la etiqueta a los efectos.

Se deberá indicar en la etiqueta si el suministro del producto fitosanitario y su utilización están restringidos a ciertas categorías de usuarios, según establece la Reglamentación técnico-sanitaria para la fabricación,

comercialización y utilización de plaguicidas.

Las etiquetas no podrán incluir indicaciones tales como “no tóxico”, “inocuo” y otras similares. No obstante, en la etiqueta se podrá reseñar que el producto fitosanitario puede utilizarse en época de actividad de las abejas, o de otras especies, contra las que no esté dirigido el tratamiento, o durante la floración de la cosecha y malas hierbas, o indicaciones análogas que tengan por objeto proteger a las abejas y otras especies útiles, siempre que la autorización se refiera explícitamente a la utilización del producto durante los períodos de presencia de las mismas y suponga un riesgo mínimo para ellas.

Los símbolos en las etiquetas en los envases dispuestos para la venta al usuario, deberán estar impresos en negro sobre fondo amarillo-anaranjado y serán los siguientes:

- Explosivo: una bomba estallante (E)
- Fácilmente inflamable: una llama (F)
- Muy tóxico y Tóxico: una calavera sobre dos tibias cruzadas (T)
- Corrosivo: la figura de un ácido en actividad (C)

- Nocivo: una cruz de San Andrés (Xn)
- Irritante: una cruz de San Andrés (Xi)



Asimismo se incluirán las menciones relativas a los riesgos particulares que supone la utilización del plaguicida con la siguiente clave (Anexo 2 del RD 2163/1994):

Indicaciones de peligro	Número	Mención
Muy tóxicos (T).	R 26 R 27 R 28	Muy tóxico por inhalación Muy tóxico por contacto con la piel Muy tóxico en caso de ingestión
Tóxicos (T)	R 23 R 24 R 25	Toxico por inhalación Tóxico por contacto con la piel Tóxico en caso de ingestión
Nocivo (Xn)	R 20 R 21 R 22	Nocivo por inhalación Nocivo en contacto con la piel Nocivo en caso de ingestión.
Irritante (Xi)	R 26 R 37 R 38	Irritante para los ojos Irritante para las vías respiratorias Irritante para la piel
Corrosivo (C)	R 34 R 35	Provoca quemaduras Provoca quemaduras graves
Fácilmente inflamable (F)	R 11 R 12 R 13 R 15	Muy inflamable Extremadamente inflamable Gas licuado extremadamente inflamable En contacto con el agua desprende gases muy inflamables
Explosivo (E)	R 16	Puede explotar en mezcla con sustancias comburentes

Si se requieren varias menciones se pueden combinar separando la cifra correspondiente con una barra inclinada.

Como consejos de prudencia, son obligatorios los que a continuación se relacionan para cada grupo de plaguicidas (Anexo 3 del RD 2163/1994).

Clasificación del plaguicida	Número	Mención
Plaguicidas clasificados como muy tóxicos, tóxicos, nocivos, corrosivos o irritantes	S 2 S 20/21 S 13	<ul style="list-style-type: none"> • Consérvese fuera del alcance de los niños. • No comer, ni beber, ni fumar durante la utilización • Conservar separado de alimentos y bebidas, incluso las de los animales
Plaguicidas clasificados en la categoría de nocivos	S 44	<ul style="list-style-type: none"> • En caso de sentir molestias consultar al médico, si es posible enseñándole esta etiqueta.
Plaguicidas clasificados en las categorías tóxicos y muy tóxicos	S 45	<ul style="list-style-type: none"> • En caso de accidente o de sentir molestias consultar inmediatamente al médico, si es posible enseñándole esta etiqueta
Consejos de prudencia que deben ser mencionados con carácter suplementario según la naturaleza particular de los riesgos del plaguicida	S 22 S 23 S 27 S 36 S 37 S 42	<ul style="list-style-type: none"> • No respirar los polvos • No respirar los gases/vapores/humos/aerosoles • Quitarse inmediatamente la ropa manchada o salpicada • Utilizar ropa de protección adecuada • Utilizar guantes adecuados • Durante la fumigación/ pulverización, utilizar máscara respiratoria adecuada
Consejos de prudencia que deben ser mencionados con carácter suplementario en los plaguicidas clasificados como corrosivos	S 28 S 37 S 39	<ul style="list-style-type: none"> • Después del contacto con la piel, lavarse inmediata y abundantemente con ... (producto indicado por el fabricante) • Utilizar guantes adecuados • Utilizar gafas/pantalla protectora de los ojos/de la cara
Consejo de prudencia que debe ser mencionado con carácter suplementario en los plaguicidas que contengan ésteres del ácido fosfórico	S 28	<ul style="list-style-type: none"> • Después del contacto con la piel, lavarse inmediata y abundantemente con... (producto indicado por el fabricante).

Al igual que en lo establecido en el anexo 2, si se requieren varias menciones se pueden combinar separando la cifra correspondiente con una barra inclinada.

Efecto de los productos químicos en el ambiente (complemento)

El RD 363/1995, modificado según la Orden PRE/2317/2002, de 16 de septiembre (adaptación a la Directi-

va 2001/59/CE), establece para los productos químicos en general, los criterios de peligrosidad para el medio ambiente, principalmente en los sistemas acuáticos.

Se utiliza como referencia de este tipo de peligrosidad la letra N, y se les asignan como frases de peligrosidad:



- **R 50:** muy tóxico para organismos acuáticos
- **R 51:** tóxico para organismos acuáticos
- **R 52:** nocivo para organismos acuáticos

organismos acuáticos

- **R 53:** puede provocar a largo plazo efectos negativos en el ambiente acuático

En relación con el ambiente no acuático, lo más importante, en relación con los fitosanitarios, sería su efecto sobre las abejas, que aparecería marcado con la referencia:

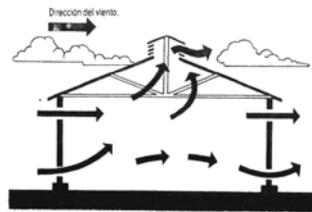
- **R 57:** tóxico para las abejas



Como referencia a la peligrosidad para las abejas de los productos fitosanitarios se establecen cuatro niveles:

- Compatible con las abejas (condición de no mojar colmenas o enjambres)
- Relativamente poco peligroso (condición de no tratar en las horas de actividad)
- Peligrosidad controlable (tapar las colmenas durante y hasta 1 ó 2 horas después del tratamiento)
- Muy peligroso para las abejas (no utilizable en épocas de actividad de las abejas)

Locales de almacenamiento



El RD 2163/1994 también especifica las condiciones que deben de cumplir los locales de almacenamiento (art. 6.2), estableciendo que estarán:

- Construidos con materias no combustibles, y de características y orientaciones tales que su interior este protegido de temperaturas ex-

teriores extremas y de la humedad

- Ubicados en emplazamientos tales que eviten posibles inundaciones y queden en todo caso alejados de los cursos de agua.
- Dotados de ventilación, natural o forzada, que tenga salida exterior, en ningún caso a patios o galerías de servicio exteriores.
- Separados por pared de obra de viviendas u otros locales habitados.
- No podrán almacenarse productos clasificados como tóxicos o inflamables en plantas altas de edificios habitados.

					
	+	-	-	-	+
	-	+	-	-	-
	-	-	+	-	+
	-	-	-	+	0
	+	-	+	0	+

+	Se pueden almacenar juntos
0	Solamente podrán almacenarse juntos, adoptando ciertas medidas
-	No deben almacenarse juntos

6. CAPACITACIÓN PROFESIONAL PARA APLICAR FITOSANITARIOS

La OM de la Presidencia de 8 de marzo de 1994, tiene como objetivo establecer unos “mínimos” para la capacitación de las personas que realicen aplicaciones con plaguicidas.

Se establecen los siguientes niveles

de capacitación:

* **Nivel básico:** para el personal auxiliar y los agricultores que trabajen en su propia explotación.

* **Nivel cualificado:** para los responsables de equipos de aplicación terrestre.

* **Piloto aplicador agroforestal:** para los pilotos comerciales que realicen tratamientos aéreos.

Los cursos de formación, que se deben de seguir en cada uno de los niveles, y que deben de ser previamente homologados por la Administración para que los alumnos tengan derecho a recibir el “carné de aplicador” del nivel correspondiente, incluirán las siguientes materias:

Nivel básico (20 horas lectivas)

1. Plaguicidas: Descripción y generalidades.
2. Riesgos derivados de la utilización de los plaguicidas.
3. Peligrosidad de los plaguicidas para la salud.
4. Práctica de la protección fitosanitaria.
5. Medidas preventivas y protectoras para evitar el riesgo del uso de plaguicidas.
6. Buena práctica fitosanitaria. Protección del medio ambiente y normas legales.

7. Ejercicios prácticos.

Nivel cualificado (60 horas lectivas)

1. Los enemigos de los cultivos y los daños que producen.
2. Procedimientos de protección de los cultivos.
3. Plaguicidas químicos: composición, formulaciones.
4. Maquinaria para la aplicación de plaguicidas: tipos, conservación y regulación.
5. Buenas prácticas agrícolas.
6. Riesgos derivados de la utilización de los plaguicidas.
7. Peligrosidad de los plaguicidas para la salud. Intoxicaciones.
8. Práctica de la protección fitosanitaria. Relación trabajo-salud.
9. Intoxicaciones: Primeros auxilios.
10. Residuos de plaguicidas.
11. Transporte, almacenamiento y distribución.
12. Seguridad Social Agraria.
13. Normativa legal.
14. Prácticas de protección fitosanitaria.

En el programa para “Piloto aplicador agroforestal”, se incluyen, además de las materias del programa para el Aplicador de “nivel cualificado”, otras relacionadas con las apli-

caciones que se realizan con medios aéreos, y los condicionantes de la legislación aérea sobre este tipo de vuelos a baja altura, hasta un total de 90 horas lectivas.



7. RESUMEN DE OBJETIVOS

En resumen, la aplicación de fitosanitarios es esencial para garantizar un suministro suficiente de alimentos de calidad, respetando el medio ambiente, dentro de lo que se conoce como “lucha integrada”, en la que también se fomenta la acción de los enemigos naturales de las plagas que atacan a los cultivos.

Estas notas, dedicadas a las “buenas prácticas agrícolas” en la aplicación de los productos fitosanitarios, tienen como objetivo ayudar al empresario agrario a conseguirlo.

La aplicación “razonada” de los pro-

ductos fitosanitarios no debe limitarse a la propia operación de tratamiento en campo, sino que debe tener en cuenta el proceso de manera integral, comenzando por la propia gestión de los cultivos, los criterios para elegir las materias activas en función de las plagas, las instalaciones para el almacenamiento de los productos, el equipo mecánico para la aplicación y su entorno, la protección de las personas que realizan la aplicación y de las áreas sensibles, y la eliminación de residuos y envases.

Las “buenas prácticas agrícolas” en la utilización de los productos fitosanitarios comprende varias etapas.

- En la primera se suministra información sobre la tecnología de los productos fitosanitarios y sobre los sistemas de aplicación más apropiados para llegar al objetivo con eficacia.
- En la segunda se consideran la “base fitosanitaria”, que incluye la infraestructura y los procedimientos para poner en operación el equipo de aplicación, lo que significa dar las recomendaciones correspondientes al almacenamiento de los productos, a las prendas de protección personal

y a la forma de utilizarlas y conservarlas, a la preparación del producto y el mezclado con el diluyente, para finalizar con el lavado y la descontaminación.

- En la tercera etapa se analiza todo lo relacionado con la maquinaria y su utilización en campo, con garantía de eficiencia para combatir las plagas de los cultivos, dentro de lo que se conoce como lucha integrada y de manera respetuosa con el ambiente.



Parte II

LLEGAR AL OBJETIVO CON EFICACIA

No se pretende, en estas notas dirigidas a formular unas recomendaciones sobre “buenas prácticas agrícolas” en la aplicación de fitosanitarios, profundizar en el amplio sector de los productos químicos que se utilizan en la agricultura.

Sin embargo, para poder realizar una aplicación eficaz se necesita conocer algunos aspectos básicos de estos productos fitosanitarios, como su forma de actuación, y la manera en la que deben de llegar al objetivo para conseguir la máxima eficacia.

1. LA NATURALEZA DE LOS PRODUCTOS

Aunque hay otros productos químicos de uso agrícola, son los herbicidas, los insecticidas y los fungicidas los más utilizados para el control de las malas hierbas, plagas y enfermedades que afectan a los cultivos.

Estos productos se comercializan como “formulaciones” o “preparados” en los que se encuentra la materia activa y otros productos químicos auxiliares, como son algunas materias inertes, que actúan como:

- estabilizantes de las materias ac-

tivas,

- diluyentes para facilitar la incorporación de la materia activa en el agua,
 - colorantes para identificar una sustancia, destacando que es potencialmente peligrosa,
 - coadyuvantes para mejorar la eficacia de la materia activa.
- Este producto comercial es el que se diluye en el agua de la cuba, a veces unido a otras formulaciones o productos químicos para formar el caldo que se pulveriza.



Las formulaciones pueden ser:

Solubles,

- en forma sólida, como polvos, gránulos o pastillas,
- en forma líquida, por lo que se mantienen disueltas en agua casi sin agitación, una vez colocadas en la cuba.

Dispersables,

- en forma sólida, como los polvos mojables y los microgránulos autodispersables, que permanecen en el caldo en forma de suspensión, por lo que ne-

cesitan una continua agitación,
• en forma líquida, como las suspensiones coloidales estables que necesitan escasa agitación.

Líquidos y concentrados emulsionables, que incorporan productos para asegurar la estabilidad de la emulsión, con los que hay que evitar las aguas duras y mantenerlos en el caldo con buena agitación.

Para tratamientos en ultra bajo volumen (UBV, o ULV) se utilizan formulaciones especiales en las que ya se incluye el diluyente, por lo que se suelen utilizar puras (producto comercial sin aditivos) en cantidades de menos de 25 l/ha en aplicaciones terrestres y de menos de 5 L/ha en aéreas.

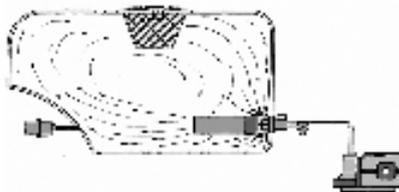
Como coadyuvantes externos, que se pueden incorporar al caldo, junto con el producto comercial, se encuentran:

• los adherentes, que ayudan a fijar las gotas sobre la superficie



foliar, como el aceite parafínico,
• los antiespumantes, para evitar que se forme espuma en la cuba,
• los correctores de aguas duras y de pH (para aguas alcalinas),
• los desengrasantes, para eliminar grasas y melazas,
• los disolventes de corrosividad y de quitina,
• los dispersantes y emulsionantes, que ayudan a que no se produzcan flóculos en las suspensiones y emulsiones,
• los favorecedores de la absorción de la materia activa, y
• los mojantes, que hacen disminuir la tensión superficial de las gotas mejorando la superficie cubierta con el producto.

El caldo debe de prepararse con aguas de naturaleza conocida, preferentemente acidas (pH 5.5 a 6.0), ya que las básicas ocasionan la hidrólisis de muchas materias activas. Las aguas estancadas pueden dar problemas cuando se actúa con pro-



ductos biodegradables, así como la presencia de arcilla en suspensión (aguas turbias) que puede reducir la eficacia de algunos herbicidas. La preparación del producto y de las mezclas, así como su dilución en la cuba, debe de realizarse siguiendo de manera estricta las instrucciones presentes en el envase. Es de particular importancia el mantenimiento de la agitación del depósito desde el momento en el que se incorpora al diluyente (agua) la materia activa. Las mezclas de materias activas solo se permite cuando es segura la compatibilidad agronómica, física y química de las mismas, teniendo en cuenta la informaciones que aportan los fabricantes.

2. LAS FORMAS DE ACTUACIÓN

Las materias activas se pueden agrupar por familias según su forma de actuación. El conocimiento de algunos de los aspectos más significativos de su comportamiento sobre la planta, o en relación con el parásito que se desea combatir, resulta útil para actuar en el momento de la aplicación.

Así, los herbicidas pueden ser:

- de acción radicular, que llegan a la planta desde el suelo,
- de acción foliar, que son absorbidos

por los tallos y las hojas.

Dentro de los que actúan desde el suelo se pueden establecer dos grupos:

- los que impiden la germinación de las semillas de las malas hierbas y
- los que son absorbidos por las raíces de las plantas ya nacidas.

En uno y en otro caso la aplicación debe de ir dirigida al suelo y se aconseja utilizar gota relativamente gruesa para que el herbicida sea absorbido por este.

Los que llegan a la planta por el follaje pueden actuar:

- como sistémicos, que son absorbidos por la planta y se desplazan hasta destruirla por su sistema de vasos circulatorios, o
- por contacto, para lo que es muy importante la cobertura de las zonas en crecimiento.

Para los primeros se recomienda generalmente gotas gruesas, ya que el factor clave que marca su eficacia es la dosis de materia activa recibida por la planta, mientras que en los de acción por contacto interesa la gota fina para lograr una buena cobertura superficial.

Los fungicidas pueden actuar como:

- sistémicos, si son absorbidos por la planta para establecer la barrera de

protección, o

- por contacto, que deben de cubrir la superficie susceptible de ser atacada con buena cobertura, lo que exige el empleo de gota muy fina.

Con independencia de la forma de moverse en la planta también se puede distinguir:

- los fungicidas con efecto preventivo, que debe de aplicarse antes de que se difunda del parásito, de
- los fungicidas de efecto curativo, que llegan a actuar una vez infectada la planta.

Los insecticidas actúan directamente sobre el parásito, o indirectamente, si resulta absorbido por la planta que actúa de intermediario. En los insectos la acción del producto ocasiona una alteración del sistema nervioso que produce su muerte, alcanzando al insecto:

- por contacto directo, penetración a través de la cutícula,

- por ingestión, cuando le llega por la vía bucal, o
- por inhalación, cuando lo hace por vía respiratoria.

Normalmente las tres vías de llegada actúan de manera conjunta, aunque una de ellas pueda ser la predominante.

La pulverización debe de dirigirse a la zona por la que se mueva el insecto, teniendo en cuenta su movilidad. Normalmente se utilizan gotas o partículas de tamaño medio, capaz de proporcionar la dosis letal al parásito, sin que sea necesaria una cobertura muy intensa, ya que el insecto tiene una cierta movilidad que favorece su contaminación.

Como norma general, se recomiendan realizar aplicaciones por pulverización que permitan obtener una cobertura superficial y un tamaño de las gotas como sigue:

Tipo de producto	Cobertura [gotas/cm ²]	Tamaño gota VMD [µm]
Herbicidas		
preemergencia	20 - 30	400 - 600
postemergencia (contacto)	30 - 40	200 - 400
Insecticidas	20 - 30	200 - 350
Fungicidas	50 - 70	150 - 250

3. PRESENTACIÓN Y ETIQUETA-DO DE LOS FITOSANITARIOS

La normativa vigente (ver Parte I) exige que los productos fitosanitarios se comercialicen en un envase adaptado en su naturaleza de la formulación, de manera que se pueda almacenar y transportar con seguridad, a la vez que se adapte con facilidad a la manipulación que exige la utilización. Son especialmente cuidados los aspectos relacionados con la apertura y cierre del envase, los riesgos de derrame y salpicadura, las posibilidades de vaciado completo y de limpieza interna eficaz.

La etiqueta, que debe de ser autorizada, incorpora obligatoriamente tres tipos de informaciones: de tipo general, de tipo técnico y de tipo toxicológico. Sintetizando los aspectos mas significativos establecidos por la legislación, se puede destacar que:

En la parte correspondiente a la información general se incluye:

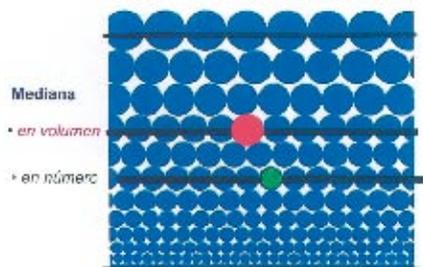
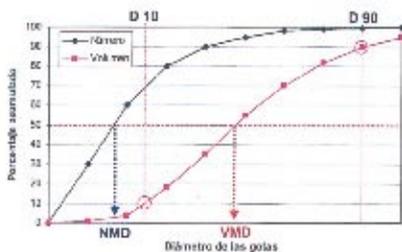
- La denominación comercial
- La categoría de producto (herbicida, insecticida, herbicida)
- La formulación utilizada con las concentraciones de materias activas y el número de autorización para la venta
- La caracterización y referencias de envasado y dirección de la empresa responsable.

En la parte técnica se incluye:

- Las recomendaciones de empleo
- Las dosis autorizadas
- Las condiciones de aplicación
- El modo de utilización
- Las mezclas autorizadas

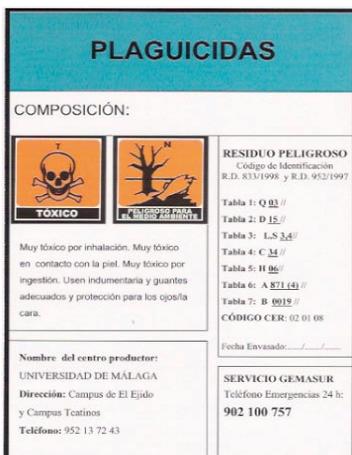
En la parte toxicológica se incluye:

- * El símbolo indicativo del tipo de riesgo que induce el producto
- * Las frases características del tipo de peligrosidad (ejemplo: nocivo por ingestión, riesgo de lesiones ocu-



lares, etc.)

- Los consejos de prudencia (mantener fuera del alcance de los niños, conservar alejado de los alimentos, en caso de malestar consultar con el médico mostrándole la etiqueta del producto, etc.)



4. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE POBLACIONES DE GOTAS

Para la caracterización de las poblaciones de gotas obtenidas por pulverización se ha generalizado el empleo de las medianas numérica y volumétrica.

El diámetro de la mediana volumétrica (VMD) corresponde al de la gota que

separa la población en dos mitades con iguales cantidades de líquido, de las cuales, las de mayor tamaño, son muchas menos en número. El diámetro de la mediana numérica (NMD) es el de la gota que separa la población en dos mitades numéricamente iguales, aunque con volúmenes de líquido muy diferentes. Asimismo se utilizan los conceptos de Dv90 y Dv10 que corresponden a los diámetros de las gotas que marcan, respectivamente los volúmenes de líquido del 90 y del 10% (nonagésimo y décimo percentil en volumen de líquido)

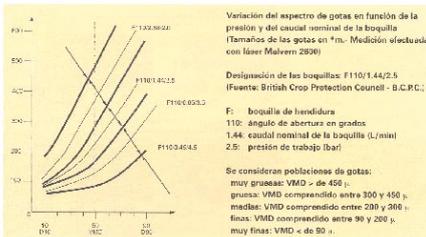
La mediana volumétrica es la que ahora utilizan los fabricantes de boquillas para informar sobre un determinado espectro de pulverización, y desde que se utilizan los analizadores de “no imagen” con emisión láser, en alternativa a los analizadores de imagen, es conveniente indicar también la forma en la que se ha realizado el análisis, ya que el procedimiento de medida afecta a los resultados obtenidos.

La relación entre los diámetros VMD/NMD, que se denomina “SPAN”, permite evaluar la homogeneidad de la población, de manera que cuanto



más se aproxima al valor de 1 la población es más homogénea.

Esta caracterización suele ir unida a la indicación del porcentaje de líquido (en volumen) que sale pulverizado en gotas de menos de 100 y de 200 μm , que son las más expuestas a la deriva. Un sistema de pulverización que consiga mayor igualdad entre las gotas evitará que muy pocas gotas grandes se lleven la mayor cantidad del producto.



5. TÉCNICAS QUE PERMITEN LA PULVERIZACIÓN

5.1. Pulverización hidráulica

En la mayoría de las aplicaciones por pulverización con equipos agrícolas se realizan utilizando la tecnología de la pulverización hidráulica, de manera que la presión del líquido confinado en las tuberías le permite atravesar



un estrechamiento, o boquilla, y salir a la atmósfera.

- Un incremento de la presión hace que aumente el caudal pulverizado, para una boquilla determinada, a la vez que reduce las dimensiones de las gotas producidas.
- Manteniendo la presión constante, el aumento de las dimensiones del orificio de salida de la boquilla produce un aumento del caudal pulverizado y del tamaño de las gotas producidas.

Las características de la boquilla afectan a la homogeneidad de la población de las gotas pulverizadas y al perfil de distribución.

Tomando como referencia las boquillas disponibles en el mercado, se

pueden dar los siguientes valores medios (VMD) sobre la base de una boquilla de 1 L/min trabajando a 3 bar de presión:

- Boquillas cónicas: 260 μm
- Boquillas de abanico (110°): 300 μm
- Boquillas de abanico (80°): 400 μm
- Boquillas deflectoras: 650 μm

La dimensión del orificio de salida condiciona el tamaño de la población de gotas pulverizadas, de manera que entre una boquilla de hendidura con ángulo de 80°, de 1 L/min y otra del mismo tipo de 2 L/min, se pasa en VMD de 400 a 500 μm .

La relación con la homogeneidad, utilizando el cociente VMD/NMD, las diferencias entre los distintos tipos de boquilla son:

- De turbulencia: 1.8 a 5.0
- De abanico: 2.0 a 8.0
- Deflectoras: 4.0 a 12.0

Se exigen, para las boquillas de abanico de más alta calidad, que el coefi-



ciente de homogeneidad se mantenga menor de 2.5 para variaciones de presión entre 1 y 5 bar. Esto permite, de una manera general, obtener, con presiones entre 1.5 y 2.5 bar, una población de gotas más gruesas “mojante”, y, con presiones entre 2.5 y 5.0 bar, una población de gotas finas “cubriente”.

También hay que indicar la influencia que tiene el ángulo de abertura del chorro en el porcentaje de gotas de escaso tamaño. Para las boquillas con ángulo de abertura de 80° el volumen de líquido pulverizado en gotas de menos de 100 y de 200 μm es muy inferior (menos de la tercera parte) que para abertura de 110°. La aparición de gotas de muy pequeño diámetro también se produce en las boquillas de bajo caudal.

En general, la baja uniformidad del espectro de gotas producido con la pulverización hidráulica, tiene consecuencias negativas para la eficacia de la pulverización, ya que para

el control de una plaga se necesita un número de impactos mínimo en el área de tratamiento, con independencia del tamaño de las gotas utilizadas. Sin embrago, aseguran una distribución superficial uniforme con el adecuado solapamiento de los chorros de pulverización.

5.2. Pulverización neumática

La pulverización se produce por el choque de una corriente de aire de gran velocidad con el líquido colocado ante ésta en forma de lámina, o vena desplegada, que fluye desde una tubería en la que circula con muy poca presión.

El diámetro de las gotas producidas está relacionado con la velocidad de la corriente de aire y, entre ciertos intervalos, es posible regular este diámetro variando la velocidad. Se necesitan velocidades de más de 50-100 m/s (180-360 km/h) para conseguir una pulverización adecuada.

Además, entre los caudales de aire (en peso) y los caudales de líquido se deberán de mantener relaciones superiores a 2 000 (habitualmente entre 6 000 y 10 000 en los equipos agrícolas). En la práctica, la relación de masas suele estar en proporción



variable de 1 a 3, es decir, un kilo de líquido precisa de 1 a 3 kg de aire (0.8 a 2.4 m³) siendo normales incluso relaciones mucho mayores (más de 6 m³ por litro de líquido), lo que hace que esta técnica absorba mucha energía en comparación con la pulverización hidráulica, por lo que sólo se puede utilizar cuando se aplican bajos volúmenes de caldo por hectárea.

5.3. Pulverización centrífuga

Se obtiene al aportar un caudal de caldo sobre un elemento dotado de movimiento de rotación, ya que la fuerza centrífuga es la que induce la pulverización del líquido. Si el aporte de líquido es suficiente, en el extremo del disco, o elemento en rotación, se forma un anillo de líquido, que por la fuerza centrífuga se rompe en gotas muy finas, mucho menores que cuando la cantidad de líquido aportada no

permite la formación del anillo. Si el caudal aportado aumenta más, llega un momento en que el anillo de líquido se rompe en gotas irregulares. El tamaño de las gotas formadas se reduce a medida que aumenta la fuerza centrífuga en el elemento en rotación, y por tanto con su diámetro y la velocidad de giro. La población de gotas resultante es de gran uniformidad, aunque resulta difícil controlar la trayectoria de estas gotas ante pequeñas variaciones de las condiciones atmosféricas, por lo que esta técnica sólo se suele utilizar para aplicaciones con equipos manuales, o en tratamientos aéreos en aplicaciones en ultra bajo volumen.



tacto con la atmósfera depende de la temperatura y de la humedad ambiental, aunque se puede forzar con el empleo de adyuvantes que modifican las propiedades físico-químicas del agua.

5.4. Pulverización termoneumática

La pulverización se produce al inyectar el líquido que se desea pulverizar en el escape de un motor de “reacción” en el que se encuentra con gases calientes que circulan a gran velocidad. El líquido inyectado se vaporiza total o parcialmente en función de la temperatura y de la velocidad de los gases, condensándose de nuevo al ponerse los gases en contacto con el aire atmosférico, dando lugar a una nube de gotas muy finas.

La condensación posterior en con-



Parte III

LA BASE FITOSANITARIA

En este apartado se consideran el conjunto de procesos que hacen operativo al equipo de aplicación, sobre la base de respetar la normativa vigente.

Comprende la elección y compra del producto, su transporte y almacenamiento, la preparación del material de aplicación, el equipamiento de las personas que realizan los tratamientos, la preparación del caldo, el lavado y la eliminación de los envases.

1. ELECCIÓN Y COMPRA DE LOS PRODUCTOS

Al comprar un producto fitosanitario se debe de:

- Comprobar que en la etiqueta se indica que el producto adquirido está oficialmente autorizado para el cultivo y la plaga que se pretende combatir.
- No aceptar envases deteriorados y sólo admitir envases originales con su precinto oficial.
- Adquiera sólo la cantidad que estime necesaria evitando los sobrantes
- Elija, entre las alternativas disponibles, los productos que no exigen precauciones especiales para su empleo.

Es conveniente buscar asesoramiento técnico para la selección del producto más apropiado.

Nota importante:

Todo lo que no está expresamente autorizado, debe de considerarse como prohibido

2. TRANSPORTE HASTA LA EXPLOTACIÓN

El transporte de materias peligrosas que realizan las empresas que distribuyen los productos fitosanitarios está sometido a una regulación muy estricta (RD 2115/1998.- Transporte por carretera).

Para el transporte de las pequeñas cantidades que se utilizan en las explotaciones agrarias, se deben de seguir las siguientes recomendaciones:

- Los productos deben de transportarse en compartimentos separados de los pasajeros, animales y alimentos o piensos, sin salientes agresivos que puedan deteriorar los envases, y sujetos para evitar golpes y desplazamientos durante el transporte.

- Se deben de cargar cuidadosamente evitando daños en los envases. Los más delicados deben de situarse sobre los más pesados, y separando, en cualquier caso, los productos tóxicos o inflamables.

- Es recomendable disponer del equipo reglamentario para transportar mercancías peligrosas, como extintor, material absorbente, botiquín, etc., además de un recipiente con agua para lavarse en el caso de contaminación con los productos.

- La mercancía no se debe de dejar sin vigilancia, y cuando se transporten productos tóxicos o peligrosos se debe de llevar la documentación que exige la Dirección General de Tráfico.

En el caso de accidente:

- Se debe de apagar el motor del vehículo y no fumar o encender fuego en sus proximidades.

- Utilizar serrín o tierra para empapar los líquidos derramados, dando aviso inmediato a las autoridades de Tráfico.

- Posteriormente enjuagar el vehículo con agua en un lugar idóneo, lejos de

acequias y manantiales, y protegiéndose con ropas adecuadas.

- En el caso de productos en polvo, proceder al barrido, guardándolo en bolsas de plástico hasta su destrucción.

- No consumir ni aprovechar como pienso los alimentos que puedan haber sido contaminados por el producto derramado.

Nota complementaria:

En los países de la Unión Europea con normativa estricta, se estima que el transporte de los productos fitosanitarios por los agricultores puede hacerse bajo las siguientes condiciones:

Transporte en vehículos agrícolas:

- Conductor: el agricultor o sus empleados.

- Vehículo: tractor con remolque, pulverizador.

- Carga máxima de producto: 1 tonelada.

- Recipientes: unitarios con capacidad igual o menor de 20 litros.

Transporte en automóvil:

- La carga neta de los productos transportados no debe de superar los 50 kg.

3. ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS

Se necesita contar con una zona diseñada para facilitar el almacenamiento de los productos fitosanitarios, y de los materiales que para los tratamientos se precisan, a la vez que facilitan la accesibilidad a las personas autorizadas. No está permitido el almacenamiento de productos en las viviendas.

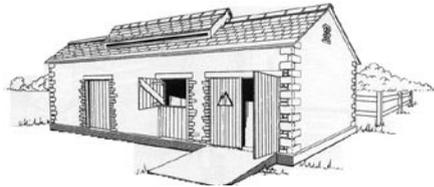
Lo que seguidamente se indica se refiere a los pequeños almacenes que se utilizan en las explotaciones agrarias. Para las instalaciones de fabricantes, almacenistas y distribuidores se debe de cumplir una normativa específica.

En ningún caso deben de utilizarse estas instalaciones para el almacenamiento de equipos de protección personal, o de repuestos de cartuchos filtrantes.

3.1. Aspectos relacionados con el almacenamiento

Organización del almacén:

- Alineación de los productos para facilitar la accesibilidad.
- Clasificación por familias químicas,



agronómicas, por frecuencia de utilización y de riesgo. Así, los herbicidas deben de almacenarse separados de los demás fitosanitarios.

- Facilitando la identificación y el seguimiento de las cantidades disponibles.
- Almacenamiento racional, como puede ser con los productos sólidos en alto y los líquidos en bajo.
- Los productos inflamables deben de quedar separados del resto
- Tomar precauciones especiales para el almacenamiento de los productos marcados como tóxicos y muy tóxicos.

Conservación de los productos:

- Consultar las etiquetas para conocer las instrucciones de almacenamiento de los diferentes productos.
- Aislamiento del local utilizando materiales apropiados.
- Control de la temperatura y de la humedad relativa del local.
- Buena aireación, evitando la proximidad de los productos a las ventanas y la insolación directa sobre los envases.

- Verificación de la estanquidad de los embalajes de los productos almacenados.

Espacio suficiente y sin desniveles:

- Que permita desplazarse por el local facilitando la entrada y la salida de productos.
- Para poder acceder al local con medios mecánicos, como carretillas.
- Con el suelo horizontal, sin desniveles que superen el 10%.

Gestión de almacén, que implica:

- Documentación sobre los productos utilizados: fichas, seguridad, etc., procurando que el orden de salida evite la caducidad, o sea: primero que entra, primero que sale.
- Tablero o cuaderno de operaciones de campo con tratamientos en parcelas y cultivos.
- Cuadro de planificación con los tratamientos previsibles.

Nota importante:

El almacén solo debe de ser accesible para el jefe de la explotación o persona responsable de la misma, y/o a los aplicadores con formación adecuada. Hay que tener en cuenta que algunos productos pueden estar contraindicados para personas con una especial sensibilidad, como las

mujeres embarazadas. Los menores con edades entre 16 y 18 años sólo deberán utilizar los productos fitosanitarios si disponen de una autorización especial.

Un buen almacén debe de permitir:

- Gestionar racionalmente los recursos.
- Limitar las pérdidas de productos.
- Optimizar su utilización.
- Facilitar la localización y el acceso a los productos.
- Limitar los problemas relacionados con el transporte.
- Ahorrar tiempo.
- Asegurar una buena protección del operador.

3.2. El diseño de los almacenes

Hay unos condicionantes que se deben de tomar en cuenta para definir el lugar de emplazamiento del almacén.

Así, debe de estar alejado de:

- los cursos y de los puntos de agua,
- los cultivos sensibles,
- las viviendas y de los almacenes de alimentos (granos, piensos, etc.),
- las zonas de concentración de personas,
- las líneas eléctricas.

Hay tener en cuenta el espacio necesario para que puedan acceder al local los camiones de suministro y para evacuación de los residuos.

Los principales criterios de diseño pueden ser:

- Un local aireado o ventilado (tomas de aire por arriba y por abajo), cerrado con llave.
- Una puerta que se abra hacia el exterior.
- Suelo estanco con cubeta de retención, o cubetas de retención bajo las zonas de almacenamiento.
- Instalación eléctrica adecuada para locales con riesgo de incendio y explosión.
- Extintor del tipo polvo polivalente.
- Señalización de seguridad adecuada (prohibición de fumar en el interior).
- Iluminación suficiente.

Es conveniente disponer de una toma de agua en el almacén, además de que este esté construido con paredes lisas con ángulos redondeados para facilitar su limpieza, así como disponer de un producto absorbente que facilite la retirada de cualquier vertido.

Todos los productos deben de conservarse en su envase original, y en

el almacén no es admisible que se depositen materiales o equipos diferentes a los que se utilizan en la aplicación de fitosanitarios.

Está prohibido el almacenamiento de productos fitosanitarios bajo las escaleras, en los pasillos y en las proximidades de un sistema de calefacción.

En el caso de incendio:

- Utilizar extintores de polvo seco para pequeños incendios y avisar inmediatamente a los bomberos si las llamas no pueden controlarse.
- No se debe de utilizar agua para combatir incendios que afecten a los productos fitosanitarios.
- Una vez apagadas las llamas limpiar y descontaminar la zona y sus alrededores.

En el caso de derrame de líquidos:

- No fumar ni encender llamas en las proximidades
- Recoger el vertido con materiales absorbentes, como serrín o arena, procediendo a su enterrado en un lugar en el que no haya posibilidad de contaminar las aguas, evitando que se produzcan fugas hacia zanjas, ríos o desagües.
- No utilizar agua para la limpieza antes de proceder a la recogida de los derrames.

- Ventilar bien el edificio antes y durante el proceso de limpieza.
- Utilizar en las operaciones de recogida de los vertidos y descontaminación la ropa adecuada, como botas, guantes y mascarilla, manteniéndose en el lado del que sopla el viento.

En el caso de derrame de productos sólidos se procederá al barrido, utilizando durante el mismo la ropa adecuada, y guardándolo hasta su destrucción en bolsas de plástico.

Nota complementaria:

En los países de la UE se considera que un almacén de productos fitosanitarios en la explotación agrícola es de categoría “mínima”, siempre que:

- Las cantidades máximas almacenadas de productos de clase Xi, Xn y T no supere las 15 toneladas.
- Las cantidades de productos T+: máximo de 50 kg para líquidos y 200 kg para los sólidos; se admite hasta 1 tonelada durante el periodo de tratamiento, o durante 10 días.

4. ÁREA PARA EL PERSONAL Y EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Se necesita disponer de un lugar per-

manentemente habilitado para que el aplicador se cambie de ropa, pueda guardar sus ropas personales y de trabajo y sirva para guardar los elementos de protección personal cuando no los utiliza.

En consecuencia, esta zona debe de estar concebida para:

- Almacenar la ropa personal, la de trabajo y los elementos de protección personal.
- Ofrecer un recinto adecuado donde el operador se equipe con los elementos de protección personal.
- Desechar los equipos de protección personal utilizados.
- Permitir que el aplicador pueda lavarse.



4.1. Condiciones generales

Los objetivos que se pretenden en esta zona son los de prevenir los riesgos de contaminación, e intoxicación, en las diferentes fases relacionadas

con los tratamientos y preservar la salud de los aplicadores.

Debe de ser un local específico, destinado al aplicador, en el que pueda:

- Encontrar los necesarios elementos de protección personal.
- Un armario donde guardar las ropas personales y de trabajo.
- Un compartimento para almacenar los elementos de protección personal que se encuentran en uso.
- Un depósito para colocar los elementos de protección personal que se van a eliminar.

Esta zona podrá mantener la temperatura adecuada y en ella se incluirá lavabo, ducha e inodoro, con aireación e iluminación suficiente.

El procedimiento recomendado para ponerse la ropa de trabajo antes del tratamiento y para su retirada al final del mismo, puede parecer molesto e innecesario, pero es el que garantiza la eficacia total de las prendas de protección personal y elimina cualquier riesgo de contaminación durante el cambio de ropa.

Primero, se debe de verificar el buen estado de los elementos de protección personal controlando que se encuentran dentro de los límites de

caducidad. Seguidamente:

Antes del tratamiento, equiparse sucesivamente con:

- La ropa adecuada (mono especial, si se establece como necesario).
- Las botas.
- Los guantes.
- La mascarilla con los elementos filtrantes y gafas.
- La capucha o gorra.

En el proceso, las cañas de las botas deben de quedar recubiertas por el pantalón y la parte alta de los guantes con las mangas.

Después del tratamiento, se recomienda:



Equipo lavable:

- Enjuagar, los guantes, el mono o traje utilizado, y las botas.
- Quitarse la capucha o gorra.
- Retirar la mascarilla con los elementos de protección y eliminar los que puedan estar saturados.
- Limpiar y almacenar la mascarilla.
- Quitarse la ropa de protección y enjuagarla.
- Quitarse las botas.
- Lavar los guantes eliminando los desechables.
- Quitarse los guantes dándoles la vuelta y ponerlos a secar.

Equipo de duración limitada y desechable:

- Enjuagar guantes y botas.
- Retirar la mascarilla con los elementos de protección y eliminar los que puedan estar saturados.
- Limpiar y almacenar la mascarilla.
- Quitarse la ropa de protección para desecharla, si es de este tipo.
- Quitarse las botas.
- Eliminar los guantes desechables.

Seguidamente, en ambos casos, lavarse las manos después de retirados los guantes con agua y jabón y proceder a tomar una ducha.

El equipo de protección personal se debe de llevar durante la preparación y la aplicación del producto fito-

sanitario, de manera que se evite el contacto con la piel o la llegada a los ojos, siguiendo en todo momento las recomendaciones de la etiqueta del envase del producto utilizado.

Nota importante:

- **La empresa debe de suministrar el equipo de protección individual (EPI) apropiado para el tipo de trabajo que se realiza.**
- El empleado es responsable de la utilización de este EPI de acuerdo con las normas en vigor.

4.2. Tipos y características de estos elementos de protección individual (EPI)

Se recomienda elegir los equipos de protección individual consultando al suministrador, teniendo en cuenta el contenido del manual de instrucciones que debe de entregar el fabricante EPI, donde se recogen todos los datos útiles referentes a:

- clase de protección y explicación del marcado,
- forma de almacenamiento, utilización, limpieza, mantenimiento y desinfección,
- fecha o plazo de caducidad, etc.

Para los diferentes procesos, salvo recomendación específica del fabri-

cante del producto fitosanitarios, se aconsejan los siguientes:

• **Manipulación del producto y limpieza de material:** guantes, buzo o ropa de protección, botas y elementos de protección ocular.

• **Preparación del caldo y tratamiento:** los mismos que para la manipulación más elementos de protección de las vías respiratorias, especialmente cuando se manejan productos pulverulentos. Los elementos de protección de las vías respiratorias no son necesarios cuando se trabaja en el interior de una cabina presurizada.

La piel es la principal vía de entrada en el organismo humano de los productos fitosanitarios debido a derrames, salpicaduras, uso de ropa contaminada, etc. El riesgo será más grave si se trata de líquidos, están concentrados, o si existe sudoración. Las heridas, escoriaciones y lesiones de la piel facilitan la entrada de estos productos, por lo que deben protegerse del contacto con ellos.

Para los diferentes elementos de protección hay que resaltar:

Guantes:

• Constituyen el elemento más importante del equipo de protección; deben de ser largos para que sobrepasen

por debajo la longitud de las mangas de la camisa o mono de trabajo.

• Deben de ser de material impermeable, y se aconsejan especialmente los de Nitrilo o Neopreno con flocado interior de algodón, identificados con el marcado CE y el símbolo “protección frente a riesgo químico”. Su grosor mínimo de 0.45 mm y su longitud mínima de 33.5 cm.

• La norma europea EN 374 establece una marca de conformidad que indica que el guante protege de riesgos microbiológicos o de riesgos químicos.

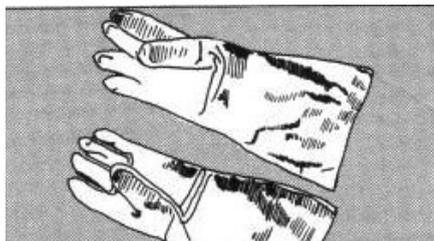
• Los guantes de cuero no son adecuados para manipular este tipo de productos.

• Serán de talla correcta, confortables, flexibles, se adaptarán apropiadamente a las manos y permitirán agarrar correctamente los envases de productos fitosanitarios.

• Deberá establecerse un calendario para la sustitución periódica de los guantes que garantice su cambio antes de que sean permeables a los productos químicos.

• Los guantes deben estar limpios antes de su utilización para impedir la autocontaminación.

• El empleo de guantes contaminados puede ser más peligroso que su falta de utilización, dado que el producto se puede acumular en el material componente del guante.



Mono, buzo o traje:

- Durante las aplicaciones debe de quedar cubierta la mayor parte del cuerpo con un mono o traje de dos piezas de algodón.
- Se aconseja emplear cobertura sobre la cabeza cuando se manejan productos en polvo, o en aplicaciones sobre cultivos altos.
- Nunca se debe de utilizar ropa vieja para protegerse durante las aplicaciones.

- En función del nivel de exposición pueden elegirse los siguientes buzos:
- Exposiciones bajas (cultivos extensivos)
 - Se pueden utilizar buzos de algodón.
 - Estos deben ser lavados después de cada uso.
- Exposiciones altas (invernaderos y frutales)
 - Se recomienda la utilización de trajes de un solo uso confeccionados con Tyvek, ya que este material ofrece elevado nivel de protección para los agroquímicos y suficiente resistencia para el trabajo de campo (controlar la etiqueta con el marcado).
 - Su eliminación después del uso evita una exposición secundaria.

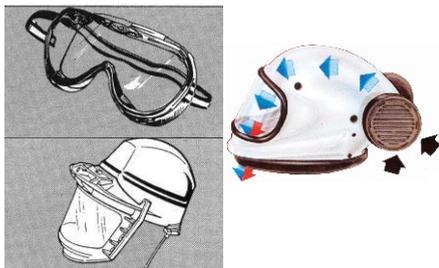
Cultivos	Formulación	Toxicidad	Tipo de ropa (*)
Cultivos extensivos Praderas Semilleros Viñas	Líquido o polvo mojable	Muy tóxico (T+) Tóxico (T) Nocivo (Xn) Irritante (Xi) No clasificado	3 - estanca a líquidos 3 - estanca a líquidos 4 - estanca a aerosoles 4 - estanca a aerosoles 5/6 - partículas/salpicaduras
Plantaciones arbóreas Invernaderos Cultivos en túneles	Líquido o polvo mojable	Muy tóxico (T+) Tóxico (T) Nocivo (Xn) Irritante (Xi) No clasificado	3 - estanca a líquidos 3 - estanca a líquidos 4 - estanca a aerosoles 4 - estanca a aerosoles 4 - estanca a aerosoles
Todo tipo de cultivos	Polvo	No clasificado	5/6 - partículas/salpicaduras

(*) Un número más bajo indica mayor nivel de protección

- En climas cálidos se producen condiciones de trabajo que dificultan el empleo de los materiales de protección convencionales. En estos casos se recomienda el empleo de pantalón



largo y camisa de manga larga de algodón, que pueda ser lavados con facilidad después de cada tratamiento. Como criterio para elegir la ropa de protección en función de la actividad y del tipo de producto se pueden seguir los propuestos en la siguiente tabla; en la etiqueta de la prenda considerada, junto con el marcado CE, debe de aparecer el símbolo que indica el nivel de protección y el nú-



mero correspondiente. Como normas de referencia se aplica la UNE-EN 340 y complementarias.

Protección facial:

- Se recomienda utilizar una pantalla o gafas transparentes y la mascarilla respiratoria completa de la cara adecuada, siguiendo las instrucciones de la etiqueta del producto.
- Las mismas estarán identificadas con el marcado CE y el símbolo “protección frente al riesgo químico”.
- Es necesario proteger los ojos frente a salpicaduras ya que los plaguicidas son productos irritantes que pueden llegar a producir alteraciones



en la vista.

- Deben lavarse después de cada uso.

Protección respiratoria:

- Deben de utilizarse las recomendadas para el tipo de producto y a forma de aplicación.
- Resulta especialmente necesaria en tratamientos realizados en los invernaderos con equipos que producen gota muy fina (termonebulización, nebulización, etc.)
- Las máscaras que se utilicen deben

llevar el marcado CE y cumplir las correspondientes normas EN.

- Las máscaras seleccionadas deben permitir respirar con comodidad.
- Las juntas de las máscaras deben ser revisadas para garantizar el cierre hermético de las mismas.

Los riesgos para el aparato respiratorio se producen como consecuencia de la presencia en la atmósfera de:

- Polvos, humos y nieblas
- Polvo, derivados de la trituración de materiales sólidos; cuanto mayor sea su finura más permanecen en suspensión en el aire y más fácilmente son inhalados.
- Humos: partículas diminutas procedentes de un proceso de combustión o de enfriado.
- Nieblas: pequeñísimas gotas producidas en la pulverización de un líquido pueden penetrar por la nariz, garganta y vías respiratorias superiores.
- Gases y vapores
- Gases, materias que se mantienen en estado gaseoso a temperatura ambiente.
- Vapores, forma gaseosa de materiales normalmente líquidos a temperatura ambiente.

Pueden pasar directamente a los pulmones y desde allí a la sangre.

Los respiradores autofiltrantes pueden filtrar partículas, o gases y vapores, o la combinación de ambos



según su diseño. Los filtros hay que elegirlos de acuerdo con la naturaleza del riesgo potencial previsto.

Botas:

- Deben de ser altas e impermeables a los productos químicos, de manera que quedan las cañas por debajo de la pernera del pantalón o mono de trabajo.
- Deben de incluir el marcado CE y el símbolo “protección frente a riesgo químico”.
- En conformidad con las normas EN 345-346-347, se recomienda elegir las marcadas como S5 ó P5 como las



mas adecuadas para las personas que realizan las aplicaciones.

- Finalizado el tratamiento hay que lavar bien las botas por fuera y por dentro.
- Las botas deben estar limpias antes de su utilización para impedir la autocontaminación.
- No se deben usar nunca sandalias, calzado deportivo, ni calzado roto.

5. PREPARACIÓN DEL PRODUCTO

La dosificación y la preparación de los productos que se añadirán al diluyente en el depósito del pulverizador para preparar el caldo se debe de realizar en una zona apropiada, adaptada para esta operación.

Como objetivos que se pretenden conseguir se encuentran los de suprimir todo riesgo de error en la dosificación y/o de contaminación para el operador por contacto con el producto concentrado, a la vez que asegurar la trazabilidad del producto.

La zona de preparación puede situarse en el interior de un local adecuado, protegido del ambiente, o en el exterior, al aire libre, lo que permite disponer de una aireación natural, aunque

siempre se necesita una forma de protección frente a la intemperie.

El área de preparación debe de:

- Estar situada en un lugar próximo a la zona de almacenamiento de los productos y a la zona de abastecimiento del pulverizador.
- En un lugar protegido, si es posible cerrado.
- Con suelo de hormigón, y canalizaciones para la recuperación del agua contaminada.
- Disponiendo de un punto de agua de emergencia (lava ojos, ducha).
- Suficientemente aireada, o disponiendo de un sistema de ventilación.
- Con un depósito para el almacenamiento de envases vacíos (previo triple enjuagado).
- Dotada de elementos de pesada y medida de volumen con precisión suficiente.
- Tablero informativo con los datos necesarios para realizar las mezclas.
- Mesa apropiada para facilitar el trabajo que se realiza.
- Equipo adecuado para realizar una rápida limpieza del local, con posibilidad de recuperar el agua contaminada.
- Cartel con advertencias de seguridad.

Esta zona de preparación de producto

sólo es necesaria cuando se realizan mezclas de materias activas y otros productos que las complementan. No resulta necesaria cuando la materia comercial se puede incorporar directamente a la cuba del pulverizador. El empleo de envases adecuados, como las bolsas hidrosolubles, facilita el proceso de abastecimiento del pulverizador, minimizando el riesgo para el operador.

6. LLENADO DEL PULVERIZADOR

Hay que contar con una zona adecuada para realizar la mezcla de los productos con el agua de dilución en el interior del depósito del pulverizador.

Con ello se pretende:

- Suprimir los riesgos de contaminación del suelo y de la capa freática por el desbordamiento de la cuba.
- Eliminar los riesgos de contaminación de la fuente de abastecimiento de agua por sifonado.
- Facilitar el proceso de llenado.

La zona de llenado puede estar situada en la parcela, respetando los mismos criterios establecidos para las zonas fijas. Determinados equipamientos del pulverizador simplifi-

can el cumplimiento de los requisitos de seguridad establecidos cuando el proceso de llenado se realiza en la propia parcela.

Los criterios que se deben de seguir para la zona de llenado tienen como objetivos:

- Controlar el volumen de agua con el que se llena la cuba.
- Dosificar con precisión el producto.
- Suprimir cualquier riesgo de desbordamiento o sifonado del agua de la cuba.

Para esto se recomienda:

- Entrada de agua con una caída desde arriba, sin contacto con el depósito.
- La utilización de válvulas anti-retorno.
- Alimentar desde un depósito elevado intermedio, con una capacidad igual a la cuba del pulverizador si esto resulta posible.
- Disponer de una graduación para controlar permanentemente el nivel de líquido en la cuba.
- Utilizar un contador de volumen de agua en la tubería de llenado.

Para facilitar el llenado del depósito y la incorporación de los productos se recomienda:

- Disponer de escalones y plataformas adecuadas para aproximarse sin

dificultad a la boca de llenado.

- Utilizar válvulas de cuarto de vuelta en las tuberías de entrada de agua.
- Facilitar la aproximación de equipo a la zona de abastecimiento de agua.
- Utilizar preferentemente un incorporador independiente para poder realizar el mezclado desde el suelo y el enjuagado de los envases.

Nota importante:



Durante la mezcla de productos se pueden producir efectos físico-químicos relacionados con su incompatibilidad.

6.1. MEZCLADO DE PRODUCTOS

Sólo se pueden realizar las mezclas oficialmente autorizadas, formadas por varios productos fitosanitarios, o con otras materias.

El orden de inserción de los productos en una mezcla, salvo recomendación específica del fabricante, será el

siguiente:

1. bolsas hidrosolubles.
2. gránulos dispersables (WG). Es necesario conseguir la total dispersión antes de añadir otro producto; se debe de evitar colocar los WG en el depósito de premezclado, ya que hay riesgo de aglomeración en la cuba del pulverizador.
3. polvos mojables (WP).
4. suspensión de cápsulas (CS) (productos microencapsulados).
5. suspensiones concentradas (SC).
6. emulsiones acuosas (EW) y suspenso-emulsiones (SE).
7. concentrados solubles (SL).
8. emulsiones concentradas (EC).

Nota complementaria:

Para la colocación de los productos en el depósito se recomienda seguir las instrucciones del fabricante. Como recomendación general se aconseja llenar el depósito hasta el 50% con agua antes de añadir el pro-



ducto, tanto si se dispone de mezclador como si se añade directamente a la cuba.

Después de preparar el caldo enjuagar los embalajes y el mezclador. Para el caso de:

- Sistema de enjuagado en el mezclador, o como unidad independiente, enjuagar hasta que salga agua clara.
- Sin sistema de enjuagado mecánico, proceder al “triple enjuagado” manual.

7. RECOMENDACIONES PARA UNA APLICACIÓN SEGURA

- Utilizar recipientes medidores para realizar las mezclas, y un palo o cualquier otro elemento apropiado para remover los líquidos; nunca directamente con las manos, aunque estén protegidas con guantes.
- Se aconseja utilizar preferentemente equipos mezcladores integrados en el pulverizador, que además realicen el enjuagado de los envases, respetando las dosis establecidas de materia activa en la preparación del caldo.
- No realizar la preparación del caldo ni las aplicaciones en las proximidades de viviendas o de establos, evitando contaminar cauces de agua

con el vertido de los sobrantes.

- Calibrar el equipo de aplicación para que se respete la dosis por unidad de superficie, procurando, en el caso de la pulverización, que el tamaño de las gotas sea el apropiado para conseguir a mayor eficacia, evitando pérdidas por deriva y por escurrimiento.
- Las condiciones ambientales son muy importantes para conseguir la mayor eficacia evitando riesgos ambientales, por lo que se aconseja tratar en las horas más frescas del día y evitar las temperaturas elevadas que podrían dar lugar a la formación de vapores tóxicos para las personas o fototoxicidad en los cultivos.
- Evitar realizar las aplicaciones, tanto en pulverización como en espolvoreo, frente al viento, o en condiciones de viento fuerte, para evitar la deriva del producto.
- Impedir la entrada de los animales en los campos tratados, y no recoger el forraje destinado a su alimentación hasta que no haya transcurrido el plazo de seguridad indicado en la etiqueta.
- En épocas de floración tomar las precauciones que permitan la protección de las abejas y otros insectos beneficiosos, siguiendo las indicaciones de las etiquetas.

8. LAVADO Y DESCONTAMINACIÓN

Hay que disponer de una zona concebida para limpiar y descontaminar el material y recuperar el agua utilizada en la limpieza.

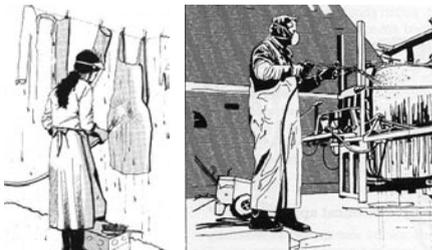
Como objetivos se pretenden:

- Proteger al aplicador durante la limpieza y mantenimiento del equipo.
- Respetar el entorno.
- Mantener el equipo en buen estado.

El lavado y la descontaminación se deben de realizar en la misma zona en la que el pulverizador se abastece.

Se recomienda disponer:

- De una instalación con capacidad para producir agua con alta presión y con baja presión, lo que permite reducir el consumo de agua de lavado.
- De un pavimento hormigonado y ligeramente inclinado.
- Una canaleta para la recuperación del agua utilizada con doble circuito de evacuación, que permita separar las aguas usadas en la limpieza de otras sin contaminar.
- Un depósito de decantación y de almacenamiento exterior o subterráneo.



9. ELIMINACIÓN DE LOS ENVASES

La preparación del caldo debe de hacerse en la cantidad necesaria para la aplicación. En el caso de que se produzca un pequeño sobrante, este se debe de aplicar en su totalidad sobre la misma parcela.

Se deben de mantener los productos en el interior de sus envases, cerrándolos después de su utilización. Nunca se deben de utilizar estos envases para conservar bebidas o alimentos.

Durante el proceso de lavado y destrucción de envases vacíos se debe de utilizar el equipo de protección personal adecuado.

Para asegurar que los envases están suficientemente limpios se recomienda lo que se conoce como el “triple enjuagado”, a no ser que se disponga

en el equipo de aplicación de una unidad específica para su lavado.

El procedimiento de triple enjuagado consiste:

- en llenar con agua tres veces el envase vacío hasta la cuarta parte de su capacidad;
- en cada ocasión, tapan el envase, agitarlo y verter su contenido en el depósito del equipo de pulverización;
- al final, dejarlo escurrir sobre el depósito durante 30 segundos y destruirlo siguiendo las instrucciones de la etiqueta.

Normalmente es necesario proceder a perforarlo para que no pueda ser reutilizado.

Los envases de los productos nocivos, tóxicos o muy tóxicos deben de llevarse a un incinerador o vertedero autorizado. No se deben de quemar de manera incontrolada los envases plásticos vacíos para evitar la contaminación del aire, ni dejarlos abandonados en el campo.

Los envases de los productos en polvo, se deben de vaciar cuidadosamente hasta el final en el tanque del pulverizador. Si son envases de cartón pueden incinerarse.

EL TRIPLE ENJUAGADO...



...BENEFICIO PARA TODOS

10. RECOMENDACIONES PARA EL CASO DE INTOXICACIÓN

Los productos fitosanitarios pueden penetrar en el cuerpo a través de la piel, o de las vías respiratorias.

Proceso operativo frente a derrames sobre el operador:

- Si un producto fitosanitario se derrama sobre la piel lavar las partes del cuerpo afectadas con abundante agua y jabón. Si no se dispone de agua, limpiar con una esponja o con papel que se destruirán.
- La ropa contaminada debe de quitarse inmediatamente, incluido el calzado, para proceder a su lavado.
- En el caso de que entre en los ojos, hay que proceder a su lavado con agua limpia durante 10-20 minutos.

Visitar al médico lo antes posible. En el caso del desmayo del paciente avi-

sar a la asistencia sanitaria de urgencia o trasladarlo inmediatamente a la clínica más cercana.

Es muy importante mostrar al médico la etiqueta y el envase causante de la intoxicación.

Se necesita que la persona intoxicada mantenga una respiración adecuada, practicándole la respiración artificial si esto fuera necesario.

La postura del paciente debe de ser de costado, con la cabeza hacia atrás, procurando cubrirle con ropa o una manta si tiene frío, o refrescarle con agua fría si está caliente y suda.

Siempre resulta más aconsejable que el afectado reciba atención médica inmediata. Si esto no resulta posible se recomienda:

- Impedir que el intoxicado fume o beba, especialmente bebidas alcohólicas o leche.
- No provocar el vómito en el caso de ingestión, salvo que la etiqueta así lo aconseje y el paciente esté consciente. No utilizar agua salada para provocar el vómito. Administrar seguidamente carbón activado.
- No sujetar al paciente que sufre convulsiones, y mantener su boca

abierta colocándole un pañuelo enrollado entre los dientes.

La etiqueta autorizada es la referencia básica del producto, e incluye todo lo que se necesita conocer para su utilización eficaz y segura, por lo que se deben de seguir al pie de la letra las instrucciones que se incluyen en ella.

En el caso de accidente, los responsables de atención al afectado pueden recurrir al SERVICIO DE INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA, único para toda España, con un servicio médico permanente de 24 horas, en el teléfono 91 562 04 20.



Parte IV

ESPECIFICACIONES MÍNIMAS PARA LOS EQUIPOS
DE APLICACIÓN

Seguidamente se presenta, de manera sintetizada, los requisitos mínimos que debe de cumplir un equipo de aplicación para garantizar su eficacia, la seguridad en el trabajo de las personas que lo manejan y la protección ambiental de las aplicaciones.

1. NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA

Para realizar la correcta aplicación de los productos fitosanitarios, dentro de lo que se consideran “buenas prácticas agrícolas” se necesita disponer de un equipo apropiado y en buen estado de conservación, calibrado en función del tipo de producto y las condiciones del cultivo y del medio en el que se aplica.

El fabricante del equipo, cuando realiza el marcado CE, está certificando que respeta en el diseño y fabricación de la máquina lo establecido por la Directiva 98/37/CE de “seguridad en las máquinas”. La presunción de conformidad con esta Directiva puede conseguirse cumpliendo la norma armonizada UNE-EN 907 “Pulverizadores y distribuidores de fertilizantes líquidos. Seguridad”, que en algunos de sus apartados considera tanto los aspectos de seguridad para el opera-

dor (mecánicos y otros) como otros relacionados con la protección ambiental.

Aunque se trata de una norma técnica elaborada para ser aplicada a pulverizadores hidráulicos de barras, muchas de las especificaciones también son apropiadas para los equipos de aplicación por pulverización con carácter general, como los pulverizadores hidroneumáticos (atomizadores) y neumáticos (nebulizadores)

Por otra parte, con posterioridad a la publicación de la norma UNE-EN 907, relativa a los aspectos de seguridad para los equipos de aplicación de fitosanitarios, se estudia una norma complementaria, que posteriormente se publica como UNE-EN 12761 “Pulverizadores y distribuidores de fertilizantes líquidos. Protección ambiental”, que complementa algunos aspectos ya tratados por la norma UNE-EN 907, lo que afectaría al fabricante de la máquina, pero especialmente hay que considerarla como referencia para poder respetar el ambiente durante las aplicaciones, lo que hace que deba tomarse como referencia básica en las “buenas prácticas agrícolas” en la aplicación de fitosanitarios. También sirve de referencia para efectuar el control pe-

riódico de los equipos

El procedimiento normalizado inspección de pulverizadores en uso se encuentra en la norma, UNE-EN 13790 Partes 1 y 2, que se aplica tanto a pulverizadores hidráulicos como hidroneumáticos (atomizadores)

La “certificación de las características” de un equipo realizada en un laboratorio acreditado, es una opción voluntaria de algunos fabricantes, que de esta manera pueden utilizar el “boletín de ensayo” emitido por el laboratorio como una referencia de las prestaciones del modelo de equipo considerado, realizada de acuerdo con las normas UNE-EN 907 y UNE-EN 12761 y normas ISO que las complementan. Esto proporciona al usuario una mayor garantía, ya que le asegura que el equipo está diseñado y construido de manera que, en buen estado de conservación, estará en condiciones de superar las inspecciones técnicas que en su día se establezcan, o que le exijan los procedimientos de “producción certificada” de sus cosechas.

2. REQUISITOS MÍNIMOS ESTABLECIDOS POR LA NORMA UNE-EN 907

Las prescripciones que en la misma se establecen, que en principio garantiza el fabricante mediante el marcado CE, de forma sintetizada, son las siguientes:

Riesgo de vuelco

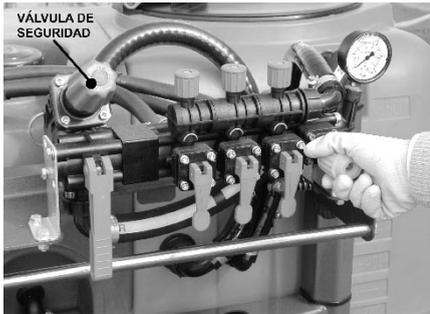
- Estabilidad del equipo en pendiente de 8.5° con las barras plegadas y con depósitos vacíos y llenos.
- En el caso de máquinas provistas de ruedas para su transporte manual, deberán diseñarse de modo que no puedan volcar.



Válvula de seguridad

- Obligatoriedad de disponer de una válvula de seguridad que impida que la presión sobrepase en más de un 20% la presión admisible del circuito de líquido indicada por el fabricante.
- La regulación de la válvula de seguridad deberá estar protegida de toda modificación no autorizada.
- El funcionamiento de la válvula de seguridad no deberá producir ningún derrame o escape de líquido al exterior del circuito.

- No se aplica para equipos con bombas centrífugas, que no puedan superar en un 20% la presión admisible del circuito.

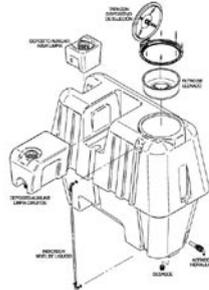


Los depósitos

- Conveniencia de utilizar un depósito de transferencia para facilitar el mezclado de los productos fitosanitarios.
- Se admite el mezclado directo en el depósito cuando el orificio de llenado se sitúa a una altura inferior a 1500 mm con respecto al suelo o a la plataforma del operador.
- La distancia horizontal entre el borde del depósito y el borde del orificio no deberá ser superior a 300 mm.
- Necesidad de rejillas en las bocas de los depósitos que impidan la entrada de las personas
- El volumen real del depósito deberá superar al menos en un 5% el volumen nominal.
- Indicador del nivel del líquido visible

durante las operaciones de llenado y de vaciado

- Tapa solidaria al depósito, provista de un dispositivo de sujeción, que asegure el cierre por medio de una acción mecánica activa, y hermética para la mezcla, con dispositivo compensador de presión, salvo en depósitos presurizados
- Orificio de vaciado que pueda abrirse sin herramientas (por ejemplo por medio de un grifo) y el vertido dirigido lejos del operador.
- Obligatoriedad de un depósito de agua limpia para el uso del operador, con una capacidad mínima de 15 L, aislado de los demás elementos de la máquina y con un grifo cuya abertura no requiera una acción continuada.



Manómetro

- Obligatoriedad de un manómetro que permita una lectura clara desde el puesto de conducción
- La caja del manómetro deberá ais-

larse de la mezcla pulverizada.

- La presión máxima admisible se deberá marcar en el manómetro con un trazo en rojo.
- El diámetro mínimo de la caja deberá ser de 63 mm, cuando esté situado dentro de la zona al alcance de la mano del operador, y de 100 mm en los demás casos.
- Deberá situarse de manera que si hubiera alguna fuga, ésta no alcance al operador.



Conducciones

- Las conducciones no pueden entrar en la cabina del tractor
- En las máquinas sin cabina, los conductos y sus dispositivos de conexión se deberán proteger con pantallas rígidas para que operador no pueda contaminarse en caso de fugas.
- La presión máxima admisible se deberá marcar directamente sobre los conductos presurizados de forma indeleble
- Los dispositivos de llenado del depósito deberán diseñarse de tal manera que no se pueda producir el retorno del líquido hacia el surtidor.

Dispositivos antigoteo y apertura/cierre

- Al cierre de un tramo de barra de pulverización, el volumen que gotea de cada boquilla no deberá exceder de 2 mL, medido en un período de 5 min. La medición se deberá efectuar 8 segundos después de cerrar la llave de alimentación de la barra de pulverización.
- Los órganos de control de la pulverización deberán poder accionarse, durante su funcionamiento, por el operador situado en el puesto de conducción.
- Los dispositivos de pulverización accionados manualmente (por ejemplo, en una pistola pulverizadora) se deberán diseñar de manera que no se pueda producir un accionamiento involuntario. Estos dispositivos deberán bloquearse cuando están en posición cerrada y desbloquearse cuando



están en posición abierta.

Modificación de la altura sobre el suelo de las barras portaboquillas

- La fuerza necesaria para regular la altura de la barra de pulverización no

deberá exceder de 250 N (aproximadamente 25 kg).

- Si esta modificación de la altura se realiza con un torno, éste deberá ser autobloqueante y capaz de soportar al menos una carga igual a 1.3 veces el peso de la barra de pulverización.
- Con una regulación asistida de la altura de la barra, el control manual se podrá realizar desde el puesto de conducción, y el órgano de control deberá ser de accionamiento continuo; la máquina se deberá equipar con un dispositivo que limite la máxima velocidad de descenso de la barra de pulverización a 10 mm/s; o bien, con un dispositivo que asegure una altura mínima de 500 mm entre la barra de pulverización y el suelo.



Plegado de las barras de pulverización

- Plegado/desplegado de las barras de pulverización sin que ninguno de sus elementos supere los 4 m de altura sobre el suelo.

- Las barras de pulverización de plegado/desplegado manual dispondrán de dos empuñaduras situadas a una distancia de al menos 300 mm de la articulación más próxima, que pueden estar integradas en las barras de pulverización, pero claramente identificadas.
- En el caso de accionamiento asistido (cilindros hidráulicos, cables), el órgano de control deberá ser de accionamiento continuo y su dispositivo manual se situará fuera de la zona de pivotamiento.
- Contar con un bloqueo de las barras en posición de transporte
- No se admite que las asideras para facilitar el acceso a diferentes lugares de la máquina formen parte de las barras de pulverización.

Marcado obligatorio de la máquina y de sus componentes esenciales

- nombre y dirección del fabricante;
- año de construcción;
- designación del tipo o de la serie;
- número de serie, si existiera;
- presión admisible en el circuito;
- masa en vacío;
- peso total admisible;
- régimen nominal de giro y sentido de giro del árbol receptor (marcado con una flecha) cuando corresponda;
- potencia nominal en kW (en el caso de una máquina autopropulsada);

Además,

- una advertencia situada sobre el depósito debe indicar la prohibición de entrar en el interior del mismo;
- en las máquinas donde la altura de las barras de pulverización pueda sobrepasar de 4 m, una advertencia en el puesto de conducción debe llamar la atención sobre el riesgo de contactar accidentalmente con líneas eléctricas;
- una advertencia situada sobre el depósito de agua limpia en la que se indique que únicamente se debe llenar con agua limpia.

Para las bombas, las informaciones que se deben de incluir son las siguientes:

- nombre y dirección del fabricante;
- número de serie;
- caudal máximo de la bomba;
- presión máxima de la bomba;
- caudal máximo de la bomba a la presión máxima;
- régimen nominal y máximo de giro.



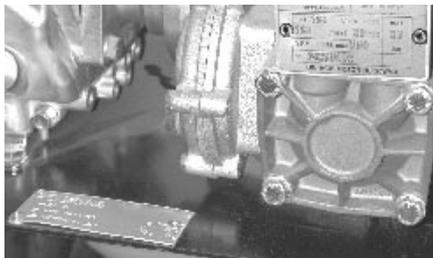
3. REQUISITOS MÍNIMOS ESTABLECIDOS POR LA NORMA UNE-EN 12761

Algunos fabricantes someten, de manera voluntaria, sus equipos a ensayos realizados en laboratorios autorizados, que realizan una “certificación de características”, verificando de una manera específica el cumplimiento de determinadas normas técnicas que les afectan, como puede ser la UNE-EN 12761

Esta norma técnica, que al no ser armonizada, no se aplica para la presunción de conformidad con la Directiva de “seguridad en las máquinas”, puede considerarse como una referencia importante desde el punto de vista de la protección ambiental en la aplicación de fitosanitarios.

Esta norma, con tres partes, trata sucesivamente los aspectos generales y específicos de los pulverizadores hidráulicos e hidroneumáticos (atomizadores).

Seguidamente se resume su contenido en los aspectos generales y en los aplicables para los pulverizadores hidráulicos, para finalizar con los específicos de los hidroneumáticos.



3.1. PULVERIZADORES HIDRÁULICOS

Los depósitos

- Depósitos con superficie lisa, con un valor de rugosidad en las paredes internas y externas de la cuba $Rz \leq 100 \mu\text{m}$, para mejorar la limpieza.
- El vaciado del equipo debe de ser completo, con volumen del residuo total inferior al 0.5% del volumen nominal de la cuba, más 2 litros por metro de barra portaboquillas.
- Debe ser posible recoger el líquido en la salida sin contaminar al operador o alguna parte del equipo, como los soportes.
- El orificio de salida de la cuba debe de estar protegido contra cualquier apertura intempestiva.
- Provistos de dispositivos que permitan mantener una concentración homogénea del caldo (por ejemplo agitadores).



Indicador de contenido del depósito

- Duradero y bien visible desde el puesto de conducción y desde el lugar de llenado.
- Las tolerancias admitidas sobre las indicaciones, con un error máximo en la medida de $\pm 1\%$, son las siguientes:
 - $\varnothing \pm 7.5\%$ por cada graduación para volúmenes inferiores o iguales al 20% del volumen nominal de la cuba.
 - $\varnothing \pm 5\%$ por cada graduación para volúmenes superiores al 20% del volumen nominal de la cuba.

Complementos del depósito

- Recomendación de uno o varios depósitos para el enjuagado del equipo, independientes del de “agua limpia” destinado al operador, con una capacidad al menos igual a la décima parte del volumen nominal de la cuba, o igual al volumen residual diluible.
- Si existen dispositivos para la limpieza de bidones de productos fitosanitarios, deben de estar concebidos de manera que el volumen residual después de la limpieza sea inferior al



0.01% de su capacidad; y con posibilidad de recuperar y transferir el agua de limpieza a la cuba del pulverizador.

Manómetro y controles

- Obligatoriedad de que mandos de regulación e indicadores sean accesibles y visibles desde el puesto de conducción.
- Errores máximos permitidos en los instrumentos de medida del $\pm 5\%$ del valor real
- En los pulverizadores equipados con manómetro la precisión debe de ser:
 - $\emptyset \pm 0.2$ para presiones de trabajo entre 1 bar (incluido) y 8 bar (incluido)
 - $\emptyset \pm 0.5$ para presiones de trabajo entre 8 bar y 20 bar (incluido)
 - $\emptyset \pm 1.0$ para presiones de trabajo superiores a 20 bar

Regulación

- Error máximo para la regulación del volumen de aplicación superficial en pulverizadores de barras del $\pm 2.5\%$.
- Estabilidad en la regulación de la presión de trabajo para velocidades constantes de rotación de la bomba.
- Variación máxima admisible después de la apertura y del cierre de las conducciones que alimentan las barras, o de sus diferentes tramos, con respecto a la inicial, de $\pm 7.5\%$.
- En los dispositivos de regulación del volumen (L/ha), siete segundos después de la modificación de las condiciones de funcionamiento durante el trabajo, el volumen aplicado no debe de diferir en más del $\pm 10\%$ del volumen superficial medio en las condiciones de trabajo uniformes.
- Asimismo, en el transcurso de reglajes sucesivos del mismo volumen (L/ha), el coeficiente de variación calculado a partir de 7 medidas, no debe de exceder del 3%
- Durante la pulverización, con frecuencia de rotación constante de la toma de fuerza y velocidad de avance constante, la desviación máxima con respecto al volumen medio (L/ha) no debe superar el 5%.
- Las desviaciones aceptables respecto al volumen medido (L/ha) o el caudal correspondiente (L/min), respecto a los valores requeridos, son

las siguientes:

- 6% para la desviación media
- 3% para el coeficiente de variación
- Los instrumentos de calibración adoptados deben suministrarse con el pulverizador (al menos un recipiente graduado de 1 litro de capacidad en el que se pueda leer con una precisión de $\pm 2.5\%$).

Las conducciones

- El radio de curvatura de las conducciones flexibles debe de estar dentro de los límites recomendados por el fabricante de las mismas. No deben presentar deformaciones que perturben el paso del líquido por su interior.
- Las canalizaciones que contengan fluidos bajo presión deben estar provistas de grifería aislante de mando rápido.
- La caída de presión entre el punto

de medida en el pulverizador y la boquilla (incluido el dispositivo de goteo si existe), o el orificio de soporte, no debe de superar el 10% de la presión indicada por el manómetro.

Portaboquillas

- Deben de incluirse marcas o dispositivos de fijación que permitan mantener las boquillas en las posiciones predeterminadas para orientar correctamente el chorro de pulveriza-



Capacidad nominal de la cuba (L)	Profundidad mínima (mm) 1)
$C \leq 150$	60
$150 < C \leq 400$	100
$400 < C \leq 600$	150
$C > 600$	250

1) medida entre el borde superior y el fondo del tamiz

ción.

- Las boquillas de las extremidades de las barras de más de 10 m de anchura de trabajo deben de estar protegidas para evitar que se deterioren en un contacto accidental con el suelo

Los filtros

- En las aberturas de llenado se de-



ben instalar tamices con malla inferior a 2 mm.

- El (los) espacio(s) entre el orificio de llenado de la cuba y el tamiz no deben superar los 2 mm.
- La profundidad mínima del tamiz debe corresponderse con los valores de la siguiente tabla
- La capacidad de llenado de la cuba con agua atravesando el tamiz debe de ser al menos de 100 L/min para



las que tengan un volumen nominal de 100 litros o más. Para las que tengan un volumen nominal inferior a 100 litros, debe ser posible llenarla en 1 minuto.

- Los tamices de los incorporadores de producto, si existen, deben disponer de un filtro cuya malla tenga una dimensión máxima de 20 mm.
- Los pulverizadores equipados con bombas volumétricas deben disponer de filtros de aspiración.
- El líquido que pasa a las boquillas debe de filtrarse sobre la salida o en las canalizaciones. El tamaño de las mallas de los filtros debe de corresponder al de las boquillas utilizadas.
- El operador de la máquina debe de recibir información sobre las obstrucciones de los filtros; esto puede conseguirse a través de la información que proporciona el manómetro.
- Los filtros deben ser fácilmente accesibles y los elementos filtrantes desmontables. La tela filtrante debe

ser fácilmente desmontable para su rápida limpieza.

- Posibilidad de limpieza de los filtros centrales con la cuba llena a su volumen nominal, sin que se produzcan fugas de caldo, ni exceda el vertido de la cantidad eventualmente presente en el alojamiento del filtro o en las conducciones, tanto del lado de aspiración como del de impulsión.

Las barras portaboquillas

- La anchura de trabajo que proporcionan las barras debe corresponder a las anchuras habituales de las sembradoras en línea, los cultivadores, etc., y debe ser múltiplo entero de las de ellas.
- Las longitudes máximas de los tramos serán de 4.5 m para barras de ≤ 24 m y de 6.0 m para barras mayores.
- Cualquier sección debe poder ser utilizada independientemente, si esto resulta necesario
- La amplitud de la regulación de la altura de la barra portaboquillas respecto al suelo, o al cultivo, debe ser al menos de 1 metro (para cultivos de gran desarrollo 1.20 m). Esta altura debe ser regulable, bien de manera continua, bien por escalones que no superen 0.1 m.
- Cualquiera que sea la altura de las barras portaboquillas con respecto al

suelo, el líquido no debe ser pulverizado sobre éstas.

- El goteo debe de reducirse al mínimo

Oscilación de las barras portaboquillas

- El movimiento de las barras portaboquillas cuya anchura de trabajo es superior a 13 m debe ser independiente de los movimientos del pulverizador, con el fin de mantener las barras paralelas al suelo.
- Las barras deben de poder retroceder y avanzar en el caso de contacto con un obstáculo en el campo. Las barras, o sus secciones, deben de retornar inmediata y automáticamente a su posición inicial después del contacto con un obstáculo.

Barras para aplicaciones “localizadas”



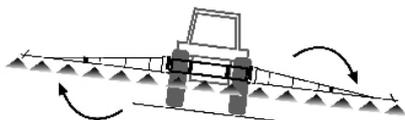
- Los pulverizadores localizadores se utilizan en combinación con otras máquinas, como binadoras, por lo que los efectos perjudiciales del polvo, los restos vegetales y la tierra durante la aplicación deben evitarse en todo lo posible.

- Las boquillas que se utilizan para tratamientos en bandas deben estar fijadas de manera que puedan seguir las irregularidades del suelo.
- La altura de trabajo de las boquillas debe ser regulable de manera continua.
- El cambio de posición de las boquillas en el plano horizontal debe ser posible para ajustar la anchura de la banda.

Adaptación de los equipos a los ensayos periódicos de verificación

- Los equipos deben estar provistos de una toma con rosca interior de $\frac{1}{4}$ " para el ensayo del manómetro del equipo, o dotados de un adaptador apropiado.
- Debe ser posible conectar un caudalímetro entre la bomba y el regulador de presión sin dañar las tuberías flexibles o desmontar sus acoplamientos, suministrándose adaptadores apropiados provistos de racores flexibles de $\frac{3}{4}$ ", 1" ó 2".

Protección ambiental en las aplicaciones



- Durante la pulverización, y con cualquier volumen de líquido en la cuba, el volumen aplicado (L/ha) no debe desviarse en más del 10% con respecto a la media, calculado después de 5 medidas.
- Si las boquillas se instalan sobre las barras portaboquillas de manera que se pueda obtener una distribución uniforme, la distribución transversal debe de medirse en un banco de distribución con canaletas de 100 mm.
- El coeficiente de variación no debe sobrepasar el 7% para la altura sobre el objetivo y la presión especificada por el fabricante. Para otros niveles de altura y de presión, el coeficiente de variación no debe superar el 9%.
- Para las boquillas con recubrimiento de chorros, esta precisión no se aplica más que a la parte de las barras en la que se produce un recubrimiento total.
- El caudal de cada boquilla sobre la barra no debe de desviarse en más de un 10% con respecto a los valores dados en las tablas de caudal suministradas por los fabricantes.
- El caudal de cada boquilla del mismo tipo sobre la barra no debe de desviarse más del 5% respecto al caudal medio de todas ellas.
- Las prescripciones sobre la medida de caudal deben de verificarse con un error inferior al $\pm 2.5\%$ del valor

real.

Boquillas

Según la norma UNE-EN 12761, el caudal de cada una de las boquillas nuevas, medido conforme a la ISO 5682-1, no debe de superar en más del 5% el que figura de las tablas de caudal.

Para el control de la deriva se establece que el diámetro del 10% del volumen de gotas de las boquillas de pulverización para cultivos bajos no debe ser inferior al que se obtiene utilizando una boquilla de chorro plano con ángulo de pulverización de 110° y un caudal de 0.72 L/min, con presión de pulverización de 2.5 bar (por ejemplo, una boquilla 11002)

Esta prescripción no se aplica si se utiliza un equipo para la reducción de la deriva (cortina de aire, pantalla de recuperación) y el ángulo de pulverización y el caudal se determinarán utilizando la norma ISO 5682.

3.2. PULVERIZADORES HIDRONEUMÁTICOS (ATOMIZADORES)

A continuación se analizan, de manera sintetizada los requisitos específicos de los pulverizadores hi-

droneumáticos o atomizadores, que complementan con los requisitos generales ya incluidos en los relativos a los pulverizadores hidráulicos.

El sistema de líquido

- Requisitos similares a los de los pulverizadores hidráulicos.
- El volumen residual que puede quedar en el depósito, que se establecen en función del volumen nominal del depósito, con los siguientes límites:
 - o 4% del volumen nominal para depósitos de menos de 400 litros.
 - o 3% del volumen nominal para depósitos cuya capacidad esté entre 400 y 1000 litros.
 - o 2% del volumen nominal para depósitos cuya capacidad esté por encima de los 1000 litros.

Boquillas de pulverización hidráulica

- Cada boquilla no debe de sobrepasar en $\pm 10\%$ los valores de caudal dados como referencia en las tablas suministradas por el fabricante del equipo.
- Cada una de las boquillas del conjunto que tengan las mismas características, no debe de sobrepasar en $\pm 10\%$ el caudal medio de las mismas.
- El caudal medido a cada lado del equipo debe ser equivalente, admi-

tiéndose desviaciones del $\pm 5\%$ del total.

- Las medidas de los caudales deben realizarse con un error inferior a $\pm 2.5\%$ del valor real.
- Se admite, como es frecuente en estos equipos, que se utilicen boquillas de diferente calibre según su posición relativa respecto a los árboles.

Montaje de las boquillas

- Necesidad de que la parte externa de la boquilla permita fijar una tubería sobre la base de unas dimensiones exteriores de 25, 30, 35 ó 40 mm de diámetro, con 15 mm de longitud y conicidad de 1 a 100.
- En alternativa se ofrece la posibilidad que el portaboquillas pueda retener una tubería flexible de $\frac{3}{4}$ de pulgada.

Distribución del líquido

- Durante la pulverización, y cualquiera que sea el volumen del depósito, el volumen aplicado por hectárea (l/ha) medido no debe diferir en más de un 10% con respecto a la media calculada tomando como referencia 5 medidas.

Sistema de impulsión y conducción del aire

- El caudal de aire suministrado en

la salida del ventilador no diferirá en más del 10% del caudal nominal.

- La salida de aire sea tal que su velocidad máxima sea simétrica a ambos lados del equipo (asunto todavía en estudio).

4. INSPECCIÓN DE PULVERIZADORES EN USO

Para completar lo establecido en las normas UNE-EN 907 y 12761 Partes 1 a 3, se ha publicado una norma específica, UNE-EN 13790 Partes 1 y 2, dedicada al procedimiento de inspección de pulverizadores en uso.

En el preámbulo de dicha norma se informa de que existen tres importantes razones para hacer la inspección:

- Permiten verificar la seguridad para el operador.
- Existe menor riesgo potencial de contaminación del medio ambiente con el uso de los fitosanitarios.
- Se produce un buen control de la plaga con la menor utilización posible de fitosanitarios.

Esto último indica que la puesta en marcha del sistema mejoraría la eficiencia de los equipos, lo que puede ser muy rentable para los usuarios.

Se basa en la verificación del cumplimiento de los requisitos normativos establecidos para equipos nuevos (Normas UNE-EN ya citadas, y otras normas ISO que las complementan), pero se indica textualmente que “pueden tener carácter obligatorio o voluntario. En ambos casos, se hace necesario establecer normas o disposiciones legales que, por ejemplo, regulen la organización de las inspecciones, las entidades reconocidas o habilitadas a tal efecto, la frecuencia de las inspecciones, etc.

Habida cuenta que las especificaciones de esta norma se fundamentan en las normas UNE-EN 907 y UNE-EN 12761, puede darse el caso que algunos pulverizadores en uso, fabricados con anterioridad a su entrada en vigor, no reúnan los requisitos en ellas especificados. Las disposiciones legales deberán a tal efecto establecer un periodo transitorio para la entrada en vigor de esta norma.

Realmente no hay en el procedimiento de inspección controles “extraordinarios”; se limita a verificar que el equipo inspeccionado mantiene las características de funcionamiento marcadas por la UNE-EN 907 y UNE-EN 12761, junto con las característi-

cas y la precisión de los instrumentos de medida que se utilizará en las inspecciones.

En el Anexo de la UNE-EN 13790 se incluye un resumen sobre las verificaciones que impone la norma.

5. PULVERIZADORES DE MOCHILA

Los equipos manuales para la aplicación de fitosanitarios, como lo son las mochilas, tienen unas características específicas, difícilmente comparables con los equipos de aplicación motorizados.

Están en estudio normas técnicas específicas para definir las características constructivas para los equipos manuales, buscando una buena protección para el usuario y la garantía de una aplicación eficaz, de las que se pueden sintetizar lo siguiente.



Se recomienda que, **el depósito:**

- no debe sobrepasar los 15 litros de capacidad máxima y no deberá presentar fugas aunque esté tumbado en el suelo;
- la forma del depósito se debe de adaptar para el mejor confort del operador;
- debe tener una boca suficientemente ancha para facilitar su llenado con un cubo;
- deberá incorporar una tapa con válvula para prevenir posibles vertidos de productos cuando el equipo se inclina o queda invertido;
- deberá disponer de un dispositivo, en la parte baja, para facilitar el vaciado del líquido cuando se finaliza una aplicación;
- asimismo, en la parte inferior del depósito se deberá incorporar un filtro, con el objetivo de filtrar la suciedad, de fácil sustitución y limpieza;

En el **sistema de impulsión del líquido:**

- la bomba de presión debe diseñarse como desmontable y estar integrada en el depósito del pulverizador, proporcionando un caudal de 90 L/h a la presión de 3 bar, con una tasa bombeo nunca superior a 30 emboladas/minuto;
- la forma del mecanismo de la bomba

no deberá permitir fugas, cualquiera que sea la posición del depósito;

- la cámara de compensación deberá presentar una capacidad como mínimo de 10 veces la capacidad de la bomba
- la palanca de accionamiento de la bomba deberá ser fácilmente cambiada de posición de trabajo (derecha hacia la izquierda o al revés), adaptándose ergonómicamente al usuario;

Respecto **a la lanza y las conducciones:**

- la lanza de pulverización debe de incorporar una válvula de control de fácil manejo, siendo compatible con otras extensiones que se quiera añadir;
- en el extremo de la lanza habrá un portaboquillas con filtro compatible con diferentes tipos de boquillas
- los conectores de las mangueras deberán ser del tipo recuperable cuando estas cambien;
- es recomendable que en la lanza de pulverización lleve una válvula reguladora de presión con manómetro; el manómetro deberá mostrar la presión incluso cuando el pulverizador no esté en régimen de trabajo;

Como **elementos complementarios:**

- el pulverizador deberá presentar un dispositivo para sujetar la lanza y proteger la boquilla cuando la misma no esté siendo utilizada;
- todas las correas deben ser fácilmente ajustables, de un material que no absorba el producto químico y suficientemente anchas para la mayor comodidad del operador;
- para el mantenimiento, cada pulverizador deberá acompañar un pequeño paquete que contenga boquilla, cepillos de limpieza y otras cosas que haga falta para ello;
- todo pulverizador deberá ser de fácil mantenimiento y reparación, de calibración fácil y la durabilidad deberá ser como mínimo de 500 horas de operación y soportar la prueba de “caída” del ensayo normalizado (el depósito lleno de agua se deja caer desde cierta altura para verificar su resistencia mecánica).

6. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE



LOS EQUIPOS

Pulverizadores hidráulicos

Las exigencias básicas de los componentes se pueden resumir como sigue:

- Depósito resistente, fácil de limpiar (preferentemente de materiales plásticos o acero inoxidable)
- Bombas que aseguren la impulsión con independencia de la presión de trabajo (de pistón o de pistón-membrana) con un caudal mínimo que asegure el suministro a las boquillas y un 5% de retorno, en L/min, del volumen del depósito.
- Sistemas de regulación proporcional al avance (al menos un sistema de regulación por retorno proporcional CPM) con válvula de seguridad.
- Sistema de barras portaboquillas robusto y estable, con dispositivo que mantenga la horizontalidad con respecto al suelo si se superan los 12 m de anchura de trabajo.
- Filtros escalonados y con mallas apropiadas para el tipo de boquillas que se utilizan.
- Depósito de agua limpia.
- Boquillas en buen estado y adecuadas al tipo de aplicación.

Elementos complementarios recomendables:

- Depósito mezclador con dispositivo de limpieza de envase.
- Depósito con agua para el lavado (diferente del agua limpia).
- Marcador de pasadas.

Pulverizadores hidroneumáticos

Las exigencias básicas de los componentes para estos equipos se pueden resumir como sigue:

- Sistema de aire eficiente, con colector y deflectores adaptado al tipo de plantación.
- Depósito resistente, fácil de limpiar (preferentemente de materiales plásticos o de acero inoxidable).
- Bombas que aseguren la impulsión con independencia de la presión de trabajo (de pistón o de pistón-membrana) para presiones que pueden superar los 20 bar.
- Sistemas de regulación por presión (el sistema Caudal Constante -CC- se considera suficiente).
- Sistema de barras portaboquillas adaptado a las salidas de aire y que no distorsionen el flujo del aire.
- Filtros escalonados y con mallas apropiadas para el tipo de boquillas que se utilizan.
- Boquillas en buen estado y adecuadas al tipo de aplicación (hidráulicas o neumáticas según el equipo consi-

derado).

Elementos complementarios recomendables:

- Depósito mezclador con dispositivo de limpieza de envase.
- Depósito con agua para el lavado (diferente del de agua limpia).
- Protección que evite la entrada de hojas hasta las rejillas que protegen el ven



Parte V

**PUESTA A PUNTO Y CALIBRACIÓN
DE LOS EQUIPOS DE APLICACIÓN**

A) PULVERIZADORES HIDRÁULICOS DE BARRAS EN CULTIVOS BAJOS

Antes de iniciar la aplicación se debe de verificar el buen estado del equipo utilizando agua limpia en el depósito; esto es muy importante en equipos antiguos y al comienzo de la campaña.

En los equipos antiguos hay que verificar el estado de la bomba, determinando el caudal impulsado para las

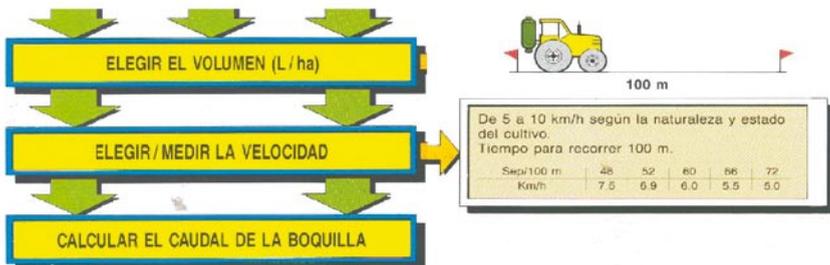
presiones habituales de trabajo, que debe de ser suficiente para alimentar las boquillas y producir una agitación apropiada en el depósito con el caudal de retorno.

También se debe verificar que no se producen fugas en las conducciones o en las válvulas, que las barras no están dobladas y se mantienen horizontales y que los portaboquillas con los dispositivos antigoteo se encuentran en buen estado.

Seguidamente, si se considera que



Recomendaciones de tipo de boquilla, tamaño de gota y/o volumen de caldo



se encuentra en buenas condiciones, se procede a:

- Calcular el volumen de caldo y la cantidad de producto comercial que se debe de utilizar por cada depósito de caldo, teniendo presente lo que indica la etiqueta del producto y las características del cultivo.
- Elegir las boquillas adecuadas utilizando la documentación técnica suministrada por el fabricante y la presión de trabajo de referencia.
- Elegir las dimensiones de la malla de los filtros en función de las características de las boquillas.
- Comprobar la calibración, utilizando agua limpia, situando las boquillas en los portaboquillas para verificar el caudal que proporcionan con la presión recomendada; a la vez se puede verificar el tamaño de las gotas producidas.
- Ajustar la distancia de las boquillas hasta el objetivo utilizando el dispositivo de regulación en altura de las barras del pulverizador.

A.1. VOLUMEN DE CALDO Y CANTIDAD DE PRODUCTO POR CADA DEPÓSITO

El producto fitosanitario que se debe emplear para una determinada aplicación debe diluirse, generalmente

en agua, antes de comenzar el trabajo. Utilizar siempre la cantidad de producto comercial indicado en la etiqueta, en función del tipo de tratamiento y del estado del cultivo. Solo se admiten las mezclas autorizadas por los fabricantes de los productos.

La cantidad de diluyente puede ser variable, pero hay unos límites, máximos y mínimos, que no deben de superarse y que suelen estar relacionados con el desarrollo foliar de la zona tratada y del tipo de cobertura que se precisa.

El fabricante del agroquímico puede indicar en la etiqueta del producto el volumen (agroquímico + diluyente) que se debe de utilizar para el control de una determinada plaga, y la posibilidad de recurrir a volúmenes “reducidos” para aumentar la capacidad de trabajo en los equipos de aplicación.

A.1.1. Volumen de caldo para conseguir una cobertura adecuada

Suponiendo que todas las gotas pulverizadas fueran iguales, se puede calcular el número de gotas que se obtiene a partir de un litro de líquido:

$$n_{\text{Litro}} = 1.9 \times 10^{15} / \text{dm}^3$$

Siendo:

dm = diámetro de las gotas expresado en μm

Si se necesita para la eficacia del tratamiento una cobertura de $n_{\text{cobertura}}$ [gotas/cm²], el número mínimo de gotas para una hectárea deberá de ser:

$$n_{\text{hectárea}} = 10^8 [\text{cm}^2] \times n_{\text{cobertura}} [\text{gotas/cm}^2]$$

y el volumen de caldo:

$$V_{\text{hectárea}} [\text{L/ha}] = n_{\text{hectárea}} / n_{\text{Litro}}$$

En resumen, el volumen mínimo de líquido por hectárea será:

$$\frac{\text{Cobertura necesaria [gotas/cm}^2] \times \text{diámetro de las gotas}^3 [\mu\text{m}]}{1.9 \times 10^7}$$

Si la superficie tratada tiene que ser mayor que la superficie de suelo ocupado por el cultivo, habrá que multiplicar el valor obtenido por el índice de área foliar (LAI). Como consecuencia de la variabilidad dimensional de las gotas, para establecer el volumen real de caldo aplicado se debe utilizar un factor multiplicador, tanto mayor cuanto menor sea la homogeneidad de la pulverización.

Así, sobre la base de aplicar un herbicida con gotas de 300 μm y una cobertura de 30 gotas/cm², con LAI igual a 1,

la cantidad de caldo necesario, en L/ha será:

$$\frac{30 [\text{gotas/cm}^2] \times 30^{03} [\mu\text{m}]}{42.6 \text{ L/ha}} = 1.9 \times 10^7$$

Ábaco para el cálculo del volumen mínimo de caldo en función del tamaño medio de las gotas y de la cobertura

Para LAI = 1

En consecuencia, utilizando un factor multiplicador de 2, que tiene en cuenta la irregularidad de la población de gotas formadas por pulverización, con 100 L/ha se puede considerar que el volumen de caldo sería suficiente para este tipo de aplicación.

A.1.2. Cálculo de la cantidad de producto correspondiente a cada depósito

Una vez elegido el volumen de aplicación, junto con la dosis recomendada unidades (kg, L, g, etc.) por hectárea, se debe de proceder a realizar la mezcla siguiendo las instrucciones de la etiqueta del agroquímico.

A partir de aquí, se deberá calcular la cantidad de producto químico (materia comercial) que se deberá incorporar al depósito:

cuado de los chorros ofrece una buena uniformidad de distribución. En ocasiones se utilizan boquillas de doble chorro plano (tipo twin) que combinan uniformidad con penetración.

- deflectoras, de choque o de espejo, con un perfil de distribución superficial bastante uniforme, que dan gotas gruesas de baja deriva, adecuadas para trabajar con herbicidas de acción sistémica en bajo volumen de agua.

El solapamiento recomendado para las boquillas de abanico estará en función del ángulo de abertura y del perfil de distribución de la boquilla.

A.2.2. Selección del calibre de las boquillas

El tamaño de la boquilla viene definido por el caudal que proporciona a la presión de referencia (3 bar). Se encuentra disponible una Norma Internacional sobre la base de unos códigos de color (ISO) con unas tolerancias como las que indica la tabla adjunta.

Color	naranja	verde	amarillo	azul	rojo	marrón	gris	blanco
Caudal nominal	0.4	0.6	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	3.2
Caudal mínimo	0.38	0.57	0.76	1.14	1.52	1.90	2.28	3.04
Caudal máximo	0.42	0.63	0.84	1.26	1.68	2.10	2.52	3.36

Para las boquillas nuevas se debe exigir que, en todo el lote, el caudal de cada una de ellas no supere en más del 5% el que figura de las tablas de caudal.

salida por boquilla para conseguir un determinado volumen se calcula por la expresión:

Debe utilizarse un catálogo de boquillas para buscar la que proporcione el caudal más próximo al calculado para la presión a la que se va a trabajar. El caudal de

volumen de aplicación [L/ha] x velocidad real de trabajo [km/h] x separación entre boquillas [m]

600

Así, para aplicar un producto, a razón de 200 L/ha de volumen de caldo, a una velocidad de 6 km/h, con 0.50 m de separación entre boquillas (normal en los equipos de aplicación europeos), se tendría:

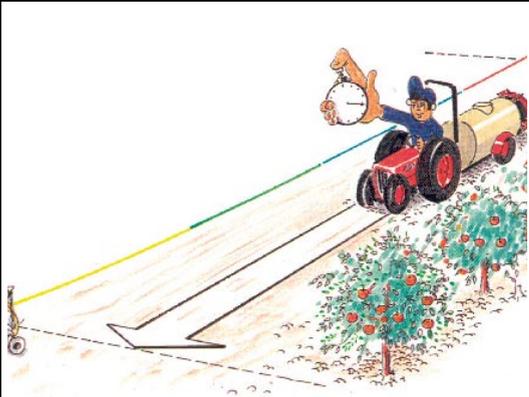
$$q = \frac{200 \text{ [L/ha]} \times 6 \text{ [km/h]} \times 0.50 \text{ [m]}}{600} = 1.00 \text{ L/min}$$

Como norma general se recomienda que las velocidades de trabajo no superen los 10 - 12 km/h con campo libre, ni los 6 - 8 km/h para aplicaciones sobre cultivos en línea, para evitar la deriva producida por el viento que

aparece como consecuencia del propio desplazamiento del vehículo, pero sobre todo por el efecto que pueden producir las vibraciones del vehículo en las barras portaboquillas.

Nota importante:

Determinar la velocidad real de trabajo haciendo circular el pulverizador por una superficie de características similares a las del campo de cultivo, observando que las barras mantienen una buena estabilidad (con las barras extendidas y el depósito lleno de agua al 50%, manteniendo el régimen normalizado de la toma de fuerza necesario para accionar la bomba del pulverizador). Dado que los indicadores de velocidad en los vehículos agrícolas no dan suficiente precisión, salvo en el caso de que dispongan de radar, conviene determinar la velocidad real midiendo el tiempo transcurrido para recorrer una



Calculo de la velocidad:

velocidad [km/h] =

$$= \frac{\text{distancia [m]} \times 3.6}{\text{tiempo [s]}}$$

Ejemplo:

$$\frac{100 \text{ m} \times 3.6}{50 \text{ s}} = 7.2 \text{ km/h}$$

A.2.3. Selección de las boquillas en un catálogo

Utilizar un catálogo de boquillas para elegir la más adecuada, o sea, la que proporcione el caudal calculado con la gota aconsejada para el tipo de tratamiento. La presión elegida para seleccionar el calibre de la boquilla estará en función del tipo de pulverización recomendada (fina, media o gruesa), que dependerá del pro-

ducto aplicado y de las condiciones atmosféricas del momento. Anotar la presión de trabajo para la posterior calibración del pulverizador.

La boquilla necesaria (caudales nominales según el código ISO) para diferentes velocidades de trabajo, con boquillas espaciadas 0.50 m, en función del volumen de caldo aplicado puede elegirse utilizando la siguiente tabla:

Volúmenes de aplicación (L/ha) conseguidos con boquillas espaciadas 0.50 m

Caudal boquilla [L/min]	Velocidad real de avance [km/h]								
	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,40	120	96	80	69	60	53	48	44	40
0,60	180	144	120	103	90	80	72	65	60
0,80	240	192	160	137	120	107	96	87	80
1,20	360	288	240	206	180	160	144	131	120
1,60	480	384	320	274	240	213	192	175	160
2,00	600	480	400	343	300	267	240	218	200
2,40	720	576	480	411	360	320	288	262	240
3,20	960	768	640	549	480	427	384	349	320

A.2.4. La presión de trabajo

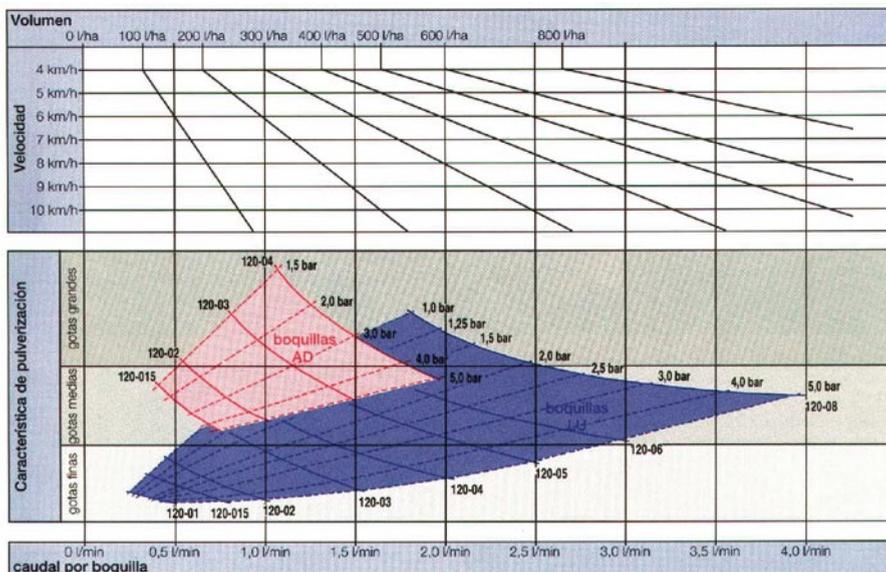
En relación con el tipo de boquilla Zhay que tomar como base lo que resulta más apropiado para el producto que se va a utilizar. La etiqueta del agroquímico utilizado debe de incluir unas recomendaciones mínimas para facilitar esta selección. Como norma general, se recomiendan los tipos de boquillas que permitan obtener una buena cobertura superficial y

un tamaño medio de las gotas (ver. Parte II).

Como valores de referencia se recomiendan:

- para la aplicación de herbicidas: boquillas de chorro plano a presiones entre 1.5 - 3.0 bar, o boquillas deflectoras (espejo) para la aplicación de herbicidas sistémicos de acción total en bajo volumen (50 a 100 L/ha).

Diagrama para elegir el tipo de boquilla en función del volumen de caldo, la velocidad de trabajo y el tamaño de la gota deseada.



(Fuente: Lechler)

- para aplicar insecticidas y fungicidas sobre cultivos bajos:
boquillas de chorro cónico a presiones entre 3.0 y 5.0 bar, o
boquillas de doble chorro plano (twin).

Cuando se trabaja con presiones más altas aumenta considerablemente el número de gotas de pequeño diámetro y el riesgo de pérdidas por deriva.

A.2.5. Condiciones atmosféricas desfavorables

La velocidad del viento atmosférico puede dificultar que el tratamiento sea correcto, perdiéndose por deriva una buena parte del producto. Para evitarlo se recomienda utilizar boquillas adecuadas que consigan una pulverización fina para el caso de viento en calma o brisa muy ligera, o pulveriza-

ELECCION de una BOQUILLA :	Hendidura		Cónica	Espejo	Tres orific.
	110°	80°			
ESPACIAMIENTO	0.33-0.50 m.			1-3 m.	
Suelo desnudo					
Penetración en vegetación					
Arrastre por el viento					
Precisión (Var. altura)					
Sensibilidad a obstrucción					
Herbicida post-emergencia					
Herbicida pre-emergencia					
Fungicidas insecticidas					
Abonos claros/suelo desnudo					
Abonos claros/vegetación					
Abonos en suspensión					
Herbicida no selectivo					
Especialmente aconsejado	ACONSEJADO	POSIBLE	Desaconsejado		

ción gruesa cuando se superen los 5 a 6 m/s de velocidad del viento. Si el viento supera los 7 m/s se debe evitar la aplicación. En condiciones normales, con velocidades de viento entre 1.5 y 5 m/s, la pulverización de finura media, con los tamaños de gota anteriormente señalados, es la que proporciona los mejores resultados. Si se desea reducir la deriva, conviene utilizar boquillas del mayor calibre posible, compatibles con el tipo de aplicación que se realiza, antes que aumentar la presión de trabajo.

Para condiciones atmosféricas adversas conviene recurrir a **boquillas de baja deriva**, como son:

- Boquillas de chorro plano convencionales aptas para trabajar a baja presión, que mantienen el ángulo de abertura de chorro a presiones de 1 bar; por el hecho de poder trabajar a menor presión se reduce la población de gotas más finas y con ello la deriva.
- Boquillas de chorro plano con restrictor calibrado por delante del orificio de salida, lo que hace que las gotas se formen con menor presión de líquido y consecuentemente sean de mayor diámetro, aunque salgan con algo menor velocidad inicial.
- Boquillas deflectoras de ranura vertical, aptas para montaje en portabo-

quillas convencionales, que disponen de una cámara de descompresión intermedia, lo que hace que se produzcan gotas de tamaño mayor; al ser mayor el ángulo de abertura pueden trabajar más próximas al objetivo.

Consejos prácticos:

- Las boquillas de “baja deriva” permiten obtener pequeños caudales con pulverización gruesa.
- Con caudales elevados las ventajas de las boquillas de baja deriva frente a las convencionales desaparecen totalmente.
- Una gota procedente de una boquilla de baja deriva es más lenta que otra, del mismo tamaño, procedente de una boquilla normal.
- La deriva es menor en la boquilla de “baja deriva” si el tipo de pulverización es más grueso que el que se consigue con la boquilla “normal”.
- La deriva es menor en la boquilla “normal” si el caudal proporcionado es igual o superior al de la boquilla de “baja deriva”.

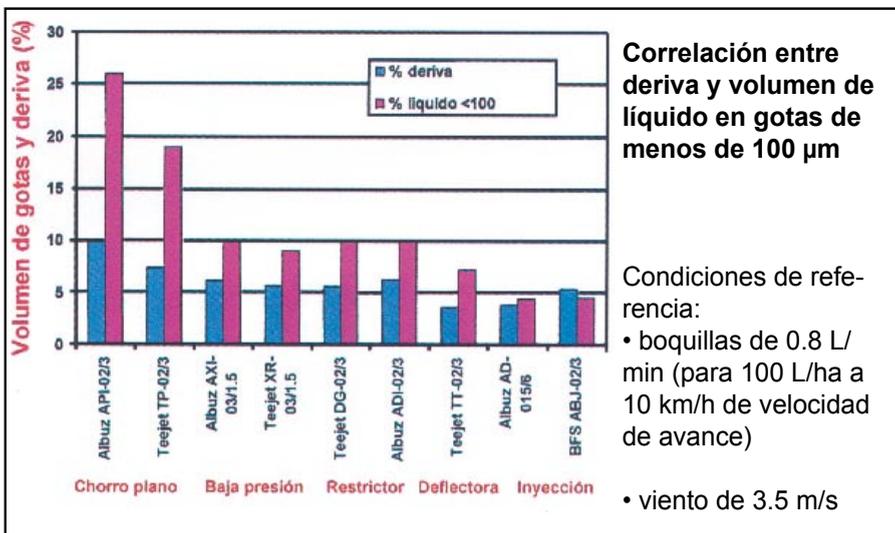
La solución más adecuada para resolver los problemas de deriva en condiciones desfavorables es utilizar las boquillas con inyección de aire, que producen gotas de mayor tamaño conseguidas mediante la inclusión de burbujas en su interior, que

explotan al contactar con el objetivo, dando una buena cobertura superficial. El gráfico adjunto pone de manifiesto las diferencias que se pueden producir en la deriva en función del tipo de boquilla utilizado. Según el tipo de boquilla utilizada, la deriva se puede reducir entre un 40 y un 70% con respecto a la que se produciría utilizando boquillas de abanico plano del tipo normal.

cluyen un compresor que se encarga de generar el aire en la conducción final. El usuario puede elegir, además del volumen de caldo que quiere aplicar (L/ha), el grado de finura de la pulverización con cuatro niveles, de manera que el sistema electrónico ajusta presión de líquido y presión de aire para conseguirlo, o advierte de la imposibilidad de alcanzar la situación prefijada.

Están disponibles en el mercado unas boquillas de pulverización que combinan la inyección de aire con el sistema de dosificación; para ello in-

En regiones en las que las condiciones atmosféricas suelen ser generalmente desfavorables en los periodos en los que se realizan los tratamien-



tos, se recomienda el empleo de equipos con el sistema de cortina de aire, que permite reducir considerablemente la deriva de las gotas y trabajar con eficacia aplicando bajo volumen de caldo.

A.2.6. Sustitución de las boquillas por desgaste

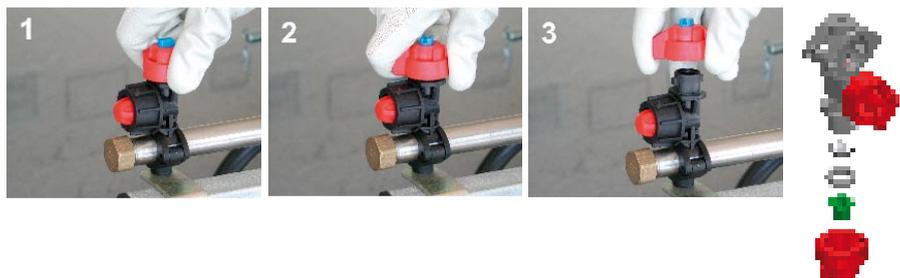
Las boquillas se desgastan con el uso, aumentando el caudal que proporcionan para la misma presión y modificándose el espectro de gotas producidas y el perfil de distribución, por lo que se deben cambiar cuando esto suceda. El desgaste depende del tipo de producto y de las condiciones en que se realiza la aplicación, interviniendo en el mismo tanto la abrasión que producen los materiales que atraviesan la boquilla, como los fenómenos electrofíticos consecuencia de la pulverización, y también de la presión de trabajo.

Para evitar los efectos negativos que se producen al pulverizar con boquillas desgastadas es necesaria una verificación periódica de su estado (al menos al comienzo de la campaña o cada 100 ha de cultivos extensivos tratados) y la sustitución en el momento en que el desgaste pueda afectar a la calidad de la pulverización.

Un aumento del caudal del líquido pulverizado por la boquilla entre el 10 y el 15% (según el volumen que se utilice) es señal suficiente para su sustitución.

Con ensayos de laboratorio, utilizando materiales abrasivos (corindón, oxiclورو de cobre, etc.) en el caldo, se puede establecer una escala de resistencia al desgaste y a la corrosión para los diferentes materiales con los que se fabrican las boquillas. Se puede utilizar como referencia la siguiente:

mínima		resistencia al desgaste			máxima
latón	kematal	acero	polipropileno	acero templado	oxido aluminio



La recomendación que pueden darse para elegir el material de las boquillas es la siguiente:

- Las boquillas de material cerámico son las más resistentes, seguidas de las de material sintético de calidad; en estas últimas, en los comienzos de la prueba de desgaste, se produce una reducción del caudal de salida (deformación inicial del orificio), siguiendo posteriormente un desgaste más rápido que el de las boquillas de cerámica.
- Las boquillas de metal y las de acero no templado sufren desgaste, para las mismas condiciones, mucho más intenso.
- No se debe de admitir el empleo de boquillas sin “marca” y de materiales que sufren un desgaste rápido, como el latón; se recomiendan las de material cerámico, plásticos endurecidos y acero templado, más aún cuando se utilizan agroquímicos abrasivos, o se trabaja con altas presiones.

A.2.7. Calibración para la aplicación en bandas y con alargaderas

Las boquillas más adecuadas para la aplicación en bandas pueden ser las de chorro plano especiales para este tipo de aplicaciones, que proporcionan un perfil de distribución uniforme en toda la anchura del chorro. En es-

tas aplicaciones el volumen de caldo necesario se reduce, ya que lo hace la superficie tratada por hectárea.

Así, sobre la base de una aplicación de 200 L/ha en todo el campo, al aplicar en bandas distanciadas 1 metro, de 0.50 m de anchura el volumen de caldo real será:

$$200 \times 0.50 / 1.00 = 100 \text{ L/ha}$$

El cálculo del calibre nominal de la boquilla, a partir del fijado para la superficie tratada, puede hacerse utilizando la siguiente expresión:

$$\frac{\text{volumen real [L/ha]} \times \text{velocidad [km/h]} \times \text{anchura de banda [m]}}{600 \times \text{factor de banda}}$$

Siendo el factor de banda la relación: anchura de banda / separación entre boquillas

O sea, sobre 100 L/ha de volumen real, para una velocidad real de 5 km/h y bandas de 0.50 m, con boquillas a separadas a 1 metro:

El factor de banda será: $0.50 / 1.00 = 0.50$

$$100 \text{ [L/ha]} \times 5 \text{ [km/h]}$$

$$q = \frac{x \ 0.50 \text{ [m]}}{600 \times 0.50} = 0.83 \text{ L/min}$$

Caudal por boquillas = 20 [L/min] / 18 boquillas = 1.1 L/min

En otras ocasiones, al tratar cultivos bajos de gran desarrollo foliar, como el algodón o el tabaco, se colocan en la barra de pulverización convencional alargaderas, de manera que la pulverización se produce, desde arriba y por los laterales de las plantas.

En estos casos, sobre la base de boquillas iguales, el caudal de las boquillas se calcula como sigue:

Caudal total del conjunto de boquillas =

$$\frac{\text{volumen de aplicación [L/ha]} * \text{velocidad real de trabajo [km/h]} * \text{anchura total de trabajo [m]}}{600}$$

Así, para aplicar 400 L/ha, con una velocidad de trabajo de 5 Km/h con un equipo de 6 metros, con 3 boquillas por metro el caudal de cada boquilla será:

$$\text{Caudal total} = \frac{400 \text{ [L/ha]} \times 5 \text{ [km/h]} \times 6 \text{ [m]}}{600} = 20 \text{ L/min}$$

A.3. SELECCIÓN DE LA MALLA DE LOS FILTROS

La malla de los filtros de impulsión que protegen las boquillas de las obstrucciones debe de adaptarse al calibre de las mismas. Las características de los elementos filtrantes se expresan en “mesh” (mallas por pulgada).

El fabricante de la boquilla indica el tamaño de filtro más apropiado de manera que se eviten las obstrucciones. Es conveniente proceder a la limpieza de estos filtros una o dos veces por día, o cada vez que se llena el depósito, cuando se aplican caldos densos en bajo volumen.

Como recomendación de tipo práctico para seleccionar el tamaño de malla en los distintos filtros se puede tomar como base el caudal nominal de la boquilla elegida, aplicando la siguiente escala:

Tamaño de boquilla caudal	Tamaño de malla de los filtros de				
	aspiración		impulsión		boquilla
[L/min]	[mesh]		[mesh]		[mesh]
< 0.4	50		200		200
0.40 - 0.80	50		100		100
0.75 - 1.25	50		80		80
> 1.25	30		50		50
Equivalencia de medida de malla	[mesh] 30	50	80	100	200
Separación entre hilos	[mm] 0.58	0.30	0.18	0.15	0.08

A.4. ALTURA DE LAS BOQUILLAS SOBRE EL OBJETIVO

Los ángulos de apertura más utilizados en boquillas de abanico son las de 110 y 80°; en las cónicas 65 y 85°; en las deflectoras es frecuente que se superen los 140°, por lo que la altura de la boquilla sobre el objetivo dependerá de este ángulo y de su perfil de distribución. El incremento de la presión de trabajo de la boquilla puede modificar el ángulo de apertura de la misma, sin embargo la apertura se puede considerar constante en el intervalo de presiones normales para el trabajo.

Utilizando boquillas de chorro plano se recomienda al menos un doble recubrimiento para garantizar una

distribución uniforme, a pesar de las oscilaciones de las barras portaboquillas. También hay que tener en cuenta que a partir de una cierta distancia la energía de las gotas pulverizadas es insuficiente para alcanzar adecuadamente el objetivo.

La mayoría de los fabricantes, para boquillas de abanico de 110° de apertura, situadas a 50 cm entre sí, recomiendan una altura sobre el objetivo entre 0.45 y 0.50 cm. La colocación de las boquillas en los portaboquillas con un pequeño ángulo respecto a las barras del pulverizador evita que los chorros de las boquillas contiguas choquen entre sí. Debe comprobarse que así sucede en el momento de calibrar el pulverizador

fabricante para la presión de pulverización elegida. Si no se consigue la estabilización, posiblemente sea como consecuencia de una avería en la membrana del amortiguador.

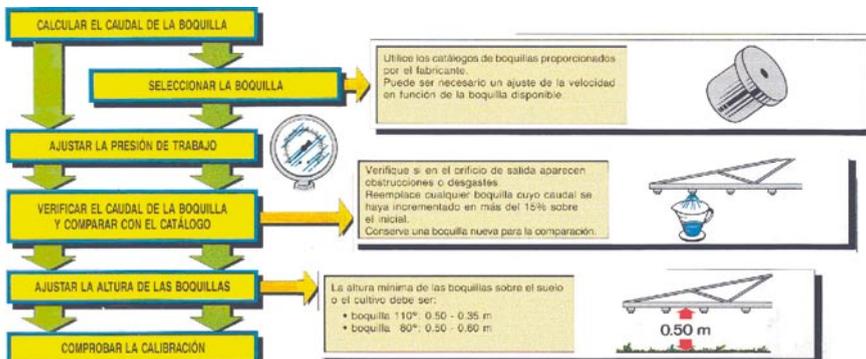
- Cerrar sucesivamente cada uno de los tramos de barra y ajustar el retorno independiente de cada tramo para que se mantenga la presión de trabajo elegida (equipos con regulación por retorno proporcional (CPM))
- Colocar un dispositivo de medida del caudal debajo de las boquillas

para determinar el caudal real obtenido, comprobando que coincide con el previamente calculado. Si las diferencias son pequeñas, se puede modificar la presión de trabajo hasta que se aproxime al deseado.

Nota importante:

Seguir las instrucciones de “manual del operador” para todo lo que se relaciona con la calibración y puesta a punto del equipo.

Comprobación del caudal/presión y ajuste en altura



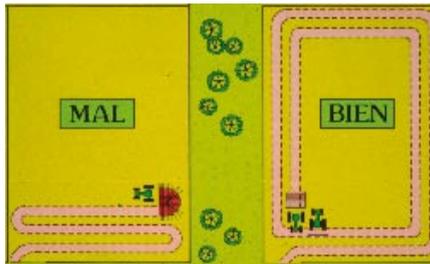
de hacerse ajustando el número de líneas a la anchura de trabajo del pulverizador.

En el caso de que el campo esté sin líneas que puedan servir de referencia hay que utilizar marcadores, o marcar el campo de manera manual. Para equipos de barras se recomienda utilizar marcadores de espuma (el detergente debe de producir una espuma espesa que permanezca en el suelo al menos 4 horas), o sistemas de guiado por GPSd, cada día más precisos y baratos, que permiten incluso el guiado automático durante la pasada.

Para cultivos como el trigo o la cebada, es posible realizar el marcado del campo en el momento de la siembra mediante el cierre programado de determinadas líneas de la sembradora. Conviene que el equipo de aplicación tenga una anchura de trabajo que sea múltiplo impar del de la sembradora. En las parcelas se debe de procurar realizar los tratamientos en recorridos de ida y vuelta según la mayor longitud.

Salvo en los cultivos en línea, en los que hay que utilizar las interlíneas para el paso de las ruedas, conviene, antes de comenzar los recorridos

de ida y vuelta, dar una pasada perimetral sobre toda la parcela. Esta anchura se utilizará posteriormente para las vueltas.



La pulverización debe hacerse manteniendo el equipo en recta, ya que en las curvas los extremos de las barras cambian su velocidad respecto al punto medio de la trayectoria del equipo, con un aumento de la dosis en la parte interior de la curva y una disminución en la exterior.



A.7. PROCESO DE APLICACIÓN E INCIDENCIAS

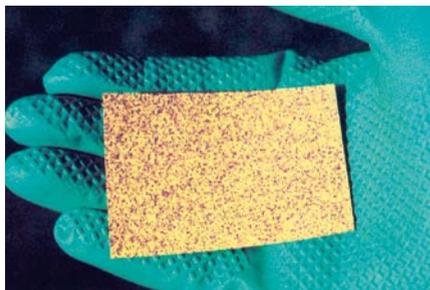
Una vez que se considera que todo está preparado, empezar el trata-

miento asegurando que se mantiene una velocidad constante, de manera que la toma de fuerza funciona al régimen establecido. Variaciones de la velocidad de avance en más o menos el 10% no deben de afectar a la uniformidad de la aplicación cuando se utiliza un equipo con regulación CPM.

Para comprobar que todo funciona correctamente se debe vigilar sistemáticamente la lectura del manómetro, que con sus variaciones puede advertir de las principales anomalías, como la obstrucción de los filtros.

Conviene controlar al comienzo del trabajo, y si se producen cambios en las condiciones atmosféricas, que la cobertura de la aplicación en gotas/cm² se mantiene, utilizando papel hidrosensible situado sobre el campo de manera que reciba el corro de pulverización en las mismas condiciones en las que la recibe el cultivo.

En el caso de que se advierta la obstrucción de una boquilla durante el recorrido, se debe de continuar este hasta el cabezera y proceder a limpiar la boquilla obstruida, utilizando un pequeño cepillo, un chorro de agua o aire comprimido, o bien colocar una boquilla de repuesto



Tarjeta de papel hidrosensible

Nunca soplando con la boca o utilizando elementos como alambres o palillos. Cuando se dispone de portaboquillas de tipo múltiple, es conveniente instalar dos boquillas con las mismas características en cada uno de los elementos, para utilizarla de sustitución de la obstruida y retrasar la limpieza hasta el fin de la jornada, o hasta el momento en que se llena de nuevo el depósito.

Las correcciones y ajustes del equipo siempre deben hacerse en los cabezeros. Conviene hacer estos ajustes, además de cuando se detecten problemas, si se producen cambios en la situación atmosférica, especialmente cuando sube la temperatura en las horas centrales del día y aumenta el viento. Para estas ocasiones, si se disponen de varios juegos de boquillas en el portaboquillas múltiple, se puede cambiar para colocar aquellas

que permitan aplicar con gotas más gruesas, bien reduciendo el caudal, o aumentando el volumen aplicado (esto exigiría haber realizado dos calibraciones antes de comenzar a tratar).

Cuando se detecte que se va a consumir el caldo contenido en el depósito hay que interrumpir la pulverización cerrando las salidas hasta las boquillas, y marcar el lugar para iniciar el trabajo en ese punto una vez reavituallado el equipo. Conviene aprovechar las vueltas en los cabeceros para realizar estas interrupciones.

A.8. AL FINALIZAR LA JORNADA

Se debe de procurar consumir todo el caldo del depósito, ya que al quedar sin agitación se puede degradar el producto, o formar depósitos contaminantes que pueden ser causa de la obstrucción de filtros y boquillas.

Se recomienda:

- Vaciar completamente el pulverizador y enjuagarlo con agua limpia. Los residuos del lavado interno conviene pulverizarlos sobre la misma parcela tratada con anterioridad.
- Desmontar los filtros del equipo y proceder a su limpieza, montarlos de

nuevo una vez limpios.

- Quitar boquillas y sus filtros colocándolos en un recipiente con agua para limpiarlos. Posteriormente colocarlos en su posición de trabajo para que el pulverizador quede preparado para la siguiente jornada.

A.9. FIN DE CAMPAÑA Y/O CAMBIO DE PRODUCTO

Con posterioridad al enjuagado, conviene realizar una nueva limpieza retirando boquillas y filtros, con la siguiente secuencia:

- Llenar el depósito hasta un tercio de su capacidad y añadir un detergente líquido en proporción aproximada del 0.5% (con determinados fitosanitarios se deben de utilizar disolventes adecuados recomendados por el fabricante)
- Mantener el equipo en funcionamiento durante diez minutos, de manera que todo el líquido que impulsa la bomba retorne al depósito
- Abrir las salidas para que el contenido del depósito se vacíe a través de los portaboquillas sin boquillas.
- Realizar varios aclarados para eliminar toda la espuma del detergente

Este vertido se debe de hacer en una zona alejada de los cursos de agua y

sin riesgo para las personas o el ambiente.

En el caso de que el equipo vaya a estar almacenado sin utilizarse durante un periodo prolongado de tiempo, conviene seguir las recomendaciones del “manual del operador” para el almacenamiento.

En general se recomienda:

- Guardar en un lugar seguro las boquillas y sus filtros bien secos dentro de una bolsa que impida su deterioro.
- Engrasar la toma de fuerza y los demás elementos mecánicos que lo necesiten.
- Dejar completamente vacía de líquido la bomba o añadir una solución anticongelante si la climatología así lo aconseja.
- Guardar el equipo resguardado de las inclemencias del tiempo para evitar su deterioro.

A.10. LA CALIBRACIÓN DE LOS PULVERIZADORES DE MOCHILA

La calibración de los equipos de mochila también resulta necesaria para garantizar que la aplicación se realiza de manera correcta.

Para las aplicaciones sobre el suelo se recomienda el siguiente procedimiento de calibración:

- Llenar el depósito con agua limpia y verificar la anchura de pulverización
- Marcar una superficie de 25 m², para lo cual la longitud del recorrido debe ser igual a 25 dividido por la anchura de pulverización.
- Realizar la aplicación sobre la banda, al ritmo normal de trabajo.
- Llenar de nuevo el depósito midiendo de manera precisa la cantidad de agua necesaria para ello.

Así, considerando 0.70 m de anchura de pasada, los 25 m² se conseguirían al recorrer una longitud de $25 / 0.7$, igual a 35.7 m.

La relación entre la cantidad consumida en los 25 m² y el volumen aplicado en litros/ha, será la siguiente:

Litros/25 m ²	0.25	0.38	0.50	0.63	0.75	0.88	1.00
Volumen (L/ha)	100	150	200	250	300	350	400
m ² /15 litros	1500	1000	750	600	500	428	375

Sobre la base de utilizar equipos de mochila con 15 litros de capacidad de depósito, la superficie que deberá cubrirse con el contenido de un depósito aparece calculada, en función del volumen aplicado, en la última fila de la tabla anterior, que puede tomarse como referencia para controlar que se mantiene las condiciones de aplicación previamente establecidas.

Para modificar el volumen de aplicación se puede actuar variando la presión de trabajo (válvula reguladora de presión) o las características de la boquilla (caudal nominal y anchura cubierta en la pasada). A veces resulta conveniente colocar alrededor de la boquilla una campana protectora para evitar que la deriva de las gotas pulverizadas pueda afectar a un cultivo sensible.

Para realizar la aplicación, habrá que calcular, además, la cantidad de producto que hay que incorporar a cada depósito en función de su volumen, que puede hacerse de manera similar a como se indica en el apartado A.1.2.

A.11. INSPECCIONES PERIÓDICAS RECOMENDADAS

La comprobación sistemática, midiendo el caudal de una o varias boquillas, es suficiente con equipos nuevos y en buen estado. Esta comprobación conviene contrastarla en campo mediante la colocación de tarjetas de papel hidrosensible, en las que se pueda determinar el tamaño de las gotas y la cobertura conseguida en términos de gotas/cm².

En equipos en los que se detecten anomalías, se recomienda para corregirlas proceder a una inspección técnica completa con los siguientes niveles:

- **De comienzo de campaña:** se debe de verificar que el caudal que pulverizan todas las boquillas es similar, colocando recipientes para recoger el líquido pulverizado por todas las boquillas. Se debe corregir cualquier desviación de más del 10 – 15% respecto a la media, eliminando las boquillas defectuosas.

- **Para equipos antiguos:** conviene medir el caudal impulsado por la bomba a las presiones habituales de trabajo. Eso se puede hacer con un caudalímetro, o con un depósito auxiliar que reciba el caudal impulsado por la bomba, manteniendo la presión de trabajo habitual. El caudal

debe de ser suficiente para alimentar las boquillas de mayor calibre que se vayan a utilizar, mas el volumen de retorno de agitación (mínimo del 5% de su capacidad en L/min)

• **Equipos con barras en mal estado:** este control, realizado periódicamente, permite detectar fallos en el conjunto de las barras y las boquillas. Para ello se necesita un banco de

distribución y se considera necesario que en las probetas que recogen el líquido de cada canaleta no aparezcan diferencias de más del 10% con respecto a la media. Este ensayo permite, además, comprobar que las boquillas se encuentran en buen estado y proporcionan una buena distribución superficial sobre toda la anchura de la barra.

Equipo portátil para el control de la uniformidad de distribución (barra y boquillas)



Estos son, en líneas generales, los criterios que se siguen en las inspecciones técnicas normalizadas según la norma UN-EN 13790.

B) PULVERIZADORES HIDRONEUMÁTICOS (ATOMIZADORES)

Antes de iniciar la aplicación hay que verificar el buen estado del equipo. En todo lo que se relaciona con el circuito de líquido (depósito, bomba, grifería, conducciones y boquillas)

los criterios de comprobación son similares a las de los pulverizadores hidráulicos. En los equipos hidroneumáticos hay que controlar también lo que se relaciona con la impulsión de aire, como ventilador, colector y deflectores, salidas, etc.

En el caso en que se aprecien que las paletas del ventilador, o determinados elementos del circuito de aire, están desgastados se aconseja comprobar que el caudal de aire que proporciona el equipo y la velocidad del aire en las salidas son adecuados para realizar un buen tratamiento. Conviene corregir las deficiencias observadas lo antes posible.

Si se considera que el equipo se encuentra en buenas condiciones se procede a:

- Calcular la velocidad de avance a la que se puede trabajar, en función del caudal de aire que proporciona el ventilador.
- Verificar que con esta velocidad se puede mantener durante la aplicación, porque las características del suelo lo permiten y se alcanzan las velocidades de aire adecuadas, incluso en la parte más elevadas de los árboles.
- Calcular el volumen de caldo y la cantidad de producto comercial que se debe de utilizar por cada depósito de caldo, teniendo presente lo que indica la etiqueta del producto y las características del cultivo.
- Elegir las boquillas adecuadas, utilizando la documentación técnica suministrada por el fabricante, a la presión de trabajo de referencia.

- Elegir las dimensiones de la malla de los filtros en función de las características de las boquillas
- Comprobar la calibración, utilizando agua limpia, situando las boquillas en los portaboquillas para verificar el caudal que proporcionan para la presión recomendada; a la vez se puede verificar el tamaño de las gotas producidas.
- Adaptar las salidas de aire a las características de la vegetación y ajustar los chorros de las boquillas para que la pulverización se integre en la corriente de aire.
- Controlar con tarjetas de papel hidrosensible que se produce buena cobertura en las diferentes zonas de las plantas.

Seguidamente se analizan los aspectos diferenciales de los pulverizadores hidroneumáticos, con respecto a los hidráulicos, ya considerados en el apartado A.

B.1. CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE AVANCE MÁXIMA TEÓRICA

El aire impulsado por el ventilador y cargado con las gotas de caldo pulverizadas debe de entrar en la vegetación desplazando al aire que se encuentra en ella. Para ello se nece-

sita disponer de un volumen de aire suficiente, a una velocidad tal que le permita superar las distintas capas foliares, sin sobrepasar la parte opuesta a la que se realiza el tratamiento, suponiendo que la aplicación se realiza por todas las filas.

Para el equipo disponible con el caudal (Q_{Ar}), la velocidad real de avance máxima posible se calcula con la expresión:

$$v \text{ (km/h)} = C_e \times Q_{Ar} \text{ [m}^3\text{/h]} / (a \text{ [m]} \times h \text{ [m]} \times 1000)$$

Siendo:

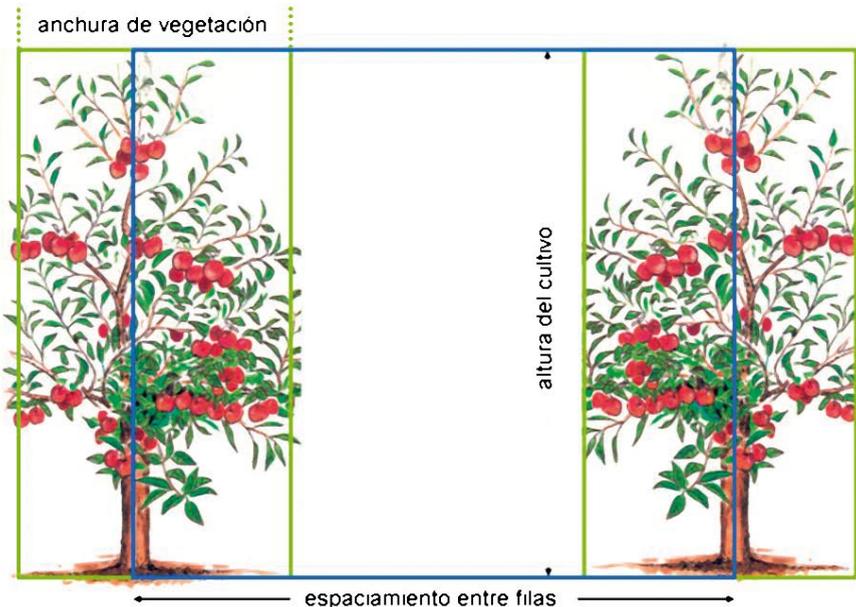
Q_{Ar} = caudal teórico de aire impulsado por el ventilador en m³/h

a = espaciamiento entre fila (o filas) en m

h = altura del cultivo en m

v = velocidad de avance en km/h

C_e = coeficiente de expansión (2.5 ÷ 3, para pulverizadores con ventiladores axiales)



Esta velocidad de avance, calculada en función de la capacidad del ventilador, debe utilizarse posteriormente para ajustar el volumen de pulverización.

Así, si se dispone de un equipo con un caudal de aire de 30 000 m³/h para tratar una plantación de 4 metros de altura, con líneas separadas 5 m, la velocidad de trabajo recomendada será, sustituyendo los valores en la expresión anterior:

$$v \text{ (km/h)} = 3 \times 30000 \text{ [m}^3\text{/h]} / (5 \text{ [m]} \times 4 \text{ [m]} \times 1000) = 4.5 \text{ km/h}$$

En el caso de que el equipo disponga de dos relaciones de transmisión entre toma de fuerza y ventilador, se podrían calcular las velocidades correspondientes para cada caso.

Si se necesita adquirir un equipo nuevo, debe de tomarse en consideración las características de la plantación para definir el caudal de aire necesario, sobre la base de poder trabajar a velocidades de avance entre 3 y 6 km/h

Para ello se puede utilizar la expresión:

$$Q_{Ar} = a \times h \times v \times 1000 / C_e$$

Siendo:

Q_{Ar} = caudal teórico de aire impulsado por el ventilador en m³/h.

a = espaciamiento entre fila (o filas) en m.

h = altura del cultivo en m.

v = velocidad de avance entre 3 y 6 km/h.

C_e = coeficiente de expansión (de 2.5 a 3.0 según densidad de plantación).

B.2. VERIFICACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL AIRE QUE LLEGA A LA PLANTACIÓN

Se estima que la velocidad del aire en la entrada de la masa vegetal debe estar entre 10 y 15 m/s. Con velocidades superiores las hojas tienden a aplastarse unas sobre otras, bloqueando la entrada del aire, y se llega a producir, a altas velocidades, incluso el arranque de hojas. Con velocidades inferiores las hojas exteriores no se agitan lo suficiente para dar paso a la corriente de aire, actuando como barrera.

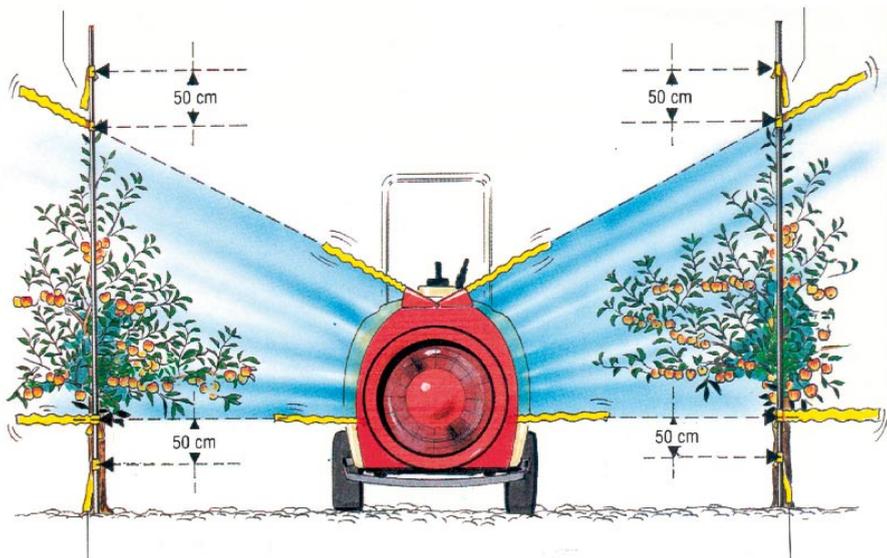
Tomando como referencia la velocidad máxima calculada, en función del caudal de aire que puede suministrar el equipo, se hace circular entre las líneas de la plantación, con el depósito lleno hasta el 50% de su capa-

cidad nominal, para verificar que es adecuada para conseguir una buena efectividad en el tratamiento.

Además de que las características del suelo permitan avanzar a la velocidad máxima calculada, hay que verificar, si no se conoce por experiencias anteriores que el equipo impulsa el aire a suficiente velocidad, el comportamiento de las hojas del lado externo de la planta, opuesto a la zona por la que se realiza la aplicación. Si las hojas permanecen quietas, es señal de

que el chorro de aire es insuficiente, si se colocan en “bandera” el chorro es excesivo y se producirán pérdidas. En general, se considera que el aire con velocidad de menos de 3 m/s pierde la capacidad de transporte de las gotas pulverizadas.

Se puede utilizar esta prueba para verificar la precisión del indicador de velocidad del tractor, utilizando la medida del tiempo necesario para recorrer una distancia marcada (ver. apartado A.2.2. de la Parte V)



Doc. Ciba-Geigy

En todo este proceso es muy importante adaptar las salidas de aire a la forma y dimensiones de la plantación, tomando en consideración las limitaciones que puedan existir en el equipo disponible.

Es conveniente conseguir que una cinta colocada 50 cm por encima o por debajo de la zona de vegetación que se desea tratar no se mueva con la corriente de aire impulsada por el ventilador. Los deflectores deben adaptarse a la plantación, de manera que reciban más caudal de aire las zonas densas.

En las plantaciones en “espaldera” se debe situar las entradas de aire en las proximidades del follaje, de manera que el chorro se introduzca perpendicular, o ligeramente inclinado, con respecto a la pared de la masa vegetal, evitando la dispersión del aire en zonas no ocupadas por la vegetación.

Es muy importante en el momento de la adquisición de un equipo tomar en consideración los marcos de plantación, las especies y variedades de árboles, y las formas de manejo de la vegetación para el conjunto de parcelas en las que va a trabajar el equipo, tanto para definir el caudal de aire

necesario como las características de colectores y deflectores.

B.3. VOLUMEN DE APLICACIÓN

Este volumen viene condicionado:

- por el tipo de formulado químico que debe mantenerse en unos niveles de concentración y depositarse con un grado de cobertura adecuado (gotas/cm²);
- por la superficie que se debe de proteger, que depende del material vegetal presente, el cual se define técnicamente mediante el LAI (índice de área foliar); y
- por el estado del equipo utilizado y por la precisión con que se calibre.

Para plantaciones frutales de clima templado parece que los mejores resultados se obtienen con volúmenes medios-bajos, ya que los altos volúmenes aumentan considerablemente las pérdidas a tierra por escurrimiento, y los muy bajos incrementan las pérdidas por deriva, ya que obligan a utilizar pulverización con gota muy fina.

Para fijar el volumen es esencial determinar la cantidad de vegetación presente. Además, hay que tener en cuenta que las recomendaciones

para zonas con bajas temperaturas no son extrapolables a los climas más cálidos y a zonas más ventosas, así como cuando aumenta el volumen de vegetación. Tampoco es correcto vincular el volumen de aplicación a las características del equipo disponible.

El volumen de caldo debe de adaptarse al volumen de vegetación. El cálculo del volumen de vegetación se realiza con la siguiente expresión:

$$V_v = h \times a_v \times 10000 / a$$

Siendo:

V_v = volumen de vegetación en m³/ha

h = altura del cultivo en m

a_v = anchura de vegetación en m

a = espaciamiento entre filas en m

Así, para árboles de 5 metros, en filas separadas a 5 metros, con anchura de vegetación en la fila de 1.5 m, el volumen de vegetación será:

$$V_v = 5 \times 1.5 \times 10000 / 5 = 15000 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Multiplicando el volumen de vegetación por un “índice de volumen” (litros/m³ de vegetación), se obtendrá el volumen teórico de caldo, o sea:

$$V_t = i \times V_v / 1000$$

Al índice de volumen se le pueden dar valores según se indica en la tabla adjunta, teniendo en cuenta las condiciones del tratamiento.

Índice de volumen	muy alto	alto	medio	bajo	muy bajo	ultra bajo
I	120	100	70	50	30	10

Considerando un índice de volumen de 70 L/m³, con los 15 000 m³/ha de vegetación, anteriormente calculados, se necesita aplicar:

$$70 \times 15000 / 1000 = 1050 \text{ L/ha}$$

También puede realizarse el cálculo del volumen de caldo necesario utilizando el LAI de la plantación y el porcentaje de cobertura de esta superficie, considerando en estos casos el tamaño de la gota aplicada.

Así, en el caso de la viña, con un LAI de entre 1.1 y 1.5, cantidades entre 100 y 300 l/ha serían suficientes, dependiendo del tipo de equipo utilizado. Por el contrario, en algunos agrios, las aplicaciones de aceites minerales necesitan volúmenes de caldo próximos a los 2000 L/ha.

B.4. CÁLCULO DEL CAUDAL DE LAS BOQUILLAS

Al igual que en los pulverizadores hidráulicos, el caudal de líquido pulverizado (L/min) para el conjunto de las boquillas se calcula mediante la expresión:

$$Q_{Li} \text{ [L/min]} = V \text{ [L/ha]} \times v \text{ [km/h]} \times a_t \text{ [m]} / 600$$

Siendo:

V = Volumen de caldo

v = velocidad real de avance (en función del caudal de aire disponible)

a_t = anchura de tratamiento

La anchura de tratamiento, en el caso de pasar por todas las filas, es igual a la distancia entre árboles.

Este caudal (Q_{Li}) se divide por el número total de boquillas para obtener el caudal de cada una de ellas. Generalmente las boquillas de la parte baja se eligen con menor caudal que las altas, contando con la caída por escurrimiento de parte del caldo que llega a las hojas superiores de la plantación.

Como regla práctica aplicable en plantaciones de frutales de clima templado se suele recomendar una distribución del tipo 2/3 – 1/3, o sea, dos terceras partes del caldo aplicadas a la mitad superior de las plantas y una tercera parte a la mitad inferior.

Así, para aplicar un producto, a razón de 800 L/ha de volumen de caldo, a una velocidad de 3 km/h, con una separación entre árboles de separación entre árboles de 4 m (anchura de trabajo pasando por todas las calles), el caudal de líquido pulverizado por las

boquillas deberá de ser:

$$Q_{Li} = 800 \text{ [L/ha]} \times 3 \text{ [km/h]} \times 4 \text{ [m]} / 600 = 16 \text{ L/min}$$

Contando con 10 boquillas a cada lado en el pulverizador hidroneumático, el caudal de cada boquilla, si se elige que todas sean del mismo tamaño, deberá de ser:

$$q \text{ [L/min]} = Q_{Li} / n = 16 / 20 = 0.80 \text{ L/min}$$

En el caso de una distribución 2/3 – 1/3, las 5 boquillas superiores de cada lado suministrarían un caudal de:

$$Q_{superior} \text{ [L/min]} = Q_{Li} \times 2/3 / n/2 = 16 \times 2/3 / 10 = 1.06 \text{ L/min}$$

Mientras que el caudal de las inferiores será:

$$q_{inferior} \text{ [L/min]} = Q_{Li} \times 1/3 / n/2 = 16 \times 1/3 / 10 = 0.53 \text{ L/min}$$

B.5. ELECCIÓN DE LAS BOQUILLAS Y VERIFICACIÓN DEL CAUDAL

Utilizando las tablas que suministran los fabricantes de boquillas se eli-

gen las que proporcionen el caudal deseado, junto con la finura de pulverización que conviene al tipo de tratamiento y a las condiciones atmosféricas del momento.

Normalmente se utilizan boquillas de chorro cónico, que son las que mantienen más estable el caudal frente a grandes variaciones de presión, que permiten modificar el tamaño de las gotas. Hay que elegir tanto el tamaño de la placa calibrada como el de la hélice, ya que el conjunto es el que define el caudal de la boquilla y el ángulo de abertura del chorro, que se debe adaptar a la corriente de aire que se encarga de transportar las gotas hasta el cultivo.

La malla de los filtros utilizados entre bomba y boquilla debe de ajustarse en función de las recomendaciones del fabricante de las boquillas para impedir las obstrucciones de las mismas.

B.5.1. Comprobación del caudal de las boquillas

Es conveniente comprobar que los caudales que suministran las boquillas instaladas, en las condiciones de presión elegida, se corresponden con los valores calculados. Para ello,

desconectando el ventilador, si resulta posible, se colocan unos trozos de tubería flexible en las boquillas y se recoge el líquido pulverizado durante un minuto en un recipiente graduado, haciendo trabajar la bomba al régimen normalizado de la toma de fuerza.

En los pulverizadores hidroneumáticos se utiliza un regulador de presión convencional, por lo que el ajuste de la presión de trabajo se consigue actuando sobre el regulador hasta alcanzar la presión deseada.

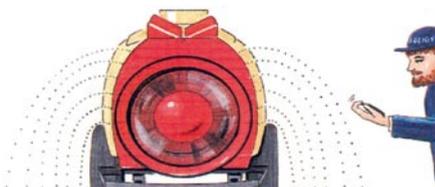
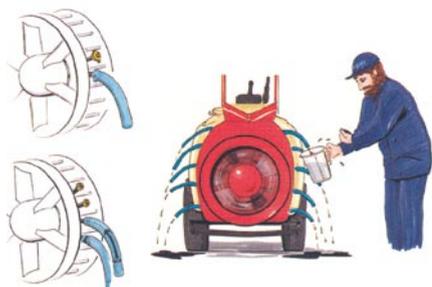
Una comprobación rápida del estado del conjunto de las boquillas puede hacerse, especialmente en el caso de que todas sean del mismo calibre, llenando el depósito con agua hasta el borde y haciendo funcionar el equipo pulverizando durante 5 minutos.

El procedimiento operativo que se recomienda es el siguiente:

- Llenar el depósito con agua limpia.
- Ajustar las boquillas y el ventilador para las condiciones de la plantación.
- Abrir las válvulas de distribución y ajustar la presión hasta el valor deseado.
- Pulverizar durante un tiempo de unos 5 minutos.
- Rellenar el depósito con agua midiendo el volumen consumido.

Dividiendo este volumen entre el número de boquillas se dispone del caudal medio real de todas ellas.

En el caso de que el caudal difiera ligeramente del valor calculado se puede ajustar modificando un poco la presión de trabajo.



Doc Ciba-Geisy

B.5.2. Presión de trabajo y finura de la pulverización

Cuando se aplica un agroquímico a la masa vegetal del árbol, se busca un revestimiento del interior de los árboles con gotas que cubran alrededor del 20 - 30 % de la superficie de las plantas, sin que interese la cobertura de toda la superficie y mucho menos su lavado. Conseguir esta cobertura en ambas caras de las hojas, de una manera homogénea, no resulta sencillo, dada la variabilidad de desarrollo foliar y el efecto pantalla de las hojas exteriores respecto a la zona interna de la planta.

Para conseguirlo se necesita que unas gotas de tamaño suficientemente pequeño se mantengan suspendidas en la corriente de aire para llegar al interior de la vegetación y se vayan depositando a medida que la corriente de aire pierde velocidad.

Las gotas finas (de 100 a 200 μm) se adhieren bien a la hoja, incluso cuando su superficie está inclinada, mientras que las gotas muy gruesas (de más de 400 a 500 μm) tienden a escurrir produciendo el lavado de la hoja. Las gotas muy finas (de menos de 50 μm) tienden a alejarse de la zona de tratamiento en débiles co-

rrientes de aire, incrementando notablemente las pérdidas por deriva.

En cualquier caso, la superficie cubierta aumenta, para el mismo volumen aplicado, a medida que se pulveriza con gota mas fina, por lo que hay que buscar un equilibrio entre tamaño de gota, volumen aplicado y velocidad de la corriente de aire.

Por otra parte, las gotas, una vez que se incorporan a la corriente de aire, se evaporan progresivamente, dependiendo la velocidad de evaporación de la temperatura y del grado de humedad ambiental y del tiempo de permanencia antes de depositarse.

La mejor solución parece que es la de producir gotas de tamaño entre 100 y 400 μm , lo que puede conseguirse con boquillas de chorro cónico de buena calidad, trabajando con presiones entre 8 y 15 bar. Algunos equipos están adaptados para el empleo de boquillas de chorro plano.

B.6. COMPROBACIÓN DE LA COBERTURA SOBRE LOS ÁRBOLES

Antes de iniciar el tratamiento, si no se dispone de experiencia con el equipo en el tipo de plantación considerada,

conviene realizar una prueba con tarjetas hidrosensibles colocadas en diferentes zonas de los árboles para comprobar el grado de cobertura, antes de añadir el producto fitosanitario al agua contenida en el depósito. Las tarjetas se deben situar en la parte externa y en la parte interna del árbol, a diferentes alturas.

Para acelerar el proceso de verificación de la cobertura se pueden utilizar jalones con una longitud que supere en 0.50 m la altura de los árboles en la plantación.

Para esto se recomienda:

- En las plantaciones estrechas, colocar dos jalones en el interior de los árboles; en las anchas tres, uno en el centro y los otros en cada uno de los lados.
- Colocar las tarjetas de papel hidrosensible sobre estos jalones, utilizando cinta de pegar de doble cara, con espaciamientos de 0.50 m, de manera que queden orientados hacia el exterior.
- Situar de los jalones en la plantación sobre árboles que sean representativos del conjunto.
- Iniciar la pulverización al menos 20 metros antes de llegar a los jalones y continuarla hasta otros 20 metros después.

- Realizar el tratamiento por ambas caras de la fila de árboles correspondiente.

En los papeles situados fuera de la zona de vegetación no deben de aparecer gotas. En el resto la cobertura debe de ser uniforme, con aproximadamente el 20% de la superficie cubierta. Hay que tener en cuenta que las gotas al caer sobre el papel dejan una huella mayor a la de su diámetro, siendo el coeficiente de expansión aproximado de 2.5 trabajando con agua. También se pueden contar el número de gotas por centímetro cuadrado utilizando una lupa apropiada.

Si parece que la distribución conseguida no es la adecuada, habría que repetir el proceso de ajuste. En el caso de que en la parte superior de los árboles se aprecie que la cobertura es insuficiente, hay que comprobar que el aire impulsado por el ventilador es el adecuado en caudal y velocidad; en algunos caso puede ser necesario trabajar a menor velocidad de avance, lo que obliga a ajustar de nuevo el caudal de las boquillas para esta velocidad real. También se puede aumentar la presión para obtener gotas más finas.

Cuando las tarjetas en el interior del

árbol reciben pocas gotas, esto puede ser como consecuencia de que el caudal de aire es insuficiente, por lo que convendría reducir la velocidad de avance, si no hay otra manera de conseguir un aumento del caudal.

Si se observan que algunas de las tarjetas quedan excesivamente mojadas y otras con escasa cobertura, conviene modificar el calibre de las boquillas en el arco que rodea a la salida de aire hasta conseguir una distribución más uniforme sobre la vegetación.

B.7. PROCESO DE APLICACIÓN E INCIDENCIAS

Los tratamientos que se realizan sobre las dos caras de los árboles (pasando por todas las calles) dan mejor cobertura que cuando se trabaja por filas alternas. En el caso de la viña, se pueden tratar varias filas en la misma pasada, de manera eficiente, utilizando salidas independientes para pulverizar directamente por ambas caras del cultivo en todas las líneas.

Una vez que se considera que el equipo está adaptado a las características de la plantación y al tipo de tratamiento, se puede proceder a la

incorporación del producto químico a la cuba.

Se considera que las condiciones atmosféricas son favorables cuando la temperatura ambiente se encuentra entre 20 y 30 °C, y la humedad relativa es alta, aunque no siempre se puede conseguir esto en climas cálidos y secos, por lo que para evitar las pérdidas por deriva hay que utilizar gotas más gruesas y aumentar el volumen de caldo.

El volumen de caldo determinado como apropiado (ver apartado B.3) sirve para calcular la cantidad de producto que debe de añadirse a cada depósito, siguiendo un proceso similar al indicado en el apartado A.1.2.

Así, con un depósito de 3500 litros, con un volumen de aplicación de 800 L/ha, si la cantidad de producto necesario es de 1.5 litro/ha, cada vez que se llene el depósito habrá que incorporar:

$$dd = 2500 \times 1.5 / 800 = 4.7 \text{ litros/depósito}$$

Seguidamente se puede iniciar el tratamiento manteniendo la velocidad de avance establecida en todas las calles y controlando sobre el manómetro que se mantiene la presión

de trabajo. Este manómetro también sirve como referencia para detectar anomalías en la pulverización, como las obstrucciones en los filtros.

Conviene verificar sistemáticamente que los chorros de las boquillas mantienen el ángulo de abertura y la uniformidad de proyección, procediendo a sustituir las boquillas con defectos aprovechando las vueltas en los cabezales de las parcelas.

También es importante observar la rejilla de protección en la entrada de aire al ventilador, retirando las hojas que tienden a obstruir las rejillas, lo que produce una reducción del caudal de aire impulsado y genera turbulencias en las salidas.

Durante el tratamiento con los atomizadores se recomienda en empleo de los elementos de protección individual (EPI) apropiados, salvo en el caso de que se utilice una cabina de tractor presurizada. En función del nivel de ruido en los oídos del conductor, generado en el ventilador, habrá que considerar o no la necesidad de protección auditiva,

Al final de cada jornada se recomienda proceder al vaciado del equipo, de manera similar a como se indica en el

apartado A.8 para los pulverizadores hidráulicos.

B.8. LIMPIEZA DEL PULVERIZADOR

La limpieza de los pulverizadores hidroneumáticos puede hacerse de una manera similar a la de los pulverizadores hidráulicos (ver A.9.), aunque hay aspectos que hacen aconsejable utilizar un procedimiento algo diferente.

Para limpiar el atomizador se recomienda:

- Diluir el residuo del depósito añadiendo un volumen de agua 10 veces mayor.
- Proceder a pulverizar el contenido del depósito en el campo ya tratado aumentando la velocidad de avance y reduciendo la presión de pulverización.
- Limpiar y enjuagar exteriormente el equipo y el tractor utilizado
- Sacar los filtros y montarlos de nuevo una vez limpios.

Si se estima necesaria una limpieza complementaria se recomienda, después de la limpieza normal:

- añadir agua al depósito hasta un tercio de su capacidad y un producto

detergente/desactivador apropiado;

- mantener 10 minutos en funcionamiento el sistema de presión para que todo el líquido retorne al depósito;
- abrir todas las salidas para que el líquido se vierta por los portaboquillas sin boquillas en un lugar apropiado;
- realizar varios aclarados para eliminar toda la espuma del detergente, abriendo orificio de vaciado del depósito para que quede totalmente vacío.

Hay que tener en cuenta que si la limpieza del equipo se realiza inmediatamente después de la aplicación (menos de 10 minutos) el enjuagado con agua será suficiente; si se retrasa más de 15 minutos, posiblemente haya que recurrir a un detergente; si se espera hasta el día siguiente seguramente será necesario un decapante para eliminar los residuos.

Seguir las instrucciones del fabricante del equipo en relación con la limpieza y cuidados de la bomba y de la grifería con el sistema de regulación

B.9. PARTICULARIDADES DE LOS PULVERIZADORES NEUMÁTICOS

En los pulverizadores neumáticos el proceso de formación de la gota va

unido al transporte de esta hacia el objetivo. La mayor velocidad del aire necesaria para producir gotas finas, eleva la demanda de potencia, por lo que sólo se aconsejan cuando se realizan aplicaciones en bajo volumen (menos de 200 L/h).

Los criterios ya expuestos para la regulación y mantenimiento de los pulverizadores hidroneumáticos son válidos para los pulverizadores neumáticos, con sólo tener en cuenta unas pequeñas diferencias relacionadas con el sistema de líquido.

Las boquillas se sustituyen por pasos calibrados que modifican la llegada del caldo al difusor, o boquilla neumática, en la que se produce la pulverización por el encuentro con la corriente de aire a gran velocidad.

Como consecuencia del alto consumo energético, estos equipos se construyen para dos tipos de aplicaciones, lo que hay que tener en cuenta para su puesta a punto:

- Con salidas dirigidas buscando una buena penetración, como la que se necesita en los tratamientos al racimo en la viña.
- Con salidas en forma de cañón para tratamientos a distancia, cubriendo una amplia banda en cada pasada

apoyándose en el viento atmosférico.

En el caso de salidas dirigidas, dado el elevado consumo energético de la pulverización neumática, conviene aproximar las salidas al objetivo, ya que una corriente de aire de menos caudal, aunque sea de gran velocidad, se frena con facilidad en la atmósfera.

A partir del ajuste de la velocidad del aire para conseguir la penetración, se procede a la determinación del caudal de líquido que debe de llegar a las boquillas, y que debe de mantener una proporción con el caudal de aire que realiza la pulverización.

Manteniendo velocidades del aire de 360 km/h se pueden obtener gotas de con un VMD de 116 μm , un NMD de 40 μm (50% de las gotas menores de 40 μm). En estas circunstancias, con el equipo bien regulado, se puede producir una evaporación del 30% de las gotas de menos 50 μm , pero que solo significan el 5% del caldo, evitando el escurrimiento del caldo que se produce con gotas de mas de 300 μm , que aunque sólo afecte al 5% de las gotas, esto corresponde al 30 % el producto.

En consecuencia, como aspectos crí-

ticos a tener en cuenta para la puesta a punto de los pulverizadores neumáticos:

- Orientar las salidas de aire y aproximarlas a la vegetación de manera que no se detecte el efecto del aire a más de 15 cm de la zona de vegetación, frente a los 50 cm considerados en los atomizadores.
- Mantener en buen estado las conducciones de aire para que no se produzcan pérdidas, ya que, si se reduce la velocidad del aire en las boquillas neumáticas, cambian las características de la población de gotas resultante.
- No son admisibles las modificaciones de las conducciones de aire con elementos diferentes de los aprobados por el fabricante del equipo, ya que esto puede afectar la velocidad del aire.
- El caudal de líquido que puede llegar a las boquillas está limitado por la cantidad de aire que las atraviesa.

En el caso de los pulverizadores neumáticos tipo “cañón” los ajustes se realizan para que una nube de gotas finas se mantenga en suspensión en una brisa suave que la aleja del pulverizador, y que debe de estar entre 1 y 2 m/s. Sólo se recomiendan en la aplicación de insecticidas, que necesitan una cobertura superficial

menor: en condiciones atmosféricas de alta temperatura y baja humedad relativa hay que tener en cuenta que se va a producir la evaporación de un elevado porcentaje de las gotas, por lo que difícilmente puede aconsejarse su empleo.

B.10. RECOMENDACIONES PARA LOS ESPOLVOREADORES

En circunstancias de alta temperatura y baja humedad relativa la alternativa a los pulverizadores son los espolvoreadores, que utilizan la formación de nubes con partículas que sirven de soporte del material fitosanitario.

Estos equipos, ampliamente utilizados en la viña, deben de formar nubes estables para permitir que el producto se deposite sobre el objetivo.



Como limitaciones para el empleo de los espolvoreadores se dan las siguientes:

- Realizar los tratamientos a primeras horas de la mañana o últimas de la tarde para evitar las corrientes ascendentes que se producen por el calentamiento del suelo en las horas centrales del día.
- Evitar realizar aplicaciones cuando la velocidad del aire supera los 2 m/s.
- Adaptar las salidas a las características de la vegetación. Así para el control de plagas forestales se recomienda la salida única en forma de cañón, mientras que en el viñedo se prefieren varias salidas orientadas a la vegetación.

B.11. INSPECCIONES PERIÓDICAS DE LOS PULVERIZADORES HIDRONEUMÁTICOS

El control de los pulverizadores hidroneumáticos y neumáticos resulta más complejo que el de los pulverizadores hidráulicos, ya que no puede utilizarse como referencia la homogeneidad en distribución superficial, sino que la cantidad del líquido deberá de ser proporcional a la vegetación que se encuentra en las diferentes zonas del cultivo.

La inspección sistemática midiendo el caudal del conjunto de las boquillas de cada lado, para calcular el caudal medio, recomendada en la calibración, junto con la observación de chorro de las boquillas para retirar las que puedan aparecer como defectuosas, unido al control con tarjetas de papel hidrosensible sobre la plantación para determinar que los depósitos en las diferentes zonas son adecuados, es suficiente en los equipos nuevos bien conservados.

Para los equipos antiguos conviene controlar el caudal de líquido que impulsa la bomba y el caudal de cada boquilla, así como el caudal de aire impulsado por el ventilador y la uniformidad de la velocidad del aire en todas las salidas.

• **Control del sistema de pulverización:**

El control del estado de la bomba se puede hacer con un caudalímetro, o con un depósito auxiliar que reciba el caudal impulsado por la bomba, manteniendo la presión de trabajo habitual. El caudal debe ser suficiente para alimentar las boquillas de mayor calibre que se vayan a utilizar, más el volumen de retorno de agitación (mínimo del 5% de su capacidad en

L/min en el caso de que no se utilice un dispositivo independiente para la agitación).

El control del caudal suministrado por cada boquilla se realiza utilizando mangueras de adaptación colocadas sobre cada una de las boquillas para recoger en recipientes independientes el caudal de líquido pulverizado por cada una de estas. (ver B.5.1.).

• **Control del sistema de aire**

Se puede medir la velocidad del aire y su variación por zonas, utilizando un anemómetro portátil. A partir de los valores obtenidos se puede calcular la velocidad media y el volumen de aire que impulsa el ventilador. Es importante que el caudal de aire impulsado sea igual a cada lado del equipo, lo que indicaría que el sistema está equilibrado.

Esto dificulta las inspecciones de control periódico para este tipo de equipos de aplicación, si se compara con los pulverizadores hidráulicos, en los que bastaría con controlar la uniformidad en la distribución superficial.

Parece que realizar las inspecciones técnicas cada tres años es lo que se propone para los controles periódicos.

cos que se aplicarían en los países de la UE, en los que se caracterizaría el equipo con tres niveles: “en buen estado”, “corregir anomalías antes de la siguiente revisión” y “corregir anomalías en un plazo dado”, que estará por determinar.



Hay un procedimiento normalizado de ensayo que permite interceptar y “filtrar” el aire impulsado, a diferentes alturas respecto al suelo, y recoger el caldo que transporta en colectores apropiados.

Este ensayo permitiría ajustar, al menos desde un punto de vista teórico, la pulverización a las características de la plantación, aunque no sería un sistema de aprovechamiento universal, dada la gran variabilidad de las plantaciones.

BIBLIOGRAFÍA

BARTHELEMY, P. et al. Choisir les outils de pulvérisation. ITCF. París, 1990.
ISBN: 2-86492-099-9

GIL MOYA, E. Tratamientos en la viña. Equipos y técnicas de aplicación. Ediciones Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, 2003.
ISBN: 84-8301-691-5

MÁRQUEZ, L.- Maquinaria Agrícola. Ed. Blake y Helsey España. Torrelodones (Madrid), 2004. ISBN: 84-931506-6-5

MATTHEWS, G.A. Métodos para la aplicación de pesticidas. Compañía Editorial Continental. México, 1987.
ISBN: 0-582-46351-3

VAZQUEZ, J. Aplicación de productos fitosanitarios. Técnicas y equipos. Ed. Ediciones Agrotécnicas. Madrid, 2004. – ISBN: 84-87480-72-1