

Guías sobre

LOS ESTÁNDARES PARA EQUIPOS DE  
APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS AGRÍCOLAS Y  
PROCEDIMIENTOS DE PRUEBAS RELACIONADOS

Parte Dos  
Aspersores montados  
sobre vehículos y remolcados



GUÍAS SOBRE LOS ESTÁNDARES  
PARA EQUIPOS DE APLICACIÓN DE  
PLAGUICIDAS AGRÍCOLAS Y  
PROCEDIMIENTOS DE PRUEBAS  
RELACIONADOS

PARTE DOS

ASPERSORES MONTADOS SOBRE  
VEHÍCULOS Y REMOLCADOS



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS  
PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN

Roma 2001

# CONTENIDO

## PARTE DOS ASPERSORES MONTADOS SOBRE VEHÍCULOS Y REMOLCADOS

INTRODUCCIÓN	1
1. TR MÓDULO 1 - REQUISITOS GENERALES	5
2. TR MÓDULO 2 - TANQUES	10
3. TR MÓDULO 3 – BOMBAS	19
4. TR MÓDULO 4 – FILTROS Y MANGUERAS	20
5. TR MÓDULO 5 – VÁLVULAS DE CONTROL Y MEDIDORES	22
6. TR MÓDULO 6 –LANZAS	24
7. TR MÓDULO 7 – VENTILADORES (PARA ASPERSORES IMPULSADOS POR AIRE)	29
8. TR MÓDULO 8 – ATOMIZADORES	29
9. TR MÓDULO 9 – COMPARTIMENTOS PARA ALMACENAR ROPA PROTECTORA	35

## **ASPERSORES MONTADOS SOBRE VEHÍCULOS Y REMOLCADOS: PROCEDIMIENTOS DE PRUEBA**

- 1. TR PROCEDIMIENTO DE PRUEBA 1 –  
FILTRACIÓN DEL ASPERSOR COMPLETO 36**
- 2. TR PROCEDIMIENTO DE PRUEBA 2 –  
RESISTENCIA QUÍMICA 38**
- 3. TR PROCEDIMIENTO DE PRUEBA 3 –  
RESISTENCIA MECÁNICA DEL TANQUE 39**
- 4. TR PROCEDIMIENTO DE PRUEBA 4 – AGITACIÓN  
DEL TANQUE 39**
- 5. TR PROCEDIMIENTO DE PRUEBA 5 – SISTEMA  
DE CONTROL DE PRESIÓN / FLUJO 41**
- 6. TR PROCEDIMIENTO DE PRUEBA 6 –  
RETENCIÓN DE LÍQUIDO EN EL ASPERSOR 44**
- 7. TR PROCEDIMIENTO DE PRUEBA 7 – CALIDAD  
DE LA ASPERSIÓN 46**
- 8. TR PROCEDIMIENTO DE PRUEBA 8 – PATRÓN DE  
DISTRIBUCIÓN DEL VOLUMEN DE LA  
ASPERSIÓN 50**
- 9. TR PROCEDIMIENTO DE PRUEBA 9 –  
COMPORTAMIENTO DE LA SUSPENSIÓN DE LA  
LANZA 51**

## **RECONOCIMIENTO**

Estas guías fueron preparadas por T L Wiles y D G Sharp de la empresa T L Wiles and Associates Limited, Chichester, Reino Unido con la ayuda del Profesor G.A. Mathews de IPARC, Imperial College at Silwood Park, University of London. Se da crédito a la valiosa información y a los comentarios recibidos de expertos internacionales, tanto del sector público como del privado.

## ANTECEDENTES

Los estándares de seguridad y calidad para los aspersores de plaguicidas agrícolas no existen en todos los países miembros de la FAO y los estándares internacionales existentes para este tipo de equipo son generalmente inapropiados para muchos países miembros. Desde 1995, FAO AGSE ha trabajado para mejorar tanto la seguridad como la eficiencia de los plaguicidas de los equipos de aspersión más comúnmente usados.

Las guías de la FAO sobre estándares están basadas en estándares internacionales existentes, tanto europeos como nacionales, y otras referencias publicadas. Ellas también hacen uso del conocimiento profundo y la experiencia de los estándares internacionales para aspersores de los expertos asignados al proyecto y en la experiencia de los autores en la aplicación de plaguicidas en el mundo en vías de desarrollo.

Las primeras versiones de las guías de la FAO sobre equipos de aplicación de plaguicidas fueron aprobadas para su publicación en mayo de 1997 por el Panel de Expertos de la FAO sobre Especificaciones de Plaguicidas, los Requisitos de Registro, los Estándares de Aplicación y el Consentimiento Previamente Informado, así como el Panel de Expertos de la FAO sobre Ingeniería Agrícola

Esta publicación es la primera revisión de estas guías, las cuales incorporan comentarios y sugerencias recibidas de los estados miembros y de los nuevos desarrollos internacionales desde 1997. Hay dos guías: la primera describe los requisitos mínimos y la segunda trata de estándares más precisos y procedimientos de prueba para determinar el cumplimiento.

### **Requisitos mínimos**

Un importante objetivo de estas guías es ayudar a la FAO y otras agencias para asegurar que los aspersores que se compran sean seguros para los

usuarios, para el medio ambiente y que a la vez sean eficientes y durables cuando se operen. El precio siempre jugará un papel importante en las decisiones de compra de los equipos, pero aun los modelos más baratos de aspersores deberían cumplir los estándares mínimos de seguridad y durabilidad.

Los requisitos mínimos de la FAO tienen en cuenta los equipos que ya están en el mercado, muchos de los cuales ya cumplen los requisitos. Por lo tanto, el principal objetivo es que los países miembros deberían adoptar estas guías inmediatamente, para empezar a eliminar los aspersores inseguros, así como los que estén por debajo de estándares establecidos, de los mercados nacionales y finalmente de la escena internacional.

Las guías sobre requisitos mínimos se presentan en dos partes. La Parte Uno describe los tipos principales de aspersores de plaguicidas agrícolas portátiles (cargados por el operario), incluyendo los rotatorios, y la Parte Dos tiene que ver con los montados en vehículo y remolcados (tractor).

### **Guías sobre estándares y procedimientos de prueba**

Las guías sobre estándares son más exigentes que los requisitos mínimos y suministran blancos más precisos y seguros para los equipos de aspersión. Ellas constan de especificaciones detalladas y requisitos, apoyados por procedimientos de prueba para medir el cumplimiento de los estándares de la FAO, para los principales tipos de aspersores de plaguicidas agrícolas fabricados o usados en los países miembros de esta organización. Estos estándares reflejan la práctica manufacturera contemporánea, otros estándares nacionales e internacionales y la realidad práctica del agro en los países miembros.

El objetivo tanto de los requisitos mínimos como de las guías de los estándares es dar a los fabricantes y a los gobiernos un sistema de aseguramiento práctico y de calidad confiable. Cada país miembro puede

entonces decidir sobre la forma y la velocidad de la introducción de las respectivas guías en la práctica nacional y en la legislación, en donde sea apropiado.

La serie completa comprende las otras guías que se mencionan a continuación:

*Guías sobre los procedimientos para el registro, certificación y prueba de nuevos equipos para la aplicación de plaguicidas;*

Estas guías describen una forma adicional de cómo los gobiernos pueden influir sobre la seguridad de los plaguicidas al controlar la calidad de los equipos para su aplicación, bien sea los fabricados en el país o los importados. Al incorporar a la legislación nacional un requisito para los fabricantes e importadores para que declaren que el equipo de aplicación cumple los estándares de seguridad y durabilidad, debería ser posible reducir gradualmente y finalmente eliminar del mercado el equipo que esté por debajo de los estándares.

*Guías sobre la organización de esquemas de prueba y certificación de equipos que están en uso;*

La publicación describe la prueba y la certificación de los aspersores que actualmente aplican plaguicidas en granjas comerciales. Ellas se refieren a una necesidad urgente en muchos países para asegurar que en donde se usan plaguicidas en la producción de cultivos, ellos se aplican por medio de equipos que son seguros y plenamente funcionales. El tema se aplica tanto a equipos grandes, aspersores para cultivos comerciales y hortícolas, como a aspersores cargados por el operario.

*Guías sobre la organización y operación de esquemas de adiestramiento y procedimientos para operarios de equipos de aplicación de plaguicidas.*

Estas guías consideran el adiestramiento, la prueba y la certificación de los que realmente operan los equipos de aplicación de plaguicidas. Aún los



aspersores mejor diseñados y bien mantenidos pueden hacer daños inconmensurables en manos de un operador inexperto y por esta razón la importancia de estas guías no debería subestimarse.

En las series de este documento hay otras dos guías que tratan sobre la aplicación de plaguicidas por medio de aviones y aspersores para cultivos comerciales, huertos y forestales. Ellas son:

*Guías sobre las buenas prácticas para la aplicación aérea de plaguicidas;*

*Guías sobre las buenas prácticas para la aplicación terrestre de plaguicidas.*

Estas guías han sido preparadas para ofrecer ayuda práctica y orientación a todos los involucrados en el uso de plaguicidas para la producción de alimento y fibra o en programas de salud pública. Ellas describen las técnicas principales de aplicación aérea y terrestre.

## **PARTE DOS**

### **ASPERSORES MONTADOS SOBRE VEHÍCULOS Y REMOLCADOS**

#### **INTRODUCCIÓN**

La Parte Dos de las guías sobre estándares describe los principales aspersores de cultivos agrícolas montados sobre vehículos y remolcados, así como los aspersores para huertos. La Parte Uno trata de los equipos portátiles (cargados por el operario): el aspersor accionado por palanca, el aspersor motorizado de espalda, el aspersor de compresión, e nebulizador motorizado y el aspersor rotatorio... Cada parte contiene especificaciones para cada tipo de aspersor y una serie de procedimientos de prueba para verificar si un aspersor candidato cumple las especificaciones requeridas.

Estas guías tienen por objeto dar a los cultivadores, la industria manufacturera y las agencias gubernamentales un sistema apropiado, práctico y confiable, para todos los aspersores de cultivos principales que se distribuyen o se fabrican en los países en vías de desarrollo. Se pone especial atención a las pruebas sobre el operario, la seguridad ambiental, la eficacia y la durabilidad, las cuales se incluyen en donde hay implicaciones de seguridad.

Las especificaciones y las pruebas están basadas en: estándares nacionales, europeos e internacionales y otras referencias publicadas. También han sido productos del conocimiento profundo y de las experiencias sobre estándares de aspersión de los expertos asignados al proyecto y de la experiencia de los autores en la aplicación de plaguicidas en el mundo en desarrollo.

## **Formato de especificaciones**

Las especificaciones están organizadas en un formato modular que fue desarrollado por los autores como la base para el documento de la FAO, para guiar a la misma FAO y otras agencias de compra en la selección de aspersores para cultivos: FAO - *Guías Básicas para la Selección de Aspersores para Plaguicidas Agrícolas*; junio 1995.

Cada módulo se relaciona con un componente principal o un grupo funcional de componentes de los cuales pueden compilarse especificaciones consecuentes para máquinas completas de rociado. En la figura 3 se muestran varios módulos de aspersores montados en vehículos o remolcados, a los cuales generalmente se refiere como aspersores de tractor.

Los módulos se dividen en cláusulas numeradas y cada una de ellas está dirigida a una especificación separada o a un requisito. Las especificaciones no dictan o prescriben un diseño de ingeniería; ellas definen requisitos funcionales u operacionales y no deberían restringir la libertad de diseño del fabricante.

En donde quiera que los procedimientos o los requisitos sean los mismos, en donde sea práctico, entonces se han usado los mismos módulos, cláusulas y fraseología. Esto se aplica sin importar el tipo de aspersor. Por ejemplo, el módulo de la boquilla básica hidráulica sobre calidad de aspersion es aplicable a todos los aspersores.

## **Procedimientos de prueba**

Estos se presentan en secuencia paso a paso para ayudar a los examinadores a dar claridad y consecuencia. El objetivo es usar un lenguaje claro, sin complicaciones y sin comprometer la precisión técnica.

## Cumplimiento de los estándares

Un elemento clave del sistema es el método para establecer el cumplimiento, el cual es un sistema simple SI o NO.. En donde se incluyen valores numéricos, estos están basados bien sea en normas aceptadas, en estándares publicados o en el juicio de los autores o de sus asesores, teniendo siempre en mente que el criterio usado debe relacionarse con las necesidades de la situación práctica del campo o de la fábrica. El sistema establece al final de cada sección (cláusula) en una especificación (es decir, para cada diseño o criterio de desempeño), la acción o serie de acciones requeridas. Las acciones se agrupan en cuatro categorías: verifique, mida, pruebe y procedimiento de prueba, las cuales se definen así:

**VERIFIQUE** En donde una simple observación o acción es todo lo que se necesita para establecer si un aspersor cumple o no, por ejemplo “todas las mangueras deberían estar marcadas en forma durable para indicar la presión estimada.”

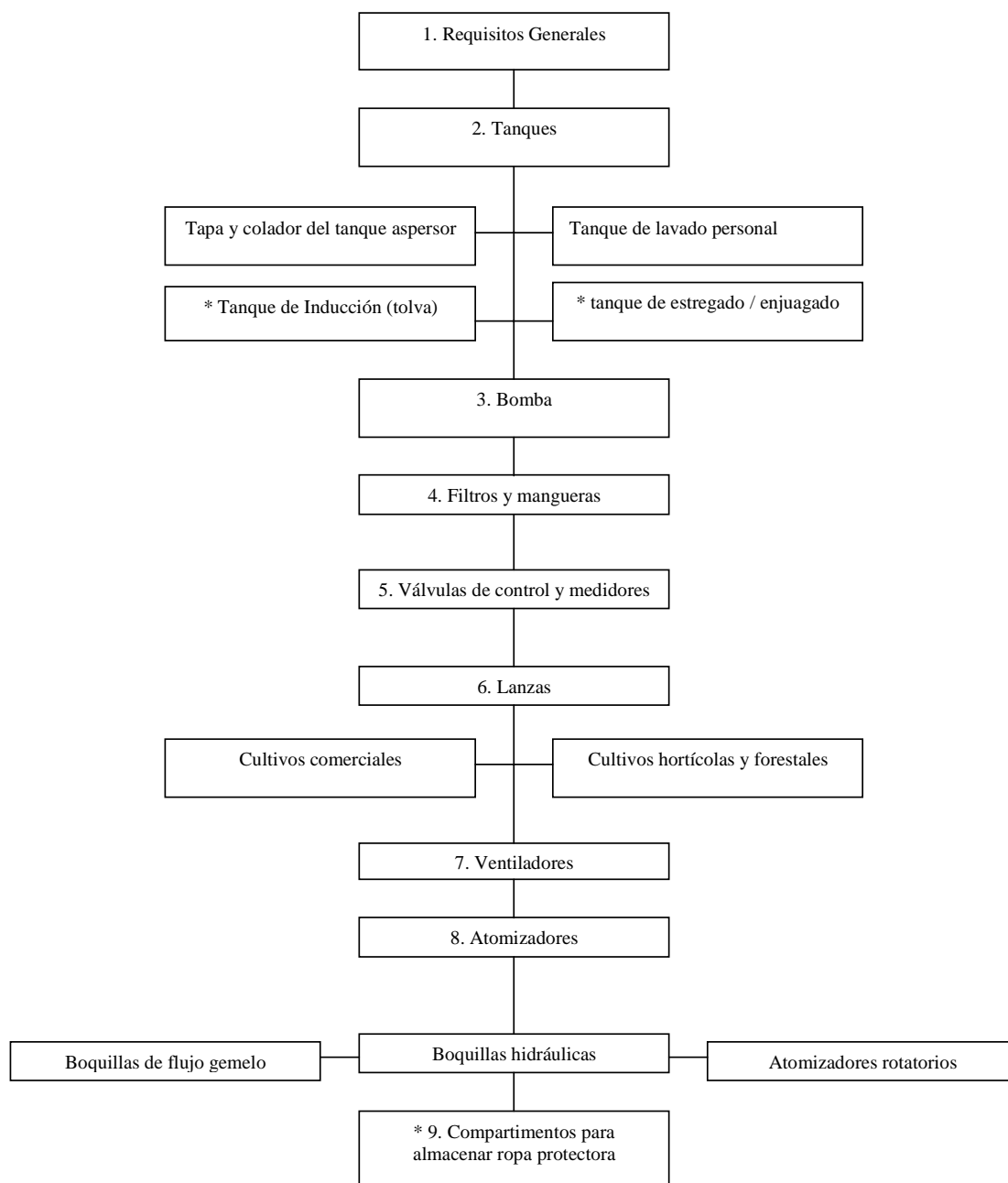
**MIDA** En donde todo lo que se necesita es una medida sencilla, por ejemplo volumen, grosor, longitud o presión.

**PRUEBE** En algunos casos se requieren pruebas sencillas que son, por lo general, obvias y no justifican una secuencia de pruebas escritas. Por ejemplo, “El aspersor debería ser estable y permanecer derecho en pendientes de 1 en 7, no importa la cantidad de líquido en el tanque.”

### PROCEDIMIENTO

**DE PRUEBA** Es una secuencia de acciones, paso a paso, que deberían seguirse tal como se describen en este volumen

### Figure 3 – MÓDULOS DE LOS COMPONENTES DEL ASPERSOR DE TRACTOR



**\* se requieren para aspersores con volúmenes mayores de 1000 litros en el tanque**

## **ASPERSORES MONTADOS SOBRE VEHÍCULOS Y REMOLCADOS (TR)**

Las siguientes especificaciones son aplicables a todos los equipos de aspersión agrícola que se operan en conjunto con un tractor o montados sobre una unidad de chasis construida a propósito o dentro de un vehículo de propósito múltiple agrícola / hortícola. Por conveniencia, a través de este documento, a todos estos tipos de rociadores se refiere como “el aspersor”.

### **1. TR Módulo 1 - REQUISITOS GENERALES**

Los aspersores deberían ser seguros, confiables y capaces de trabajar eficientemente en condiciones prácticas de campo. Deberían ser construidos en forma robusta a partir de materiales fuertes, durables y que no sean propensos al deterioro durante el uso en el campo, afectando, por lo tanto, adversamente la seguridad y bajando la eficiencia debido a la corrosión, la oxidación, la distorsión o el desgaste prematuro.

Para cumplir con los estándares de la FAO”, un aspersor debería llenar los siguientes requisitos:

- 1.1 La unidad de rociado debería estar acoplada en forma segura al sistema del vehículo. VERIFIQUE.
- 1.2 Todos los ejes de propulsión deben ser adecuadamente protegidos para que no se expongan las partes móviles. VERIFIQUE.
- 1.3 Los puntos potencialmente peligrosos que podrían causar heridas como, por ejemplo, la doblada del aguilón o el mecanismo de ajuste de la altura, deberían cubrirse con guardas. En posiciones en las

cuales las guardas no son prácticas, el aspersor debería marcarse con avisos de advertencia claros y apropiados. VERIFIQUE.

- 1.4 Todas las manijas, agarraderas o asas deberían estar por lo menos a 300 mm de cualquier punto de articulación. MIDA.
- 1.5 Las conexiones hidráulicas de aceite deberían estar en la vía de los sistemas de conexión que limiten cualquier filtración a un máximo de 2.5 ml por cada operación haga / interrumpa a presiones hasta de 175 bares. La filtración debería medirse a una presión nominal máxima (recomendada por el fabricante) de trabajo en cada acción “haga / interrumpa” usando motas absorbentes limpias de un peso conocido. La cantidad de filtrado se mide anotando el aumento de peso después de limpiar el líquido filtrado con la esponja. PRUEBE
- 1.6 Los aspersores con una capacidad de 1000 litros o más en el tanque deberán estar provistos de un sistema de llenado a bajo nivel, tanto para el agua como para los productos químicos. VERIFIQUE
- 1.7 En donde el llenado del agua o del producto químico es manual, debería ser posible añadir el producto o el agua, con el operario bien sea parado sobre el suelo o sobre una plataforma construida a propósito con un área de piso no menor de 0.5m<sup>2</sup>. MIDA.
- 1.8 Las plataformas deberían estar construidas con piso antideslizante y provistas de rieles de protección. VERIFIQUE.

- 1.9 Las distancias de alcance no deberían exceder de un metro en sentido vertical desde el suelo o la plataforma y deberán estar en una zona libre de obstrucciones de 0.3 m de ancho en dirección horizontal al rededor de la boca de llenado. MIDA.
- 1.10 El sistema de llenado del tanque(s) de aspersión debe permitir un colmado fácil, seguro, sin derramarse o salpicar a la tasa máxima recomendada. PRUEBE.
- 1.11 El aspersor no debería filtrarse bajo condiciones de trabajo, a presiones nominales o tasas de flujo. PROCEDIMIENTO DE PRUEBA 1.
- 1.12 El aspersor debería ser fácil de limpiar completamente tanto por fuera como por dentro. Deberían evitarse las superficies ásperas o las abolladuras toscas. VERIFIQUE
- 1.13 Las partes externas del aspersor no deberían atrapar o retener líquido de rociado. VERIFIQUE
- 1.14 No debería haber bordes afilados, áreas abrasivas o proyecciones agudas que pudieran causar herir al operario. VERIFIQUE.
- 1.15 El volumen de líquido de rociado retenido en el aspersor (tanque, bomba, mangueras y lanza) cuando se le considere normalmente “vacío”, no debería exceder los límites especificados. PROCEDIMIENTO DE PRUEBA 6



- 1.16 Cuando el aspersor es remolcado debería ser estable en el momento que se le desenganche del móvil principal. El aspersor debería permanecer derecho en una pendiente del 15% (1 en 7) en cualquier dirección y sin importar la cantidad del líquido en el tanque(s). PRUEBE.
- 1.17 Los ajustes al aspersor, el mantenimiento de rutina, el drenaje y la limpieza deberían hacerse fácilmente sin el uso de herramientas especializadas (es decir, herramientas diseñadas específicamente para el aspersor). VERIFIQUE.
- 1.18 El fabricante debería distribuir con el aspersor un manual de instrucciones ilustrado y claro, escrito en el lenguaje del país en el cual se fabrica el equipo y en inglés, francés o español. VERIFIQUE.
- 1.19 El manual debería contener procedimientos para:
- armada inicial;
  - Identificación de todas los repuestos incluyendo un diagrama “explotado” en relieve y con las piezas sueltas;
  - ajuste y calibración;
  - minimizar la necesidad de eliminar el herbicida diluido;
  - Lavado de botellas de pesticida por medio de la tolva de inducción;
  - limpieza y evacuación segura de cualquier lavadura;
  - mantenimiento rutinario y almacenamiento;
  - uso en el campo preciso y seguro.
- VERIFIQUE

También debería dar información sobre:

- manipulación segura de agroquímicos no diluidos, mezcla de productos químicos, llenado del tanque;

- la eliminación del líquido de aspersión sobrante y de los recipientes vacíos de plaguicidas;
- tasas de flujo de las boquillas y calidad de rociado (ver Módulo 8);
- tamaño máximo de la boquilla y presión de operación que se va a usar en el aspersor;
- precauciones necesarias para minimizar los riesgos para el operario y la contaminación ambiental, especialmente por la deriva del líquido rociado.

VERIFIQUE.

- 1.20 Todos los controles deben estar claramente marcados y ser de fácil acceso para el operario en la posición normal de trabajo. VERIFIQUE
- 1.21 Para asegurar la identificación segura de las piezas de recambio el aspersor debería estar marcado en forma clara y durable para indicar: nombre y dirección del fabricante, marca del aspersor y modelo. VERIFIQUE
- 1.22 Debería haber un sistema práctico en el sitio para que ayude en la provisión de piezas de recambio por un mínimo de cinco años después de la fecha de fabricación. El fabricante debería dar una garantía escrita de esto en el manual del aspersor (ver sección 1.18). VERIFIQUE
- 1.23 Las partes del aspersor, las que estén en contacto directo con el líquido de rociado deberían ser hechas de materiales que no sean absorbentes y que sean adecuados para usarlos con formulaciones de plaguicidas aprobadas. PROCEDIMIENTO DE PRUEBA 2

- 1.24 Las partes del aspersor que están expuestas rutinariamente a la luz solar directa deberían ser construidas a partir de materiales que no se degraden indebidamente. El fabricante debería dar una garantía escrita de esto en el manual del aspersor (ver sección 1.18). VERIFIQUE
- 1.25 El aspersor debería ser confiable y durable en el uso. Después de 1000 horas de uso simulado en una plataforma de prueba de “camino arrugado”, con el circuito de aspersión desconectado y con las secciones de la lanza en su posición normal de trabajo, el equipo debería cumplir con el estándar completo. PRUEBE

## 2. TR Módulo 2 – TANQUES

A menudo, hay varios tanques o estructuras similares acopladas a un aspersor. Estas incluyen:

- el tanque principal de aspersión que contiene el agua de rociado o la solución diluida de pesticida;
- un tanque de enjuague o de lavado a presión para que ayude a lavar el interior del tanque y los circuitos de aspersión;
- un tanque de agua limpia para uso de los operarios en el lavado personal;
- una tolva de inducción para ayudar en la transferencia segura de productos químicos en el aspersor.

2.1 El estándar de la FAO requiere que el aspersor debería estar equipado con:

- un tanque(s) principal

- un tanque de agua para lavado personal  
VERIFIQUE

- 2.2 Los aspersores con tanques de 1000 litros o más deberían estar equipados con:
- tolvas de inducción
  - tanques de estregado / enjuague
- VERIFIQUE

### **Tanque(s) de aspersion**

Puede haber uno o más tanques de rociado acoplados al vehículo en que se montan los aspersores o al equipo remolcado. Todos los tanques de rociado deberían cumplir con las siguientes especificaciones, sin embargo, para el propósito de las guías “el tanque” significa uno o más tanques

- 2.3 El tanque debería ser construido para que sea mecánicamente durable. PROCEDIMIENTO DE PRUEBA 3
- 2.4 Las bocas del tanque de aspersion deberían estar cerradas con tapas que cierren ajustadamente y deberían estar acopladas en forma segura al tanque. VERIFIQUE
- 2.5 Las tapas del tanque de aspersion deberían estar provistas de un sistema de cierre mecánico positivo que pueda accionarse con manos enguantadas (los guantes para propósitos de prueba deberían tener un grosor mínimo de 0.5 mm). VERIFIQUE

- 2.6 Las bocas de los tanques de aspersion mayores de 400 mm de diámetro o, si son rectangulares, de mas de 400 mm x 300 mm, deberían acoplarse con un enrejado que no se pueda quitar sin usar herramientas. VERIFIQUE
- 2.7 Las bocas de los tanques deberían estar provistas de un colador con una apertura de malla máxima de 1.0 mm
- 2.8 Los coladores deberían ser fáciles de quitar y ajustar con manos enguantadas (ver sección 2.5 sobre guantes). VERIFIQUE
- 2.9 Los coladores deberían cerrar en forma ajustada y no deberían levantarse de su asiento durante el llenado. PRUEBE
- 2.10 El tanque de aspersion debería estar marcado en forma clara y durable con el nivel de llenado máximo nominal (recomendado por el fabricante), el cual no debería exceder del 95% del volumen total del tanque. MIDA
- 2.11 El aspersor debería estar provisto de medios para indicar el nivel de líquido en el tanque de rociado. VERIFIQUE
- 2.12 El sistema indicador del nivel del líquido debería tener un intervalo de escala de no mas del 20% del volumen nominal del tanque y una escala de precisión mejor que el 1.5% del volumen del tanque nominal. PRUEBE

- 2.13 La precisión de la escala de intervalo debería verificarse pesando el aspersor con 5 niveles de agua en el tanque de rociado para cubrir el intervalo de 10% a 80% de la capacidad nominal del tanque. PRUEBE
- 2.14 El indicador(s) del nivel del líquido debería ser claramente visible por el operario del aspersor desde la posición normal de trabajo. VERIFIQUE
- 2.15 Para facilitar la limpieza del tanque(s), las superficies externas e internas deberían tener un acabado mejor que  $r = 100 \mu\text{m}$ , el cual es una medida de rugosidad de la superficie. MIDA.
- 2.16 El tanque de aspersión debería incorporar un sistema seguro y conveniente que facilite que el líquido drenado sea recogido o descargado para un descarte seguro. VERIFIQUE.
- 2.17 La cantidad de líquido que queda en el tanque del aspersor después del drenaje de rutina no debería exceder de 1.5% del volumen nominal del tanque, o 5.0 litros. MIDA
- 2.18 La presión en el tanque del aspersor no deberá diferir de la presión atmosférica en mas de 0.3 bares en todas las condiciones de trabajo. PRUEBE

Nota: la presión debería medirse en la parte superior del tanque. La conexión del medidor de presión debería hacerse por medio de un tubo sellado en la parte superior del tanque y la prueba debería llevarse a cabo con la tapa bien cerrada y ajustada.

- 2.19 El tanque del aspersor debería estar provisto de un sistema de agitación que cumpla los requisitos del PROCEDIMIENTO DE PRUEBA 4. La excepción a este requisito es donde el aspersor opera exclusivamente con sistemas de control en los cuales el diluyente (agua) y el pesticida concentrado se controlan separadamente. VERIFIQUE

### **Tanque para lavado personal.**

- 2.20 El tanque de lavado personal y los circuitos asociados del conjunto de tuberías deberían manejar únicamente agua limpia y ser totalmente independientes de los principales circuitos aspersión que contienen solución química. VERIFIQUE
- 2.21 El tanque de lavado personal debería tener un volumen mínimo de 15 litros. VERIFIQUE
- 2.22 El tanque de lavado personal debería estar acoplado al aspersor en forma segura. VERIFIQUE
- 2.23 El tanque de lavado personal debería ser construido de materiales que no se vayan a oxidar o corroer, de tal modo que no contaminen el agua. VERIFIQUE

### **Tolva de inducción**

Una tolva / tazón es un recipiente localizado convenientemente, dentro del cual se pueden vaciar o colocar en forma segura formulaciones no diluidas

de plaguicidas. Se introduce agua para disolver o diluir el pesticida y transferirlo dentro del principal circuito de flujo del aspersor.

En donde el aspersor esté provisto de una tolva de inducción es responsabilidad del fabricante de aspersores asegurar que cumple con los siguientes requisitos, aunque ésta información puede originarse del fabricante de tolvas.

Para cumplir, los aspersores con capacidades de tanque de 1000 litros o más deben estar acoplados a una tolva de inducción que cumpla los siguientes requisitos:

- 2.24 La tolva debería manejar eficientemente todas las formulaciones de plaguicidas usadas, líquidos, polvos, gránulos y bolsas solubles. VERIFIQUE
- 2.25 La tolva debería tener un volumen mínimo de trabajo de 15 litros. MIDA.
- 2.26 La tolva debería estar marcada en forma clara y durable para mostrar el nivel de llenado nominal que debería ser de no más del 95% del volumen total de dicha tolva. MIDA
- 2.27 La tolva debería estar provista de una tapa que deberá estar acoplada a la tolva en forma segura y permanente. VERIFIQUE
- 2.28 La boca de llenado de la tolva debería tener una dimensión mínima de 250 mm. MIDA

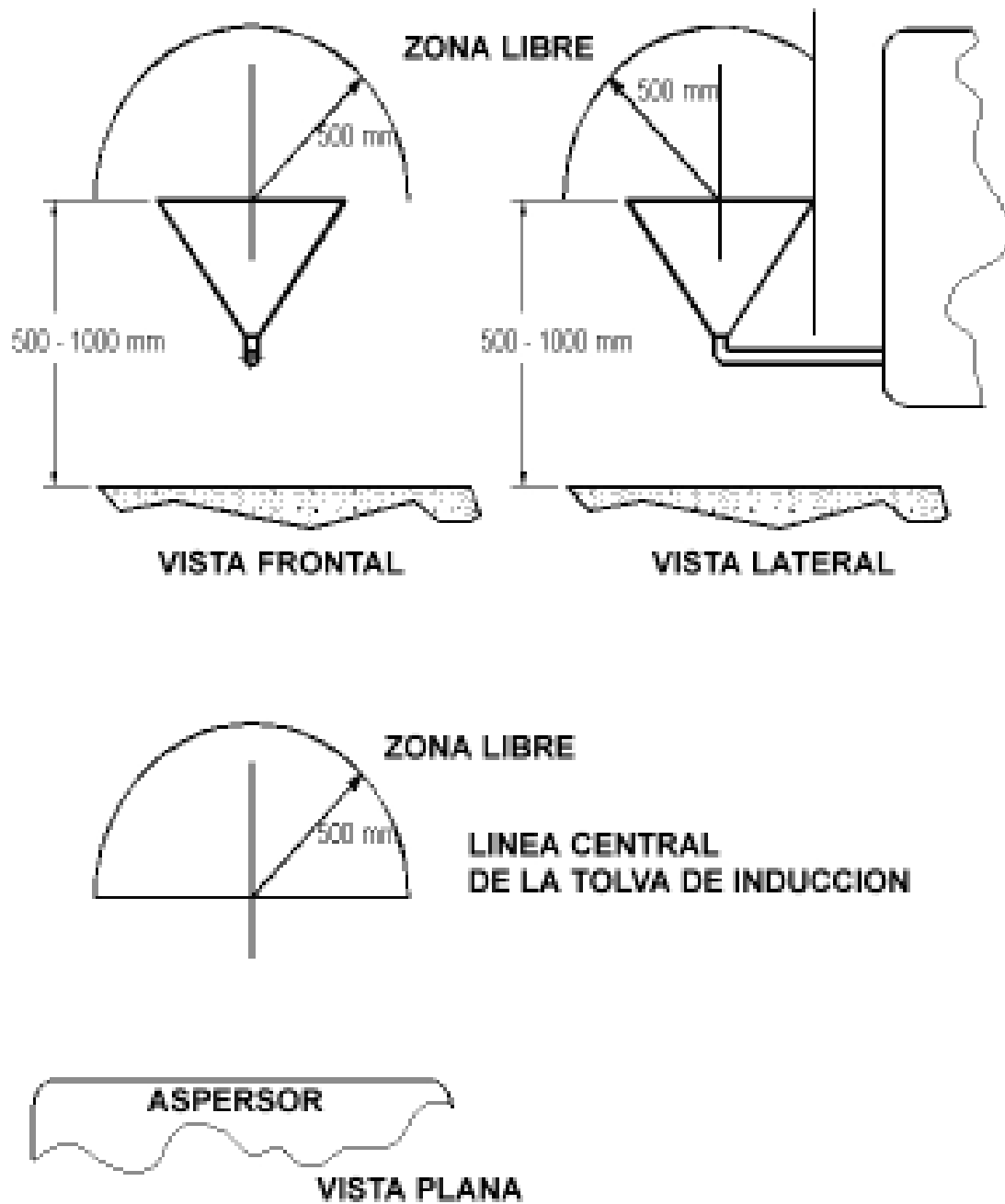


- 2.29 La altura de la boca de llenado de la tolva deberá estar entre 0.5 y 1.0m sobre el suelo. MIDA
- 2.30 Debería haber una zona mínima de espacio libre (es decir una zona libre de obstáculos) alrededor de la tolva de 500 mm, como se muestra en la figura 4. MIDA.
- 2.31 La tolva debería incluir un dispositivo para limpiar los recipientes del pesticida original, de tal manera que permanezca menos del 0.01% del contenido original en el recipiente siguiendo un procedimiento operativo definido, el cual debería estar incluido en el manual del aspersor (ver sección 1.18). PRUEBE
- 2.32 Las partes de la tolva que estén en contacto directo con el líquido de rociado deberían estar hechos de materiales no absorbentes que sean apropiados para usarlos con formulaciones de plaguicidas aprobadas. PROCEDIMIENTO DE PRUEBA 2
- 2.33 Las instrucciones relacionadas con la operación de la tolva de inducción deberían estar marcadas en forma clara y durable en el aspersor o en la tolva. VERIFIQUE
- 2.34 El fabricante debería dar detalles de la tolva en el manual de instrucciones (ver sección 1.18). VERIFIQUE.
- 2.35 El manual también debería incluir:

- detalles de tipos y tamaños de recipientes de herbicidas para los cuales la tolva de inducción esté diseñada para funcionar;
- instrucciones claras, ilustradas en forma sencilla, sobre como instalar la tolva en el aspersor sin usar herramientas especiales (es decir, herramientas específicamente diseñadas para el aspersor);
- instrucciones sobre flujos de operación, presiones y cualesquiera otros requerimientos específicos;
- procedimientos apropiados de limpieza.

VERIFIQUE.

**Figura 4: ZONAS DE ESPACIO LIBRE ALREDEDOR DE UNA TOLVA DE INDUCCIÓN**



## **Tanque de estregado / enjuague**

- 2.36 Este tanque(s) se requiere para suministrar agua para limpiar el tanque(s) de aspersion y los circuitos de tubería del aspersor, los cuales contienen solución del pesticida. Para cumplir el estándar de la FAO, los aspersores con capacidades de tanque de rociado de 1000 litros o más deben estar equipados con un tanque(s) de enjuague que cumpla con este módulo. VERIFIQUE
- 2.37 El aspersor debe estar diseñado para que no sea posible usar el líquido del tanque de estregado / enjuague para el aseo personal. VERIFIQUE
- 2.38 La capacidad del tanque de agua para lavado a presión / enjuague debería ser por lo menos el 10% de la capacidad del tanque(s) de rociado principal. MIDA.

## **3. TR Módulo 3 – BOMBAS**

- 3.1 Cuando trabaje a su velocidad rotatoria nominal, la bomba debería tener capacidad suficiente, para abastecer la lanza, cuando esté acoplada a la boquilla de tamaño más grande y trabaje a la presión máxima de trabajo recomendada por el fabricante, mas 20%. PRUEBE
- 3.2 Debería ser posible quitar la bomba del aspersor sin drenar el tanque(s). VERIFIQUE.

- 3.3 La bomba debería estar marcada en forma permanente con:
- máxima tasa de flujo y presión de operación.
  - velocidad rotatoria nominal y máxima.
  - nombre y dirección del fabricante.
  - número de serie.
  - VERIFIQUE.

#### **4. TR Módulo 4 – FILTROS Y MANGUERAS**

- 4.1 Cuando el aspersor esté acoplado a una bomba que opere con válvulas, se debería instalar un filtro ubicado al lado de la succión de la bomba con una apertura máxima de malla de 0.5mm. MIDA.
- 4.2 Todos los aspersores deberían estar provistos de un filtro en la línea de alimentación de presión con una apertura máxima de malla de 0.3 mm. MIDA.
- 4.3 Los filtros de la línea de presión deberían tener un área superficial de filtro de tamiz que sea lo suficientemente grande para permitir el flujo máximo requerido para pasar a través del filtro cuando este esté 50% bloqueado, sin aumentar la presión de operación de la bomba en mas de 10%. MIDA.
- 4.4 Todos los filtros deberían ser fácilmente accesibles para la limpieza y el mantenimiento. VERIFIQUE.
- 4.5 Debería ser posible limpiar todos los filtros sin vaciar el tanque(s) del aspersor. VERIFIQUE.

- 4.6 Las mangueras acopladas al aspersor deberían tener una presión estimada igual o mayor que la presión máxima de operación más 20%. VERIFIQUE.
- 4.7 Todas las mangueras deberían estar marcadas en forma durable para indicar la presión estimada. VERIFIQUE.
- 4.8 Las mangueras deberían estar ubicadas para que en el caso de una filtración o reventada, el riesgo del operario se minimice. No deberían pasar a través del tractor / remolque. Cuando no hay remolque, las mangueras cercanas al operario deberían tener guardas para prevenir la contaminación de dicho operario. VERIFIQUE.
- 4.9 Las mangueras que se usen para llenar el aspersor debería tener acoplado un colador con un tamaño de apertura de malla que no exceda 1.0 mm. MIDA.
- 4.10 Las mangueras deberían estar ubicadas en tal forma que no haya doblados agudos (aplanados) que podrían reducir el hueco efectivo de la manguera. VERIFIQUE.
- 4.11 Las conexiones de la manguera deberían ser fácilmente ajustables con herramientas estándar y usando las manos enguantadas (ver 2.5 sobre guantes); deberían filtrarse cuando se les reconecte. VERIFIQUE.

## 5. TR Módulo 5 – VÁLVULAS DE CONTROL Y MEDIDORES

- 5.1 Todos los aspersores deberían estar provistos de un dispositivo de seguridad de presión en cualquier parte del circuito que exceda la presión máxima de operación en más del 20%. MIDA.
- 5.2 Cuando el dispositivo de seguridad se active, todos los flujos líquidos deberían descargarse en el tanque principal. VERIFIQUE.
- 5.3 El aspersor debería estar provisto de líneas de tubería de aspersión y válvulas para que el suministro de líquido a cada sección de la lanza se pueda controlar independientemente. VERIFIQUE.
- 5.4 Cuando el aspersor funcione para suministrar diferentes combinaciones de sección de la lanza, la tasa media de flujo medida en cualquier posición de la boquilla (hasta el tamaño de boquilla máximo recomendado) no debería desviarse más del  $\pm 5\%$  del valor nominal. PROCEDIMIENTO DE PRUEBA 5.
- 5.5 La distribución de una sección de la lanza debería retornar a un estado parejo dentro de los 10 segundos del cambio de paso cuando se le pida. PROCEDIMIENTO DE PRUEBA 5.
- 5.6 Debería haber una sola válvula de control maestro para conectar o desconectar el suministro a todas las secciones de la lanza. VERIFIQUE.

- 5.7 Deberían instalarse válvulas “antigoteo” al circuito del aspersor para minimizar las pérdidas de líquido de rociado desde las boquillas una vez se haya cortado el suministro del líquido a una sección de la lanza. El goteo máximo de una boquilla no debería ser mayor de 2 mm en un período de 5 minutos, comenzando 8 segundos después de que se haya cerrado el suministro de líquido a las secciones de la lanza. MIDA.
- 5.8 La adición de las válvulas “antigoteo” en la línea de suministro de la boquilla (ver sección 5.7) no debería reducir el flujo en más de 2.5% cuando funcione con el tamaño máximo de la boquilla recomendado por el fabricante. MIDA.
- 5.9 Debería incorporarse al aspersor un sistema “libre de fallas” para prevenir la contracorriente cuando se use el sifón, mientras se llenan el aspersor y los tanques de enjuague. PRUEBE.
- 5.10 Los aspersores diseñados para funcionar con boquillas de presión hidráulica deberían estar provistos de un medidor de presión que sea claramente visible desde la posición de trabajo del operario. En el caso de que el medidor tenga una muestra análoga, ésta debería tener un diámetro mínimo de:
- 6.3 mm si está montado al alcance de la mano del operario cuando esté en la posición de trabajo (rociado);
  - 100 mm en todos los otros casos.

Las otras formas de presentación, por ejemplo lecturas digitales, deberían ser claramente visibles desde la posición de trabajo.

VERIFIQUE.



- 5.11 El indicador del medidor de presión debería dar una lectura estable. VERIFIQUE.
- 5.12 Los medidores de presión instalados en el aspersor deberían calibrarse con una precisión de  $\pm 0.2$  bares. MIDA
- 5.13 La resolución del sistema de exhibición de presión también debería ser de  $\pm 0.2$  bar. VERIFIQUE.
- 5.14 La cubierta del medidor de presión debería aislarse del líquido de rociado para que, en el caso de una falla que produzca goteo o filtración, el operario no se contamine. VERIFIQUE.

## **6. TR Módulo 6 –LANZAS**

### **Cultivos agrícolas**

- 6.1 Las lanzas deben estar construidas en forma rígida para que todas las boquillas situadas a lo largo de la lanza estén apoyadas a la misma altura dentro de un margen de 50 mm por encima del objetivo. VERIFIQUE
- 6.2 La altura de la lanza debería ser ajustable con un margen mínimo de 1m. MIDA
- 6.3 La fuerza requerida para ajustar la altura de la lanza no debería exceder 250 N. MIDA

- 6.4 Al mecanismo para el ajuste de la altura debería incorporársele una característica “libre de fallas” para que en el caso de un daño en dicho mecanismo la elevación de la lanza no cambie más de 0.2m. PRUEBE
- 6.5 En donde se use un sistema que opere manualmente, éste debería ser del tipo auto frenar. VERIFIQUE
- 6.6 Para sistemas de ajuste de altura motorizados, el aspersor debería estar provisto de:
- un dispositivo para frenar (anti caída), VERIFIQUE o
  - un mecanismo que limite la altura mínima de la lanza a 0.5mm sobre el nivel del suelo. MIDA
- 6.7 Los ajustes de la altura de la lanza de menos de 0.5 m, solamente deberían ser posibles anulando manualmente el control de la cerradura de 0.5 m. VERIFIQUE
- 6.8 Todos los sistemas de ajuste de altura deberían instalarse con un dispositivo de aseguramiento. VERIFIQUE
- 6.9 A las lanzas de mas de 10 m de ancho se deberían incorporar a un mecanismo que aíse la lanza de los movimientos undulantes del vehículo aspersor; es decir, deberían tener alguna forma de suspensión de la lanza que cumpla con los requisitos del PROCEDIMIENTO DE PRUEBA 9

6.10 La lanza también deberá tener algún aislamiento de los movimientos bruscos del vehículo. Con la lanza extendida y la máquina estacionaria, debería ser posible desplazar la punta de la lanza a una distancia horizontal de 20 mm por cada 1.0 m de anchura de la misma sin distorsionar su estructura. MIDA

6.11 La lanza debería estar provista de un dispositivo de “amortiguación” para que cuando el 10% de la anchura exterior de la lanza choque con un obstáculo sólido, cuando viaje hacia adelante, es decir esta se “devuelva” sin daño mecánico a su estructura o cualquier otra parte del aspersor. Después de chocar con un obstáculo, la lanza deberá, automática y rápidamente, volver a su posición original de trabajo.

PRUEBE.

Esta prueba debería hacerse con el tractor viajando hacia adelante a una velocidad de 2.5 m por segundo.

6.12 Cuando se doblen para transportarla, las secciones de la lanza no deberían:

- obstruir el acceso a o desde las posiciones de trabajo del operario, bien sea de rociado o de llenado; VERIFIQUE.
- ubique las boquillas sobre la ruta de acceso, a o desde la posición de trabajo del operario, a menos que se instale un mecanismo de blindaje para evitar la filtración del líquido de rociado sobre el operario. VERIFIQUE

6.13 El aspersor debería estar provisto de un mecanismo que cierre en forma segura las secciones de la lanza en la posición de transporte VERIFIQUE.

- 6.14 Para minimizar el riesgo de contacto con las líneas aéreas de energía eléctrica durante la operación de doblado, ninguna parte del aspersor o de la lanza debería extenderse a una altura mayor de 5m sobre el suelo. MIDA
- 6.15 Los aspersores que se extiendan a una altura mayor de 3.5 sobre el suelo, cuando estén doblados, deberían tener un aviso de advertencia que señale el riesgo potencial de las líneas de energía eléctrica aéreas. Este aviso debería ser claramente visible y fácilmente entendible por el operario desde su posición de trabajo. VERIFIQUE.
- 6.16 El diseño de la lanza debería asegurar que las boquillas estén protegidas del daño al entrar el aguilón en contacto con el suelo. VERIFIQUE.
- 6.17 Con los aspersores de la lanza diseñados para operar con aire forzado se requiere que cumplan todos los requisitos de los estándares 6.1 a6.17. Además, los fabricantes de este tipo de aspersor deberían incluir en su manual (ver sección 1.18):
- detalles de los ajustes de velocidad para diferentes condiciones de operación, incluyendo aquellas que no necesitan aire. VERIFIQUE.
  - requisitos específicos de mantenimiento relacionados con la producción de aire y del sistema de distribución. VERIFIQUE.
- 6.18 Cuando el aspersor está equipado con un ventilador para generar aire, debería cumplir, con los requisitos del Módulo 7. VERIFIQUE.

## Huertos y cultivos arbustivos (impulsados por aire)

Este módulo trata de las estructuras de la lanza para aspersores de ventilador de huertos y plantaciones.

- 6.19 La lanza de aspersion (arco de distribución) debería facilitar:
- que la distribución de líquido de rociado a cada lado del sistema de la lanza sea controlada independientemente. VERIFIQUE
  - que se instalen tapones y boquillas de diferente tamaño. VERIFIQUE
- 6.20 La lanza debería estar acoplada rígidamente al aspersor. VERIFIQUE.
- 6.21 En donde la lanza esté diseñada para operar en posiciones diferentes en relación con la corriente del aire, se deberían incluir instrucciones detalladas y claras en el manual (ver sección 1.18) para describir los ajustes para una operación efectiva en diferentes cultivos y condiciones meteorológicas. VERIFIQUE.
- 6.22 Cuando se intente operar la lanza sin aire forzado, debería incluirse información detallada en el manual del aspersor (ver sección 1.18) sobre como ajustar el equipo para una operación efectiva en diferentes condiciones y cultivos objetivo. VERIFIQUE.

## **7. TR Módulo 7 – VENTILADORES (para aspersores impulsados por aire)**

- 7.1 Debería ser posible desconectar el eje de la unidad del ventilador sin afectar el mecanismo para la circulación y la agitación del líquido en el aspersor. VERIFIQUE.
- 7.2 La entrada del ventilador debería diseñarse y ubicarse para que no entren desechos al aparato cuando funcione a la tasa máxima de flujo. VERIFIQUE.
- 7.3 El punto mas bajo de la entrada del ventilador no debe estar a menos a 25 cm sobre el nivel del suelo. MIDA
- 7.4 El ventilador debería estar protegido con una guarda permanente con un tamaño de apertura de malla de 5 mm y máxima de 10 mm. MIDA.
- 7.5 El nivel de ruido no debería exceder de 85 decibeles en el oído del operario cuando el aspersor esté operando al flujo máximo de aire. MIDA.

## **8. TR Módulo 8 – ATOMIZADORES**

Cuando el aspersor está provisto o se suministra con estos dispositivos, es responsabilidad del fabricante de aspersores cumplir con los requerimientos siguientes, aunque es probable que esta información se origine del fabricante de los atomizadores.

## Boquillas de presión hidráulica

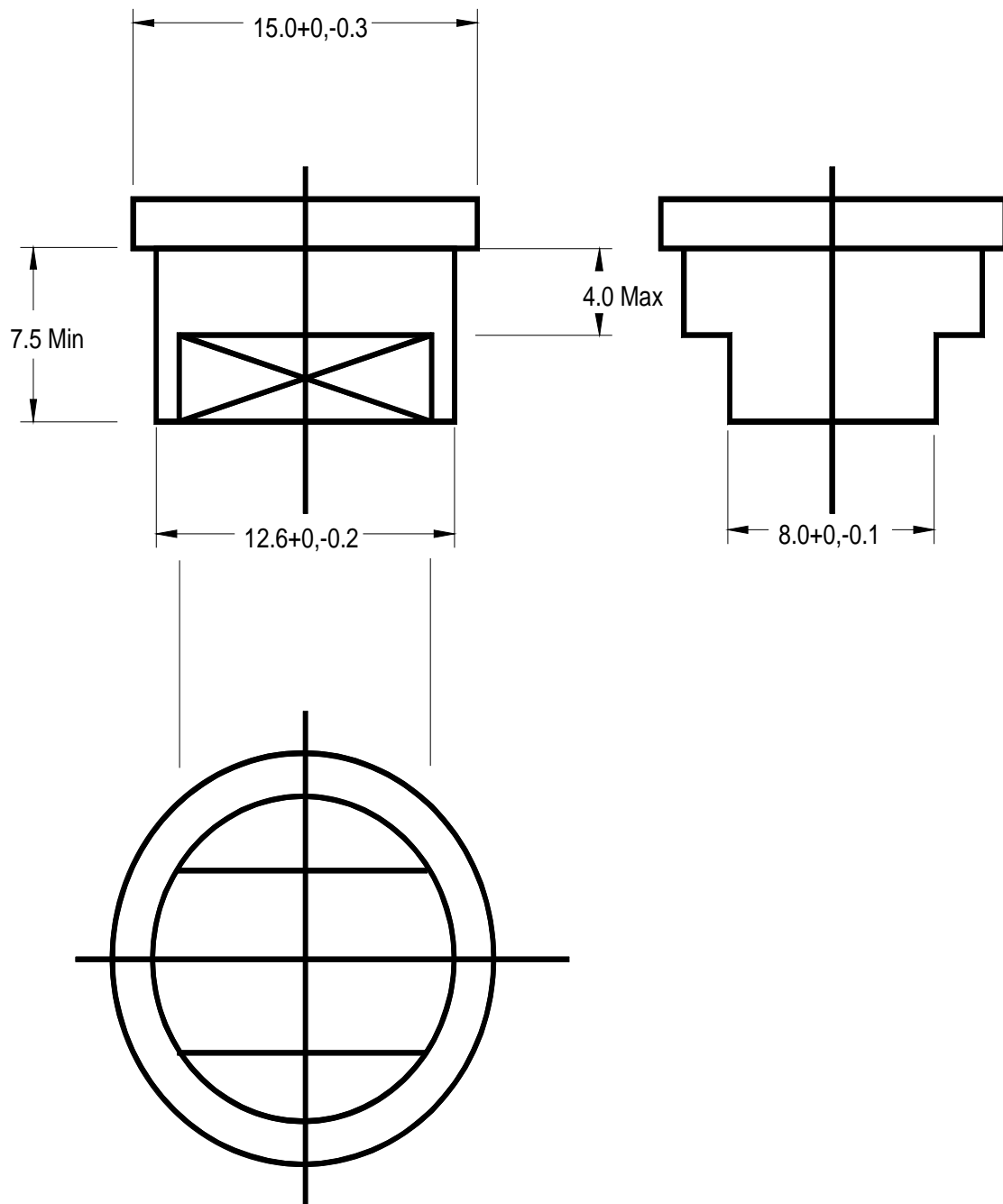
En donde el aspersor esté previsto o se distribuya con boquillas hidráulicas, es responsabilidad del fabricante de rociadores asegurar que estas boquillas cumplen con los siguientes requisitos, aunque esta información normalmente se origine del fabricante de boquillas.

- 8.1 El fabricante de aspersores debería dar en el manual de instrucciones (ver sección 1.18) información sobre:
- tasas de flujo a presiones de 2, 3 y 4 bares;
  - características del patrón de rociado y de los ángulos de aspersión a 2, 3 y 4 bares;
  - la calidad del rociado (como una medida de la distribución del tamaño de gota) expresada de acuerdo a las categorías de aspersión en la Tabla 1 del PROCEDIMIENTO DE PRUEBA 7;
  - las boquillas recomendadas, las posiciones de las boquillas, las alturas y el espaciamiento para dar la distribución del volumen del rociado en el objetivo;
  - un procedimiento para determinar cuándo las boquillas están usadas al 125% de su tasa de flujo original y presión(es) de operación y deberían ser reemplazadas.
  - VERIFIQUE.
- 8.2 Las dimensiones de los extremos de las boquillas deberán ser como se muestran en la figura 5. MIDA.
- 8.3 La descarga de una boquilla o entre boquillas con el mismo código de identidad, es decir a las que se les atribuyen las mismas

características, no deberían diferir en más de  $\pm 10$  por ciento de la descarga nominal a cualquier presión recomendada. MIDA.

- 8.4 Para boquillas de presión hidráulica que crean un patrón de aspersión en forma de abanico plano, incluyendo aquellas denominadas “rociado parejo”, el patrón de distribución de volumen debería cumplir los requerimientos del PROCEDIMIENTO DE PRUEBA 8.
- 8.5 Para boquillas de abanico plano, los sistemas de apoyo de la boquilla deberían incluir la orientación correcta de las mismas dentro de su soporte. VERIFIQUE



**Figura 5 DIMENSIONES DE LAS PUNTAS DE LAS BOQUILLAS**

## Boquillas de flujo gemelo

Estos dispositivos crean un rociado dentro del cuerpo de una boquilla por medio del suministro presurizado de líquido y de aire.

Es responsabilidad del fabricante de aspersores cumplir con los siguientes requerimientos para las boquillas de flujo gemelo, aunque esta información normalmente se origine del fabricante de dichas boquillas.

- 8.6 Los aspersores provistos de boquillas de flujo gemelo deberían estar equipados con válvulas de control de presión separadas, así como de medidores y válvulas que permitan el control independiente de los suministros de líquido y de aire. VERIFIQUE.
- 8.7 El fabricante de aspersores debería dar datos en el manual del aspersor (ver 1.18) que indiquen:
- el intervalo de presiones y de flujos sobre los cuales se diseñan las boquillas para que funcionen; VERIFIQUE.
  - la tasa de flujo y la calidad de rociado con base en el PROCEDIMIENTO DE PRUEBA 7, que pueden lograrse con presiones definidas de líquido y de aire en la boquilla. VERIFIQUE
  - requisitos específicos de mantenimiento para las boquillas que se suministran o se recomiendan; VERIFIQUE.
  - Instrucciones de operación específicas para las boquillas que se suministran o se recomiendan. VERIFIQUE.
- 8.8 La descarga de una boquilla o entre boquillas con el mismo código de identidad, es decir a las que se les atribuyen las mismas características, no deberían diferir en más de  $\pm 10$  por ciento de la descarga nominal a cualquier presión especificada, MIDA.

## Atomizadores rotatorios

8.9 Además de la información requerida en el manual del aspersor en la sección 1.18, el fabricante debería dar en el manual la siguiente información:

- tasas de flujo (medidas con agua);
- tamaños de gotas característicos producidos a las tasas de flujo y velocidades del atomizador por los restrictivos recomendados por el fabricante;
- detalles de velocidades de operación específica y ajustes para los principales objetivos y condiciones de campo;
- espaciamiento de los atomizadores en la lanza para los parámetros de operación recomendados;
- un método para revisar los atomizadores con el fin de determinar cuando deberían reemplazarse.

### VERIFIQUE

8.10 La descarga de una boquilla o entre boquillas con el mismo código de identidad, es decir a las que se les atribuyen las mismas características, no debería diferir en más de  $\pm 10$  por ciento de la descarga nominal. MIDA

8.11 Los atomizadores deberían funcionar 50 horas continuas a velocidad máxima y sin pérdida de funcionamiento o de mantenimiento. PRUEBE.

## **9. TR Módulo 9 – COMPARTIMENTOS PARA ALMACENAR ROPA PROTECTORA**

- 9.1 Los aspersores con capacidad de tanque de 1000 litros o más deben estar equipados con compartimentos de almacenamiento de ropa protectora. VERIFIQUE
- 9.2 El aspersor debería estar equipado con dos compartimentos: uno para ropa limpia y otro para ropa contaminada. VERIFIQUE.
- 9.3 Los compartimentos deberían ubicarse en el aspersor lo mas lejos, como sea práctico, del punto de carga de productos químicos. VERIFIQUE.
- 9.4 Las dimensiones mínimas internas de los compartimentos deberían ser de 450x450x300 mm. MIDA.
- 9.5 Los compartimentos deberían estar marcados en forma clara y durable, así:
- declarando su propósito, es decir para almacenar ropa protectora limpia o contaminada; VERIFIQUE.
  - previniendo contra el almacenamiento de productos químicos en este compartimiento. VERIFIQUE.

## **PROCEDIMIENTOS DE PRUEBA ASPERSORES MONTADOS SOBRE VEHÍCULOS Y REMOLCADOS:**

### **TR PROCEDIMIENTOS DE PRUEBA**

#### **1. TR Procedimiento de prueba 1 – FILTRACIÓN DEL ASPERSOR COMPLETO**

- 1.1 Ubique el aspersor, montado o enganchado al tractor en la posición normal de trabajo, sobre una posición nivelada y firme.
- 1.2 Antes de iniciar la prueba, limpie completamente las superficies exteriores del aspersor, poniendo particular atención a las áreas al rededor de las uniones y las conexiones de la tubería.
- 1.3 Instale tapones en todas las posiciones de la boquilla, excepto en la más lejana en el sentido de la corriente en cada sección de la lanza.
- 1.4 Instale un tubo sobre cada uno de los extremos de las boquillas, en el sentido de la corriente, para permitir que el líquido se recoja desde las boquillas durante la prueba para evitar la contaminación del área.
- 1.5 Llene el aspersor a su capacidad nominal (máximo recomendado) con una solución adecuada de tinte trazador, por ejemplo Orange G (es decir una que sea estable y cuantificable para que sea mejor

que 0.1% en solución), mezclada con un surfactante no iónico al 0.1%.

- 1.6 Limpie cuidadosamente la superficie del aspersor de cualquier solución de trazador que salpique durante el llenado.
- 1.7 Cuidadosamente coloque material absorbente limpio debajo del aspersor y de la lanza que permita recobrar el tinte trazador, por ejemplo motas de algodón o papel para cromatografía.
- 1.8 Funcione el aspersor en su posición normal de trabajo a su máxima presión estimada, por un periodo de quince minutos.
- 1.9 Al final del período de prueba de 15 minutos, inspeccione la máquina para ver evidencia de filtraciones. En donde se note filtración o se sospeche que la haya, limpie completamente las partes de la máquina que gotean y las superficies de captación, alrededor del punto de filtración, con motas adicionales, absorbentes y limpias.
- 1.10 Recoja el material absorbente de las superficies de captación que estén bajo cualquier punto de filtrado y manténgalo junto con las motas secas que se usaron, para limpiar el área de la maquinaria alrededor del mismo punto de goteo.
- 1.11 Tomando el contenido del tanque como referencia determine por espectrofotometría o fluorimetría a partir del material absorbente y de las esponjas, la cantidad de solución de tinte trazador filtrada en cada punto de goteo.

Para cumplir:

- La filtración de cualquier punto solo de goteo sobre el aspersor no debería ser más de 2.5 ml;
- El total de la filtración medida no debería ser más de 10.0 ml.

## **2 TR Procedimiento de prueba 2 – RESISTENCIA QUÍMICA**

Este texto es aplicable a cierres y otros componentes que entran en contacto directo con el concentrado o con la formulación diluida del pesticida.

- 2.1 Pese y mida los componentes individuales.
- 2.2 Sumerja los componentes en una solución de 40% v/v de queroseno, 20% v/v de tolueno y 40% v/v de xileno por 12 horas a 20° C.
- 2.3 Enjuague los componentes en agua limpia, séquelos y almacénelos por 24 horas al aire a 20° C.
- 2.4 Vuelva a pesar y vuelva a medir los componentes individuales.

Para cumplir:

- Al pesar y medir cambios desde el estado original estos no deberían ser mas de  $\pm 5\%$ ;
- los componentes deberá ser posible rearmarlos y cumplir la función del diseño original

### **3. TR Procedimiento de prueba 3 – RESISTENCIA MECÁNICA DEL TANQUE**

- 3.1 Apoye el aspersor en un área de prueba segura para que el tanque pueda ser golpeado por un peso redondo de 50 Kg suspendido en un cable de 3 m y liberado a 45 grados de la vertical, con el punto de pivote situado verticalmente arriba del lado que se va a golpear.
- 3.2 En el caso de que el aspersor tenga sus propias ruedas, este debería levantarse en tal forma que las ruedas no toquen el suelo.
- 3.3 Permita que el peso golpee el tanque 5 veces en cada uno de los tres lados, es decir:
- a un lado del tanque;
  - a una cara en ángulo recto con relación al anterior (es decir en la espalda o al frente);
  - a una esquina entre los dos lados golpeados.

Para cumplir, después de 15 impactos, el tanque debería continuar cumpliendo los requisitos de la prueba de filtración del TR PROCEDIMIENTO DE PRUEBA 1.

### **4. TR Procedimiento de prueba 4 – AGITACIÓN DEL TANQUE**

- 4.1 Para esta prueba use una suspensión de oxiclورو de cobre de aproximadamente 1%, es decir una tasa equivalente a 1.0 Kg por



cada 100 litros de agua en el tanque (para su composición ver Apéndice 1).

- 4.2 Llene el tanque hasta la mitad con agua, añada el oxiclورو de cobre al tanque en forma de una pasta húmeda preparada añadiendo 1 Kg de oxiclورو de cobre en 2.5 litros de agua. Añada la cantidad de oxiclورو de cobre requerida al tanque (ver sección 4.1), en esta forma de pasta húmeda, por medio del colador de llenado o la tolva de inducción, luego llene el tanque con agua hasta su capacidad nominal.
- 4.3 Agite el contenido del tanque usando el sistema de agitación normal del aspersor, operando a la velocidad normal de trabajo por un período de 10 minutos.
- 4.4 Inmediatamente tome muestras de referencia a tres niveles en el tanque, así: en la parte superior a 50 mm por debajo de la superficie del líquido; en el punto medio de la sección del tanque; y a 50 mm por encima del fondo del tanque.
- 4.5 Deje que la suspensión del tanque permanezca sin disturbarla por 16 horas.
- 4.6 Vuelva a comenzar la agitación en la misma forma como se describe en el numeral 4.3 y continúe por diez minutos. Vuelva a tomar muestras en los mismos tres niveles y use el mismo procedimiento de la sección 4.4.

- 4.7 Seque las muestras a una temperatura de 105° C a 110° C, luego determine gravimétricamente la cantidad de oxiclورو de cobre en cada muestra.

Para cumplir, la concentración de oxiclورو de cobre de cualquiera de las otras muestras (es decir, tomadas bien sea antes o después del período de sedimentación en la sección 4.5) debería estar dentro de  $\pm 10\%$  de la concentración calculada con base en la cantidad original de oxiclورو de cobre añadido y la capacidad nominal del aspersor.

## **5. TR Procedimiento de prueba 5 – SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN / FLUJO**

Esta prueba trata del comportamiento de los dispositivos en un aspersor, la cual hace posible:

- mantener una descarga confiable del rociado hasta las boquillas sin importar el número de secciones del aguilón que estén en operación.
- mantener una tasa de volumen de aplicación constante sin importar los cambios en velocidad hacia adelante (dentro de márgenes definidos).

### **Medidas**

- 5.1 Los tiempos de medida deberían comenzar desde que se complete cualquier procedimiento de ajuste.
- 5.2 Los tiempos de medida deberían tomarse desde el tiempo de terminación de cualquier procedimiento de ajuste.

- 5.3 Una vez se logre el estado parejo, los valores para los parámetros medidos no deberían diferir en más de la resolución del instrumento de medida, cuando se tomen muestras con una frecuencia de 20 hz. o mayor.

*Para medir la descarga de la lanza o de una de las secciones*

- 5.4 Instale medidores de flujo en el suministro del líquido en la sección de la lanza para controlar el flujo total para cada sección de la misma.
- 5.5 Instale todas las posiciones de las boquillas con boquillas de un tamaño recomendado por el fabricante de aspersores para dar una descarga aproximada de:
- 2 litros por minuto por boquilla para aspersores de cultivos agrícolas.
  - 4 litros por minuto por boquilla para aspersores de huertos.
- 5.6 Prenda el aspersor por 2 minutos desconectando el suministro de líquido en la lanza.
- 5.7 Conecte el suministro al aguilón y registre el tiempo que toma para que la tasa de flujo llegue a  $\pm 10\%$  de la tasa de flujo total esperada.

Tome medidas para:

- la lanza completa;
- cada sección de la lanza;

- dos combinaciones pareadas de la sección de la lanza.

5.8 Siga el procedimiento anterior, una vez se haya llegado a un estado parejo, desconecte el suministro de la sección(s) del aguilón, espere 10 segundos, luego prenda de nuevo el suministro de líquido y mida el tiempo que tome, en cada caso, el flujo para llegar a un estado parejo.

5.9 Repita el anterior proceso (ver secciones 5.6 a 5.8) 3 veces para cada sección de la lanza.

Para cumplir, el tiempo que tome para llegar al estado parejo no debería ser mayor de 10 segundos en todos los casos.

*Para medir sistemas de ajuste de descarga para los cambios en la velocidad hacia adelante.*

5.10 Funcione el aspersor con el aguilón completo instalado con boquillas de tamaño mediano hasta un estado parejo con los siguientes ajustes de referencia:

Velocidad hacia delante:	2.0 metros por segundo.
Velocidad de la toma de fuerza:	400 revoluciones por minuto.
Tasa de aplicación de volumen:	300 litros por hectárea.

5.11 Haga cambios escalonados del 20% por encima y por debajo de la velocidad de operación de referencia (2.0 metros por segundo) como sigue:

- de 2.0 a 1.6 metros por segundo;
  - de 2.0 a 2.4 metros por segundo.
- 5.12 En cada caso registre el tiempo que toma el flujo al aguilón (en todas las secciones) para llegar al 10 % de la tasa de flujo total esperada.
- 5.13 Haga la prueba por tres veces y tome el valor promedio.

Para cumplir, el tiempo entre los estados parejos no debería ser de mas de 10 segundos.

## **6. TR Procedimiento de prueba 6 – RETENCIÓN DE LÍQUIDO EN EL ASPERSOR**

- 6.1 Ubique el aspersor nominalmente “vacío” (es decir, después de procedimientos de drenaje rutinarios) en forma segura sobre una superficie firme nivelada, con el aguilón y todas las líneas de líquido en sus posiciones de trabajo normales.
- 6.2 Quite las boquillas y ponga tapones en todas las posiciones menos en la más alejada en el sentido de la corriente en cada sección del aguilón. Coloque tubos en estas posiciones abiertas para hacer posible que el líquido de rociado regrese al tanque del aspersor mientras esté funcionando.
- 6.3 Para tanques grandes añada 250 litros de agua más un tinte trazador, tal como se explica en TR Procedimiento de prueba 1, sección 1.5. En este caso no se requiere surfactante. Para tanques de menor

capacidad, solamente llénelos con la suficiente agua para llenar la mitad del tanque. Marque cuidadosamente el nivel del agua en el tanque.

- 6.4 Mezcle completamente el tinte trazador con el contenido total del aspersor, al hacerlo funcionar por 2 minutos con el suministro de líquido abierto a todas las secciones del aguilón. El líquido en el tanque debería circular libremente, a través de la bomba y de las líneas de suministro y luego regrese al tanque de aspersión. Esto asegurará una mezcla completa del contenido del tanque con el líquido en el circuito de rociado.
- 6.5 Tome una muestra de referencia del líquido del tanque.
- 6.6 Instale todas las posiciones con las boquillas de tamaño recomendado por el fabricante de aspersores para que den una descarga aproximada de:
- 2 litros por minuto por boquilla para aspersores de cultivos agrícolas;
  - 4 litros por minuto por boquilla para aspersores de huertos.

Son aceptables otros volúmenes de descarga específicos dentro de márgenes prácticos normales.

- 6.7 Funcione el aspersor con el mismo ajuste que se usó en 6.4 hasta que nominalmente esté vacío, es decir, hasta que se note que la primera presión caiga en un 25% en un segundo.

- 6.8 Apague el aspersor y llene el tanque de rociado hasta el nivel registrado en la sección 6.3.
- 6.9 Registre la cantidad exacta de agua añadida.
- 6.10 Vuelva a ubicar los tapones y los tubos de circulación, tal como se explica en el numeral 6.2, y funcione el aspersor por 2 minutos.
- 6.11 Tome muestras de líquido en el tanque y determine, usando fluorimetría o espectrofotometría, la cantidad de líquido que quedó en el aspersor y compare la lectura final de la muestra con la muestra de referencia que se tomó (ver sección 6.5).
- 6.12 Repita la prueba tres veces y use el promedio de las tres lecturas para determinar el cumplimiento.

Para cumplir, no debería haber mas del 2% del volumen del tanque o 30 litros del líquido que quede en el aspersor completo.

## **7. TR Procedimiento de prueba 7 – CALIDAD DE LA ASPERSIÓN**

### **Determinación de la calidad del rociado**

Para esta prueba la calidad del rociado de una boquilla(s) candidata se define en términos de tamaño de gota comparado con la distribución de tamaños de gotas de las series de boquillas de referencia que se definen en la Tabla 2.

**Tabla 2 Boquillas de referencia para definir categorías de calidad de rociado**

<i>Tipos de boquilla</i>	<i>Tasas de flujo (litros por minuto).</i>	<i>Presión (bar)</i>	<i>Límites de categoría</i>
110 abanico plano	0.48	4.5	muy fino y fino
110 abanico plano	1.20	3.0	fine y mediano
110 abanico plano	1.96	2.0	mediano y grueso
80 abanico plano	2.92	2.5	grueso y muy grueso

### **Para evaluar la boquilla candidata**

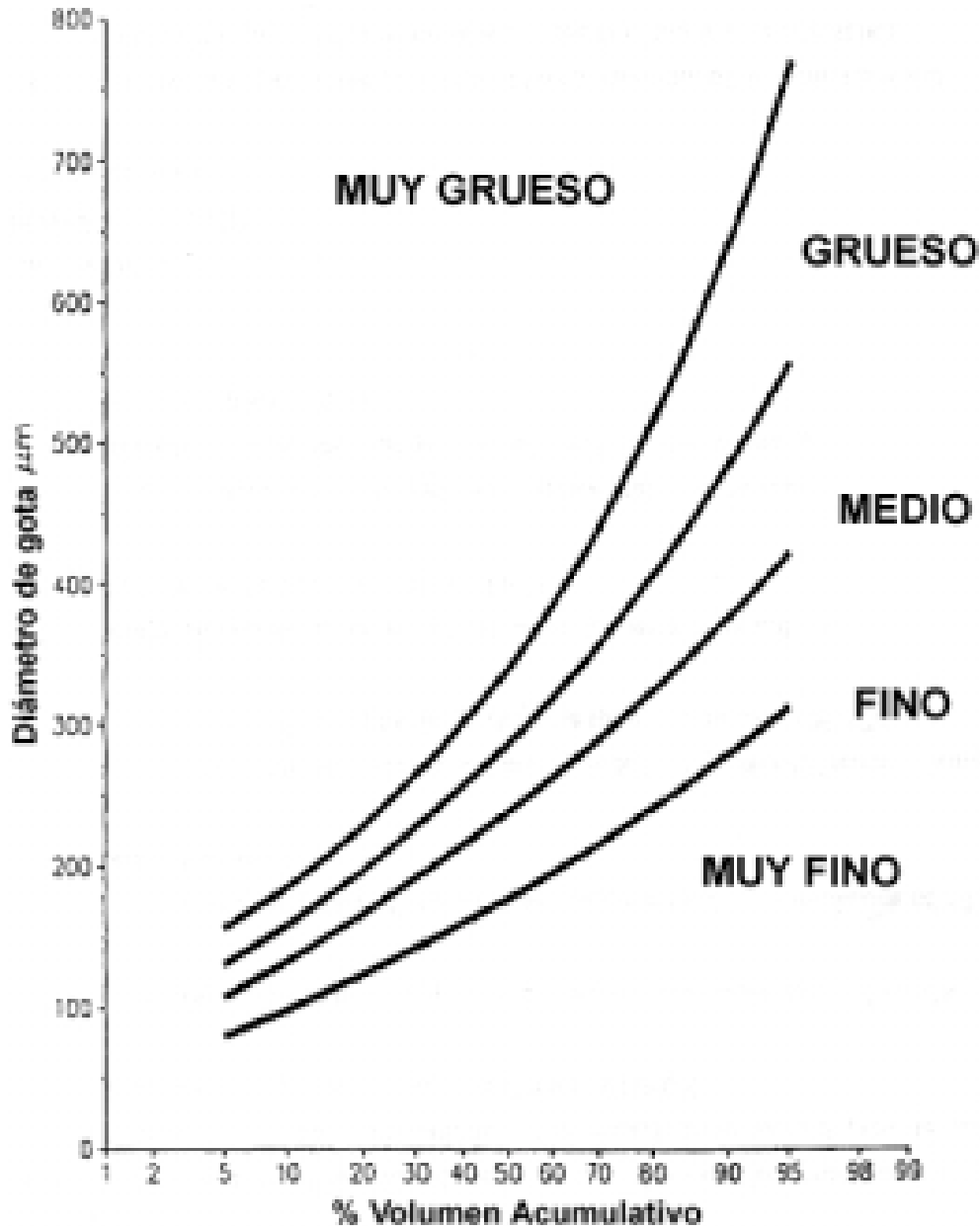
- 7.1 Seleccione al azar por lo menos tres ejemplos de boquillas candidatas para un tamaño de lote de 25 boquillas.
- 7.2 Evalúe la calidad de cada boquilla candidato empleando el mismo procedimiento que se usó para calibrar las boquillas de la referencia de la Tabla 2 como sigue (secciones 7.3 a 7.7).
- 7.3 Rocíe agua limpia a través de las boquillas a las presiones y tasas de flujo que se usan en la Tabla 2.
- 7.4 Determine la distribución del tamaño de gota para cada una de las tasas de flujo, tomando muestras de gotas en vuelo usando un instrumento apropiado de rayo láser.



- 7.5 Tome muestras del total de la nube de aspersión creada por la boquilla candidata a una distancia entre 350 y 500 mm de la boquilla.
- 7.6 Dibuje una gráfica con los resultados del volumen de rociado acumulativo (eje de las X) y los tamaños de gota medidos (eje de las Y) tal como se muestra en la figura 6.
- 7.7 Compare los diagramas obtenidos para la boquilla candidata, con los intervalos de distribución para las boquillas de referencia.

Para cumplir, el diagrama de distribución medio para las tres boquillas candidatas debería igualar a la categoría de calidad de rociado que se atribuye por el fabricante de aspersores. El cumplimiento se logra cuando la mayoría del volumen acumulado, a una tasa de flujo y de presión dados, debería caer en la categoría apropiada dentro del intervalo de 10 – 90%.

**Figura 6: UN EJEMPLO DE LA CALIDAD DE LA ASPERSIÓN DETERMINADA SOBRE LA BASE DE VOLUMEN ACUMULATIVO / GRÁFICAS DE TAMAÑO DE GOTA**



Nota: las expresiones de la gráfica 1 pueden traducirse así: **very coarse** = muy grueso; **coarse** = grueso; **medium** = mediano; **fine** = fino; **very fine** = muy fino; **cumulative** = acumulado; **volume** = volumen.

## **8. TR Procedimiento de prueba 8 – PATRÓN DE DISTRIBUCIÓN DEL VOLUMEN DE LA ASPERSIÓN**

Esta es una prueba estática para determinar la uniformidad de la distribución del rociado a través de un aguilón de múltiples boquillas. Ella no refleja la calidad biológica de una aplicación de rociado, ya que está influida por otros factores que incluyen la distribución del tamaño de gota, la velocidad hacia adelante del aspersor, la velocidad y la dirección del viento. No obstante, el cumplimiento de esta prueba, junto con el Procedimiento de prueba 7, refleja un paso racional hacia el logro de una aplicación de aspersión segura y eficiente a lo largo de la lanza.

- 8.1 Lleve a cabo la prueba usando agua mas surfactante no iónico al 0.1%.
- 8.2 Instale una sola boquilla candidata sobre un “banco de distribución” estándar con columnas seleccionadoras de 100 mm. La altura de la boquilla sobre la mesa de muestra debería cumplir con las recomendaciones del fabricante relativas a la altura de la boquilla sobre el objetivo.
- 8.3 Rocíe la selección del surfactante a través de la boquilla a una presión constante, la cual no debería desviarse en más de 2.5% en la boquilla durante toda la prueba.
- 8.4 Registre la distribución del líquido de rociado en el banco de distribución cuando la altura del líquido en la columna más llena llegue al 90%. Tome datos a 2,3 y 4 bares.

- 8.5 Por análisis de computadora, desde los niveles registrados en los tubos del banco de distribución para la sola boquilla candidata, calcule la distribución para una anchura de 3 metros de ancho (es decir, 30 columnas) excluyendo los extremos en donde no hay traslapado. Calcule el coeficiente de variación usando la siguiente fórmula:

$$\text{CoV} = \frac{S}{\bar{x}} \times 100$$

en donde

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

y  $x_i$  es la altura del líquido en el tubo y  $n$  es el número de columnas del banco distribuidor.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Para cumplir, los 30 valores derivados de las columnas del banco distribuidor deberían mostrar un coeficiente de variación de no más del 10% cuando se calculen para la región de traslapo del rociado.

## 9. TR Procedimiento de prueba 9 – COMPORTAMIENTO DE LA SUSPENSIÓN DE LA LANZA

- 9.1 Funcione el aspersor con un vehículo con la huella de la llanta ajustada a 2m (o al ajuste más cercano).

- 9.2 Seleccione un área de prueba que esté firme y nivelada para permitir que el aspersor sea conducido en línea recta en una distancia de 100m.
- 9.3 Ubique dos bloques rígidos de 0.2 m de ancho alternativamente en cada huella de la rueda, a una distancia de 25 m hacia abajo de la huella para que los bloques sobresalgan 100 mm sobre la superficie de la misma.
- 9.4 Conduzca el aspersor en el sentido de la longitud de la huella a una velocidad de 2.5 m / segundo con la altura de la lanza graduada a 0.5 m sobre el nivel del suelo.

Para cumplir, el aguilón no debería tener contacto con el suelo durante la prueba.

## APÉNDICE 1

### COMPOSICIÓN APROXIMADA DE LA SUSPENSIÓN ABRASIVA PARA USARLA EN EL PROCEDIMIENTO DE PRUEBA 5

Contenido de SiO <sub>2</sub>	87%
Contenido de CaO	0.5%
Contenido de Fe <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0.2%
Contenido de Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.6%
Contenido de NaCl	1.0%
Densidad Total	160 kg / m <sup>2</sup>
Gravedad específica	1.95
Tamaño promedio de partícula	0.022
Color	blanco
Índice de refracción	135-165 unidades de prueba
Gardner-Sward	
Área de superficie	140-160 m <sup>2</sup> /g
pH (suspensión en agua)	7.3
Pérdida a 105° C	5%
Pérdida a 1200° C	10%

La suspensión debería contener 20 gramos por litro de agua del polvo de sílice que se menciona atrás y la suspensión debería permanecer uniforme a lo largo de la prueba.

## APÉNDICE 2

### COMPOSICIÓN DE LA PRUEBA DEL POLVO QUE CONTIENE OXICLORURO DE COBRE

#### Composición

Cobre en forma de trihidrato oxiclорuro de cobre ( $3\text{CuO} \cdot \text{CuCl}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ )	45%
Lignosulfonato	5%
Carbonato de Calcio ( $\text{CaCO}_3$ )	8%
Sulfato decahidrato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )	11%

#### Tamaño de las partículas

- <20  $\mu\text{m}$ : 98% mínimo
- <10  $\mu\text{m}$ : 90% mínimo
- <5  $\mu\text{m}$ : 70% mínimo

#### Impurezas en el material técnicamente activo (35% max.)

- Agua: 2% máximo.
- Ceniza: 1.5% máximo. (además de cobre)

#### Solubilidad

Lentamente solubles en agua y solventes orgánicos

Solubles en ácidos minerales fuertes

Solubles en soluciones de amoníaco y aminas a través de la formación de complejos