SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

NORMA MEXICANA

NMX-O-179-SCFI-2009

TRACTORES, IMPLEMENTOS Y MAQUINARIA AGRÍCOLA - ASPERSORAS TIPO AGUILÓN - ESPECIFICACIONES DE CALIDAD Y MÉTODO DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-O-179-SCFI-2002).

AGRICULTURAL TRACTORS, IMPLEMENTS AND MACHINARY - BOOM SPRAYERS – QUALITY STANDARS AND TESTING METHOD

PREFACIO

En la elaboración de la presente norma mexicana participaron las siguientes empresas e instituciones:

- ASPERSIÓN S.A. DE C.V.
- SWISSMEX – RAPID S.A. DE C.V.
- ASPERSORAS TERRESTES S.A. DE C.V.
- CENTRO NACIONAL DE ESTANDARIZACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA
- INDUSTRIAS JOHN DEERE S.A. DE C.V.
- COORDINADORA NACIONAL DE FUNDACIONES PRODUCE A.C.
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
  Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN
  Dirección General de Vinculación y Desarrollo Tecnológico;
  Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- SECRETARÍA DE ECONOMÍA
  Dirección General de Normas

ÍNDICE DEL CONTENIDO

Número de Capitulo		Página
1	OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN	1
2	REFERENCIAS	1
3	DEFINICIONES	2
4	ESPECIFICACIONES DE CALIDAD	4
5	MUESTREO (SELECCIÓN DE LA ASPERSORA A PROBAR)	8
6	MÉTODO DE PRUEBA Y EVALUACIÓN	8
	APÉNDICE NORMATIVO A	28
7	VIGENCIA	43
8	BIBLIOGRAFÍA	43
9	CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES	44

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

NORMA MEXICANA

NMX-O-179-SCFI-2009

TRACTORES, IMPLEMENTOS Y MAQUINARIA AGRÍCOLA - ASPERSORAS TIPO AGUILÓN - ESPECIFICACIONES DE CALIDAD Y MÉTODO DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-O-179-SCFI-2002).

AGRICULTURAL TRACTORS, IMPLEMENTS AND MACHINARY - BOOM SPRAYERS – QUALITY STANDARDS AND TESTING METHOD

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma mexicana establece las especificaciones mínimas de calidad y el método de prueba para evaluar el funcionamiento, facilidad y seguridad de operación, y durabilidad de las aspersoras tipo aguilón de tracción mecánica, que se comercializan en la república mexicana.

2 REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de esta norma se debe consultar la siguiente norma oficial mexicana y normas mexicanas vigentes o las que las sustituyan:

NOM-004-ENE-1995 Eficiencia energética de bombas centrífugas para bombeo de agua para uso doméstico en potencias de 0,187 Kw a 0,746 Kw - Límites, Método de prueba y etiquetado, publicada en el Diario Oficial de la Federación 22 de diciembre de 1995.

La Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía aprobó la presente norma, cuya declaratoria de vigencia fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el:

NMX-O-153-1981 Maquinaria agrícola – Definiciones. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación 19 de febrero de 1981.

NMX-O-185-1983 Maquinaria agrícola – Tractor – Enganche de tres puntos. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación 8 de agosto de 1983.

3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma se debe consultar las definiciones establecidas en la norma mexicana NMX-O-153-1985 (véase 2 Referencias), además de las que se indican a continuación.

3.1 Aspersora tipo aguilón de tracción mecánica:

Es una máquina utilizada en la aplicación de productos químicos, diluidos para controlar malezas y plagas en los cultivos. Esta máquina consiste en un tanque y una bomba, que suministra el líquido a través de una válvula de control a una barra que tiene un cierto número de boquillas, las cuales pulverizan el líquido aplicándolo al cultivo.

3.2 Altura normal de la boquilla:

Es la altura de la boquilla sobre la superficie del objetivo recomendada por el fabricante, que depende del tipo y ángulo de aplicación.

3.3 Ajuste de la aspersora:

Comprende todos aquellos ajustes que para su preparación requiere se apriete de algún componente (tornillos, juntas, válvula, etc.), limpieza (boquillas tapadas) o fugas en conexiones fáciles de arreglar.

3.4 Fallas de la aspersora:

Son consideradas fallas, aquellas averías cuya reparación requieran el cambio de piezas o el desarme de la bomba o válvula de distribución, así como rotura, deformaciones y ajustes repetitivos de aquellos elementos que afecten el buen funcionamiento de la aspersora o pongan en riesgo la integridad del operador.

3.5 Líquido residual:

Líquido que queda dentro del tanque, cuando la bomba deja de succionar y las boquillas dejan de funcionar adecuadamente debido al bajo nivel de líquido en el tanque.

3.6 Rango de presión normal:

Es el rango de presiones (máxima y mínima) utilizado en la operación de la bomba de la aspersora, indicado por el fabricante.

3.7 Cámara supresora de pulsaciones:

Cámara de aire instalada en las aspersoras para regular y/o suprimir las pulsaciones de las bombas en operación.

3.8 Rango de velocidad de revolución normal:

Es el rango de revoluciones por minuto recomendadas para el uso óptimo de la bomba de agua de acuerdo al manual de especificaciones de la aspersora, indicada por el fabricante.

3.9 Rango de presión normal de la boquilla (P_b):

Es el rango de presión (máxima y mínima) de trabajo de la boquilla recomendado por el fabricante.

3.10 Volumen de líquido colectado por sección de recolección (q_i):

Es el volumen de líquido colectado por el recipiente recolector ubicado bajo las boquillas durante la prueba de distribución de la aspersión. Se considera el volumen colectado por los recipientes del banco ubicados bajo las boquillas, que son interceptados por una línea vertical de la punta de la boquilla y perpendicular al banco de prueba, del extremo derecho e izquierdo del aguilón y los recipientes ubicados entre estos.

3.11 Porcentaje del volumen recolectado (Q_m):

Es la relación de volumen de líquido colectado (q_i), entre el volumen promedio de líquido de las mismas secciones, durante la prueba de distribución de la aspersión.

3.12 Eficiencia de distribución (E_A):

Es la uniformidad de distribución del líquido pulverizado por las boquillas del aspersor en su conjunto.

4 ESPECIFICACIONES DE CALIDAD

A continuación se muestran las especificaciones mínimas de calidad con las que debe cumplir la aspersora.

4.1 Información otorgada por el fabricante

El fabricante debe entregar las especificaciones técnicas de la aspersora, manual de operación, mantenimiento, seguridad, diagramas de ensamble y listado de piezas y de refacciones de la máquina; la información entregada por el fabricante debe estar en español.

Con la finalidad de operar la aspersora adecuadamente durante las pruebas y de verificar la información otorgada por el fabricante, se realiza una bitácora o libro de campo que constará de los siguientes puntos (la información será obtenida de la información otorgada por el fabricante y/o por inspección de la aspersora):

a) Marca, tipo, modelo, nombre comercial y número de serie.
b) La descripción general de la aspersora, principalmente del sistema de aspersión, incluyendo dibujos y fotografías.
c) Descripción de los componentes principales de la aspersora (bomba, válvula de distribución, boquillas y mangueras), indicando la calibración y regulaciones de trabajo, mantenimiento y especificaciones técnicas.

4.2 Verificación de las especificaciones técnicas.

4.2.1 La capacidad del tanque, en litros, indicada por el fabricante no debe ser menor al 5 % de volumen útil obtenida como resultado de las pruebas.

4.2.2 La dosificación de las boquillas resultado de la prueba (dosificación de la aspersión) debe corresponder con la indicada por el fabricante en el manual del operador para el tipo de boquilla utilizada en la prueba, permitiendo una variación del ± 10 %. La medición de la dosificación de la dosis por boquilla debe realizarse con boquillas nuevas y con las regulaciones indicadas por el fabricante.

4.2.3 La cantidad de líquido residual no debe sobrepasar el 2 % de la cantidad total de agua en el tanque.

4.2.4 El fabricante debe indicar el rango de potencia requerido para el funcionamiento de la aspersora.

4.3 Prueba de la bomba

4.3.1 El caudal y presión de trabajo de la bomba debe corresponder al caudal y presión requerido por las boquillas y el agitador más un 20 % (como mínimo), recomendada para su uso en la aspersora.

4.4 Prueba de dosificación.

4.4.1 El coeficiente de variación de la dosificación no debe exceder al 5 % para cada presión de trabajo de la boquilla (véase 6.7.2).

4.5 Eficiencia de distribución.

4.5.1 El coeficiente de variación del líquido colectado en los recipientes no debe exceder el 10 %.

4.5.2 La eficiencia de distribución del líquido captado entre los recipientes recolectores debe ser mayor al 85 % (véase 3.11).

4.6 Funcionamiento del agitador (de acuerdo al método de prueba indicado en 6.8).

4.6.1 La cantidad de cal en el líquido residual y asentada en el fondo del tanque, al terminar la pulverización de las boquillas durante la prueba del agitador, no debe ser mayor al 15 % de la cantidad de cal vertida al tanque del aspersor al inicio de la prueba.

4.6.2 El coeficiente de variación de la concentración de cal en las muestras tomadas, a diferentes intervalos de tiempos durante la pulverización, no debe exceder al 10 %.

4.6.3 La desviación entre la concentración de cal en la mezcla preparada y la concentración de cal en las muestras colectadas no deberán ser mayores al 20 %.

4.7 Durabilidad.

4.7.1 La aspersora no debe presentar fallas durante el tiempo de prueba, en caso de ocurrir serán suspendidas.

4.7.2 La aspersora no debe presentar más de 5 ajustes durante las pruebas, en caso contrario serán suspendidas.

4.7.3 El aumento en la dosificación de las boquillas después de la prueba continua no debe ser mayor al 175 % del promedio inicial de la prueba de dosificación.

4.7.4 En la prueba de la eficiencia de distribución realizada después de la prueba continua debe presentar un coeficiente de variación no mayor al 25 %.

4.7.5 Debe observarse que las partes susceptibles a corrosión y/o oxidación deben presentar buenas condiciones antes y después de las pruebas, principalmente piezas de la bomba y estructura (marco, soporte y aguilones).

4.8 Seguridad de operación.

4.8.1 Las partes en movimiento deben contar con guardas o cubiertas de protección para el usuario.

4.8.2 La máquina en general debe estar exenta de puntos salientes, punzo cortantes y partes filosas que pongan en peligro la seguridad del operador.

4.8.3 El manual del operador debe contar con un apartado especial de seguridad al usuario, donde indique que hacer en caso de fallas que pongan en riesgo la integridad del operador (fugas de líquido, tapado de boquillas, rompimiento de mangueras, etc.), así como las indicaciones para prevenir y/o evitar accidentes.

4.8.4 Contar con una póliza de garantía que mencione aspectos de durabilidad y seguridad, indicando que cubre y que no cubre la garantía.

4.9 Estructura de la aspersora.

4.9.1 La altura de los tres puntos de enganche de la aspersora debe corresponder con la altura para el enganche de los tres puntos del tractor, para categorías I y/o II correspondiente al tipo de tractor indicado por el fabricante, clasificado de acuerdo a lo indicado en la norma mexicana NMX-0-185 (véase 2 Referencias).

4.9.2 Los controles de la aspersora deben estar cerca del puesto de trabajo (asiento del tractor), permitiendo al operador accionarlos sin tener que levantarse.

4.9.3 El tanque de la aspersora debe contar con indicador de nivel graduado (en litros) y ubicado en el lugar donde se pueda observar el nivel del líquido desde el puesto de trabajo del operador (asiento del tractor).

4.9.4 La aspersora debe contar con indicaciones adheridas y/o impresas sobre el tanque acerca de las regulaciones de trabajo, forma de calibrarlo y señales o indicaciones de seguridad en aquellos puntos que representen un peligro. La información contenida debe ser en español, y al finalizar las pruebas las señales deben presentar buenas condiciones (calcomanías bien pegadas, letras y/o dibujos legibles).

4.9.5 En la aspersora, los puntos de lubricación deben identificarse fácilmente y estar en lugares de fácil acceso.

5 MUESTREO (SELECCIÓN DE LA ASPERSORA A PROBAR)

Para efectuar la verificación de las especificaciones del producto objeto de esta norma, la máquina a probar será entregada por el fabricante al laboratorio de pruebas, en las mismas condiciones en que son entregadas para su venta. El laboratorio de prueba u organismo de certificación podrá realizar inspecciones en planta o distribuidores que comercialicen las máquinas del modelo probado, para garantizar que las características del equipo sean uniformes.

6 MÉTODO DE PRUEBA Y EVALUACIÓN

6.1 Requerimientos de prueba.

6.1.1 Aspersora.

La aspersora debe ser entregada en las condiciones óptimas de trabajo, por el fabricante, y se realizará una preprueba por los inspectores y técnicos del fabricante para asegurar la calibración adecuada de la máquina. La aspersora deberá contar con boquillas tipo abanico plano y la información que acompaña a la aspersora como se indica en 4.1.

Durante las pruebas la aspersora y las boquillas deberán ser siempre las mismas. Las boquillas no deberán cambiarse de posición, cuando sea necesario quitar las boquillas, para liberar la manguera porta boquillas del aguilón, deberán volverse a colocar en su posición original, antes de continuar con las pruebas.

6.1.2 Tractor.

El tractor utilizado en las pruebas de la aspersora deberá ser siempre el mismo hasta el término de éstas y deberá estar en condiciones óptimas para el trabajo como lo recomienda el fabricante de éste.

6.1.3 Características del fluido de prueba.

Se utiliza agua que cumpla con las siguientes propiedades:

Temperatura máxima y mínima:	15 °C – 25 °C.
Viscosidad cinemática máxima:	1,75 x 10^{-6} m^2/s
Densidad Máxima:	1 030 kg/m^3
Contenido máximo de sólidos libres:	2,5 kg/m^3
Contenido máximo de sólidos disueltos:	30 kg/m^3

En correspondencia con la norma NOM-004-ENER (véase 2 Referencias).

6.1.3.1 Para la prueba de aspersoras se utiliza agua a temperaturas de 15 °C a 25 °C.

6.1.4 Características de la mezcla de prueba.

Se utiliza agua con cal mezclada en una proporción de 20 g de cal por litro de agua, permitiendo una variación del -5 %, se usa cal agrícola micronizada; el agua a utilizar debe cumplir con las condiciones señaladas en 6.1.3.

6.2 Banco de prueba

6.2.1 Banco de prueba para la bomba de la aspersora.

Debe construirse un banco de prueba donde permita fijar y accionar el eje de la bomba. La fuente de potencia debe permitir variar la velocidad de revolución e indicar lecturas de torque y r.p.m. al eje de la bomba, así como un tanque para carga y descarga de agua, la capacidad mínima de la fuente de potencia debe ser de 10 KW, se sugiere utilizar para esta prueba el banco que se presenta en 7.1.

6.2.2 Banco de prueba de dosificación.

Este banco debe permitir la medición del volumen de agua dosificada en un minuto por cada una de las boquillas cuando su funcionamiento se ha estabilizado. El banco de prueba puede ser como el que se describe en 7.2.

6.2.3 Banco de distribución de la aspersión.

Este banco cuenta con recipientes de sección rectangular, de 100 cm de largo x 10 cm de ancho y profundidad variable, que son colocados a todo lo ancho del aguilón captando el líquido pulverizado por la aspersora, permitiendo caracterizar la eficiencia de distribución. El banco debe estar en un piso nivelado y la aspersora deberá estar enganchada al tractor o a un banco que permita mantenerla a nivel, el grado de pendiente permisible es de 1 %. Este banco se muestra en A.3.

6.2.4 Banco de prueba de agitación.

Este banco debe permitir enviar el líquido pulverizado a un sólo lugar de descarga, permitiendo captar el líquido en recipientes pequeños (3 l), así como también debe permitir observar la descarga de cada boquilla. El banco a utilizar puede ser como el que se muestra en A.4.

6.2.5 Banco de la prueba continua.

Este banco debe permitir el retorno del líquido pulverizado por las boquillas al tanque de la aspersora, así como la observación del funcionamiento de cada boquilla. El banco a utilizar es como el que se muestra en A.5.

6.3 Instrumentos de medición.

Para realizar las pruebas deberá contarse con los instrumentos de medición previamente calibrados o con calibración vigente, para medir: longitud, masa (peso), temperatura, presión, tiempo, ángulos, velocidad de revolución, flujo y torque; y con los materiales necesarios.

6.4 Inspección técnica de la estructura.

Este estudio se divide en dos partes: La primera consiste en hacer una revisión de la información que acompaña a la aspersora y la segunda consiste en una verificación técnica.

6.4.1 Revisión de la información que acompaña a la máquina.

En los siguientes puntos se describe la información mínima que debe contener él o los manuales que acompañan a la aspersora, así como los puntos que deben registrarse:

a) Especificaciones técnicas (puntos a registrar)

Especificaciones generales de la aspersora: fabricante, dirección del fabricante, país de origen, tipo y categoría de enganche, modelo, número de serie, nombre comercial, masa de la máquina, dimensiones generales, potencia del tractor requerida para el trabajo.

De la bomba y válvula reguladora se registra: fabricante, tipo, modelo, potencia requerida (solo bomba), rango de presión de trabajo (máximo y mínimo) y presión en la cámara supresora de pulsaciones.
La válvula reguladora de presión debe permitir calibrar las presiones de trabajo de las boquillas, que de acuerdo al fabricante pueden ser utilizadas en la aspersora.

La escala de presión del manómetro debe corresponder a las presiones de trabajo de las boquillas utilizadas en la aspersora y válvula reguladora de presión.

Del tanque se registra capacidad y material de construcción.

Para los tipos de boquillas utilizadas en la aspersora se debe registrar: fabricante, tipo, rango de presión de trabajo, distancia entre boquillas, cuadro de presión de trabajo con el gasto obtenido y dosis de aplicación a diferentes velocidades (mínimo 5 presiones de prueba y 5 velocidades).

b) Información de operación.

Calibración del equipo en campo, recomendaciones de uso, principales problemas que puedan presentarse y su corrección.

c) Diagrama de ensamble y especificaciones técnicas de piezas.

En cuadros indicar las especificaciones técnicas de las piezas e indicar su posición en los diagramas de ensamble.

d) Información del mantenimiento.

Indicar el mantenimiento diario o después de cada uso, así como la lubricación de la aspersora (indicando la ubicación de los puntos a lubricar y periodo de lubricación).

Indicar piezas de refacción (piezas de repuesto), y la forma de identificar cuando requiere ser reemplazada.

e) Información de la seguridad.

Indicar las medidas de seguridad necesarias para prevenir o evitar accidentes.

f) Diagnóstico de fallas y soluciones.

Incluir una guía de los problemas más comunes sus causas y soluciones.

6.4.2 Verificación técnica de la estructura.

En la segunda fase de la prueba, se medirán y reportarán los siguientes puntos:

a) Dimensiones generales de la aspersora (altura, ancho, longitud), se registra la masa de la aspersora con tanque vacío y tanque lleno; rango de regulación de altura de las boquillas; se mide la cantidad de líquido residual y tiempo de vaciado del tanque (utilizar las condiciones de operación indicadas en 6.8.2, utilizando el fluido de prueba indicado en 6.1.3), con las boquillas a utilizar durante las pruebas.

Las mediciones de alturas, longitud y ancho deben realizarse en un piso nivelado, permitiendo un desnivel máximo del 1%.

b) Verificar el diagrama hidráulico de la aspersora, indicar regulaciones de trabajo de cada componente (bomba, válvula de distribución y boquillas), así como indicar los filtros y puntos de lubricación del equipo.

c) Verificar la protección anticorrosiva y antioxidante de las partes susceptibles a estos fenómenos en la aspersora.

d) Revisión de seguridad de la estructura (registrar): protección de las partes en movimiento con guardas o cubiertas, partes filosas, puntos salientes y/o punzo cortantes.

e) Inspección de la señalización en la máquina (registrar): contenido, claridad de la información, ubicación.

6.5 Prueba de funcionamiento de la bomba.

El objetivo de esta prueba es conocer el funcionamiento de la bomba en condiciones de trabajo normal recomendadas en la aspersora por el fabricante. En 7.1 se muestra el banco que puede ser utilizado para realizar esta prueba.

6.5.1 Materiales sujetos de prueba.

Se usa agua de acuerdo a lo especificado en 6.1.3.

6.5.2 Condiciones de operación de la bomba.

Utilizar la velocidad de revolución normal del eje de la bomba recomendado por el fabricante para el trabajo de la aspersora (generalmente 540 r.p.m.). Para la velocidad de evolución el eje de la bomba, deben utilizarse 10 presiones de prueba a intervalos regulares, comenzado con la presión mínima y finalizando con la máxima, dentro del rango de presión normal de trabajo de la bomba en la aspersora; en cada presión se realizaran 3 repeticiones.

6.5.3 Puntos de Medición y/o observación.

Los puntos sujetos a medición y/o cálculo por cada presión de prueba son:

- Temperatura del agua al inicio y final de la prueba, °C;
- Temperatura ambiente al inicio y final de la prueba, °C;
- Velocidad de revolución de la bomba (r.p.m.);
- Presión de la bomba (MPa);
- Caudal de agua de la bomba (l/min);

- Torque en el eje de accionamiento de la bomba (J);
- Potencia requerida por la bomba (kW);
- Potencia hidráulica (kW);
- Eficiencia de la bomba (%).
- También se debe hacer observaciones de fugas de agua y/o aceite en la bomba u otras anormalidades.

6.5.4 Fórmulas de cálculo

6.5.4.1 Potencia requerida de la bomba (B), kW.

$$B = \frac{T\omega}{1000} \qquad \text{y} \qquad \omega = \frac{2\pi n}{60}$$

Donde:

T es el torque, N•m;
ω es la velocidad angular, [rad/s];
n son las revoluciones por minuto de la bomba r.p.m.

6.5.4.2 Potencia hidráulica (B_w), kW:

$$B_W = \frac{PQ}{1000}$$

Donde:

P es la presión de la bomba, Pa
Q es el gasto o caudal, m^3/s

6.5.4.3 Eficiencia de la bomba (*n*), adimensional.

$$\eta = \left(\frac{B_W}{B} \right) 100$$

Donde:

B_W es la potencia hidráulica, kW.
B es la potencia requerida por la bomba, kW.

6.6 Prueba de dosificación de boquilla.

El objetivo es conocer la dosificación de las boquillas a diferentes presiones de trabajo y la uniformidad de dosificación. La prueba puede ser realizada en un banco como el presentado en A.2.

6.6.1 Material sujeto a prueba.

Se usa agua de acuerdo a las especificaciones indicadas en 6.1.3.

6.6.2 Condición de operación.

La operación de la bomba se realiza a la velocidad de revolución normal de trabajo recomendada por el fabricante; la distancia entre boquillas y ángulo del abanico con respecto al aguilón, deben ser recomendado por el fabricante o en caso de que el ángulo no se indique se utiliza 10°; también debe observarse que no existan fugas u otras anormalidades durante la prueba, como pueden presentarse en: boquillas, mangueras, bomba, etc.

La prueba de dosificación se realiza a 5 presiones diferentes (mínima, 25 %, 50 %, 75 % y máxima, dentro del rango de presión normal de trabajo de la boquilla) con tres repeticiones cada una. El tiempo de recolección de líquido será de 60 s. La presión se mide en la boquilla de entrada del líquido proveniente de la bomba a la manguera del aguilón, de la sección central para la aspersora de tres secciones (tres mangueras porta boquillas) para el caso de dos secciones se utiliza la más cercana a la bomba.

6.6.3 Puntos de medición y/o observación.

Para cada una de las presiones de prueba se miden y/o calcula cada uno de los siguientes puntos:

- Temperatura del agua al inicio y final de la prueba, °C
- Temperatura ambiente al inicio y final de la prueba, °C
- Presión de la bomba (Pa)
- Presión de la boquilla de entrada y última boquilla de la manguera del aguilón**, Pa
- Volumen promedio de dosificación de la boquilla (l/min)
- Dosis de aplicación (l/ha) utilizando las velocidades de avance de 4 km/h, 7 km/h, 10 km/h y 12 km/h
- Rendimiento teórico de la aspersora (ha/h), para las siguientes velocidades: 4 km/h, 7 km/h, 10 km/h y 12 km/h
- Desviación estándar
- Coeficiente de variación (CV).

También se debe hacer observaciones de fugas de agua y/o aceite en la bomba u otras anormalidades.

(**) La presión de salida de las boquillas se mide en la primera boquilla de cada uno de los alimentadores.

6.6.4 Fórmulas de cálculo.

6.6.4.1 Ancho de trabajo teórico de la aspersora (A), m.

$$A = N_b \, d_b$$

Donde:

N_b es el número de boquillas, y
d_b es la distancia entre boquillas, m.

6.6.4.2 Rendimiento teórico de la máquina (R), ha/h

$$\boldsymbol{R} = \frac{vA}{10}$$

Donde:

A es el ancho de trabajo teórico de la aspersora, m, y
V es la velocidad de avance de la aspersora, km/h.

6.6.4.3 Dosis de aplicación (Q), l/ha

$$Q = \frac{600\ \bar{q}_{ib}}{v\ d_b}$$

Donde:

$\bar{q}_{ib}$ es el volumen promedio de Dosificación de la boquilla, l/min
v es la velocidad de avance del tractor, km/h
d_b es la distancia entre boquillas, m

6.6.4.4 Coeficiente de variación, %

$$CV = \left(\frac{DS}{\bar{q}_{ib}} \right) 100$$

Donde:

DS es la desviación estándar
$\bar{q}_{ib}$ es el volumen promedio de dosificación de la boquilla, l/min

6.7 Eficiencia de distribución.

La prueba tiene como objetivo conocer la eficiencia de distribución del líquido pulverizado por las boquillas. La prueba puede ser realizada en un banco como el presentado en A.3.

6.7.1 Material sujeto a prueba.

Se usa agua de acuerdo a las especificaciones indicadas en 6.1.3.

6.7.2 Condiciones de operación.

La operación de la bomba se realiza a la velocidad de revolución normal de trabajo recomendada por el fabricante.

La distancia entre boquillas, altura de la boquilla y presión de prueba deberá ser como lo indica el fabricante, para el tipo de boquilla utilizada.

Durante la prueba debe asegurarse que las boquillas estén funcionando correctamente y no existan fallas o anormalidades, así como verificar que el líquido caiga dentro de las secciones de recolección durante la toma de muestras. El tiempo de recolección de líquido pulverizado es de 60 s. La prueba consta de tres repeticiones.

Esta prueba debe realizarse en un lugar donde la velocidad del viento no sea mayor a los 5 km/h y el piso no presente un desnivel mayor al 1 %.

6.7.3 Puntos de medición y/u observación.

Durante la prueba deben medirse y/o calcularse los siguientes puntos:

- Temperatura del agua al inicio y final de la prueba, °C
- Temperatura ambiente al inicio y final de la prueba, °C
- Volumen de líquido colectado por el recipiente, l/min
- Presión de la bomba, Pa
- Velocidad de revolución de la bomba, r.p.m.
- Presión de la boquilla de entrada y última boquilla de la manguera del aguilón, (Pa), véase (**) 6.6.3
- Coeficiente de variación, %

- Eficiencia de distribución, %, y
- Ancho uniforme de distribución, m.

También se registran las fallas ocurridas durante la prueba y la ubicación de cada boquilla sobre el número de la sección de recolección del banco (debe mantenerse esta posición para las tres repeticiones).

6.7.4 Cálculos.

6.7.4.1 Volumen promedio de líquido colectado por los recipientes (q_{ipm}), l/min.

$$q_{ipm} = \frac{\sum_{i=1}^{n} q_i}{n}$$

Donde:

q_i es el volumen de líquido colectado por el recipiente, l,
n es el número de recipientes de recolección.

6.7.4.2 Por ciento del volumen promedio colectado por el recipiente (Q_{im}),%

$$Q_{im} = \left(\frac{q_i}{q_{ipm}} \right) 100$$

Donde:

q_i es el volumen de líquido colectado por el recipiente, l, y
q_{ipm} es el volumen promedio de líquido colectado por los recipientes/ min.

6.7.4.3 Eficiencia de distribución (E_A), %

$$E_A = \left(N_{80\%<Qim<120\%}\right)(100)/n$$

Donde:

$N_{80\%<Q_{im}>120\%}$: Número de recipientes que cuentan con más del 80 % del volumen promedio de líquido colectado y con menos del 120 %, (80 %< Q_{im}<120 %), y

n Número de recipientes de recolección.

6.7.4.4 Ancho uniforme de distribución (A_{EA}), m.

$$A_{EA} = \frac{E_A \, d_b \, N_b}{100}$$

Donde:

E_A es la eficiencia de distribución, %

d_b es la distancia entre boquillas,

N_b es el número de boquillas.

Para calcular el coeficiente de variación y la eficiencia de distribución, se consideran las secciones de recolección ubicadas bajo las boquillas extremo de la aspersora y todas las secciones limitadas entre éstas (las secciones de recolección ubicadas bajo las boquillas extremo son identificadas, por medio de una línea vertical que parte de la boquilla y es perpendicular a la superficie del banco) (véase A.3, Apéndice normativo A y Figura A.4).

6.8 Funcionamiento del agitador.

Esta prueba tiene como fin conocer la eficiencia del agitador, para realizar las mezclas y mantener una mezcla uniforme del líquido pulverizado desde que el tanque está lleno hasta vaciarlo. Para esta prueba puede utilizarse un banco como el que se muestra en A.4.

6.8.1 Material sujeto a prueba.

Se utiliza la mezcla de prueba indicada en 6.1.4.

6.8.2 Condiciones de operación.

La operación de la bomba debe ser a la velocidad de revolución normal de trabajo recomendada por el fabricante y la presión de la boquilla a la presión recomendada para el trabajo (medida en la boquilla de entrada de la manguera porta boquillas). El tanque debe llenarse con la mezcla de prueba hasta su nivel máximo. Antes de vaciar la mezcla al tanque debe asegurarse que las boquillas, conexiones, mangueras, etc., estén funcionando correctamente y no haya presencia de fugas.

La mezcla de prueba debe ser preparada en botes con 100 l de agua y como máximo 10 kg de cal, agitando la mezcla hasta que la cal este bien disuelta en el líquido, posteriormente la mezcla se deja reposar durante 60 s y comienza a vaciarse al tanque de la aspersora. Para tomar la mezcla del bote, este debe inclinarse con cuidado evitando que la cal asentada en el fondo no sea vertida en el tanque de la aspersora. Para obtener la concentración de 20 g de cal por litro de agua en el tanque de la aspersora, se agrega la cal necesaria dependiendo de la capacidad del tanque.

Previo a iniciar la prueba del agitador debe conocerse el tiempo de duración de dicha prueba y el tiempo en el cual deberá tomarse cada muestra después de iniciarse la prueba. Para conocer este tiempo debe realizarse una preprueba utilizando el fluido, como se indica en 6.1.3, operando el aspersor en las mismas condiciones indicadas para la prueba del agitador.

Antes de llenar el tanque con la mezcla de prueba, se hace funcionar el agitador a una presión de 10 bares durante el tiempo que dure el vaciado de la mezcla, siendo como mínimo 3 min, manteniendo la válvula de distribución cerrada, esto con la finalidad de evitar que se asiente la cal en el tanque. Antes de iniciar la pulverización se debe ajustar la presión a 4 bares.

En esta prueba se toman cinco muestras de aproximadamente 1 litro cada una a diferentes intervalos de tiempo. La primera a los treinta segundos de iniciada la prueba y las siguientes cuatro a intervalos regulares. Para tomar la última muestra se debe considerar que ésta se debe colectar 60 s antes de finalizar la prueba. La prueba finaliza cuando las boquillas dejan de funcionar de forma

normal, debido a la baja cantidad de líquido en el tanque. El agua residual y la cal adherida a las paredes del tanque son colectadas en un recipiente.

En cada una de las muestras se hacen cinco repeticiones, lo cual dá un total de 25 muestras, éstas se filtran y se secan a una temperatura de 100 °C - 105 °C mínimo durante 8 h o hasta que el peso sea constante. Posteriormente son pesadas, registrando el peso de la cal para cada una de las muestras.

La cal adherida en las paredes del tanque de la aspersora y del líquido residual es filtrada, secada y pesada de la misma forma que las muestras para su registro como cal no vertida y cal residual.

6.8.3 Puntos de medición, cálculo y/o observación.

Los puntos a registrar durante la prueba de acuerdo con A.7.5, son los siguientes:

- Cantidad de cal vertida al tanque del aspersor, kg
- Concentración de cal en la mezcla preparada, g/l
- Tiempo transcurrido al tomar la muestra, min;
- Concentración de cal en cada muestra (promedio de las submuestras), g/ml
- Desviación estándar
- Coeficiente de variación de la concentración en las muestras colectadas
- Desviación entre la concentración de cal en la mezcla preparada y la concentración de cal en las muestras colectadas, %
- Cantidad de cal residual (cal del líquido residual y en las paredes de la aspersora), kg.

6.8.4 Fórmulas de cálculo.

6.8.4.1 Concentración de cal en la mezcla preparada (C_{MP}), g/l

$$C_{MP} = \frac{C_{CV}}{A_{TLL}}$$

Donde:

C_{CV} es la cantidad de cal vertida al tanque al inicio de la prueba, g;
A_{TLL} es la cantidad de líquido con tanque lleno, l.

6.8.4.2 Concentración de cal en la muestra colectada (C_{MC}), g/l

$$C_{MC} = \left(\frac{C_{cal}}{V} \right) * 1000$$

Donde:

C_{cal} es la cantidad de cal en cada muestra (promedio de la cantidad de cal de las 5 repeticiones tomadas en la muestra), g
V es el volumen en cada muestra (promedio de las 5 repeticiones), l

6.8.4.3 Desviación entre la concentración de cal en la mezcla preparada y la concentración de cal en las muestras colectadas, D_{EC} (%)

$$D_{EC} = \left[1 - \left(\frac{C_{MC}}{C_{MP}} \right) \right] 100$$

Donde:

C_{MC} es la concentración de cal en la muestra colectada, g/l
C_{MP} es la concentración de cal en la mezcla preparada, g/l.

6.9 Prueba de operación continua.

Esta prueba tiene como fin observar fallas y/o anomalías en el funcionamiento de la aspersora durante un período prolongado de operación, 30 h. Para esta prueba la máquina debe ser enganchada al tractor y debe utilizarse un banco de prueba que permita ubicar las mangueras porta boquillas por arriba del tanque para retornar el líquido pulverizado. Además, debe permitir observar el funcionamiento de las boquillas, este banco puede ser como el que se muestra en A.5.

6.9.1 Material sujeto a prueba.

Se usa la mezcla de prueba especificada en 6.1.4. Se realiza una sola preparación de la mezcla cuando la prueba se efectúa durante las 30 h continuas; si se lleva a cabo en subpruebas, cada que se hace una se debe de prepara nuevamente la mezcla, en ambos casos la preparación de la mezcla se realiza de igual forma que en la prueba del agitador.

6.9.2 Condiciones de operación.

La bomba es operada a la velocidad de revolución normal de trabajo recomendada por el fabricante y a la presión recomendada para el trabajo de la boquilla.

El tanque de la aspersora es llenado con la mezcla de prueba hasta el nivel máximo indicado por el fabricante. Llenar el tanque de combustible del tractor. La prueba debe tener una duración de 30 h o realizarse en subpruebas con una duración mínima de 5 h por día.

6.9.3 Puntos de medición y/o registro.

Después de iniciada la prueba a intervalos de una hora, se miden los siguientes puntos:

- Temperatura ambiente y del líquido en el depósito, °C;
- Temperatura superficial de las partes en movimiento (ejes, bomba, acoplamientos, otros a consideración del inspector);
- Velocidad de revolución del eje de la bomba, r.pm.

Al finalizar la prueba o subpruebas se mide el consumo de combustible y se reporta el consumo horario promedio de combustible (l/h).

Durante la prueba deben hacerse observaciones de los siguientes puntos:

Condiciones de rociado y/o pulverización, fugas de agua, aceite, ruidos, requerimientos de lubricación y/o ocurrencia de otros fallos, de acuerdo a 4.7.1 y 4.7.2.

6.10 Repetición de la prueba de funcionamiento de la bomba, dosificación de las boquillas y eficiencia de aspersión.

Esta prueba tiene como objetivo conocer la variación en el funcionamiento de la bomba y el desgaste de las boquillas debido al trabajo durante la prueba de operación continua (reflejado en el aumento de la dosificación de las boquillas y el cambio en la distribución del líquido pulverizado).

Estas pruebas se realizan de igual forma como se indican en 6.5, 6.6 y 6.7.

En la prueba de dosificación de las boquillas, además de los puntos calculados (véase 6.6.4) debe determinarse el desgaste de la boquilla como se indica en 6.10.1.

6.10.1 Cálculo del desgaste de la boquilla, D_b (%):

$$D_b = \left(\frac{\overline{\sum q_{ib}}}{\overline{\sum q_f}} \right) 100$$

Donde:

$\overline{\sum q_{ib}}$ es la suma de las dosis promedio de las boquillas por cada presión de prueba, en la prueba de dosificación inicial.

$\overline{\sum q_f}$ es la suma de las dosis promedio de las boquillas por cada presión de prueba, en la prueba de dosificación final.

6.11 Facilidad y seguridad de operación.

En este estudio se pretende evaluar el nivel de facilidad y seguridad de operación del equipo sujeto a prueba, bajo condiciones normales de trabajo.

6.11.1 Condiciones de operación.

La aspersora es operada en condiciones normales de trabajo en campo, por más de dos inspectores; quienes deberán confirmar los siguientes puntos:

6.11.2 Puntos a confirmar de la facilidad de operación.

a) Facilidad de enganche y desenganche
b) Facilidad de acople y desacople a la toma de fuerza (TDF) del tractor
c) Facilidad de ajuste de la máquina (presión, dosis de aplicación, altura de aguilón, distancia entre boquillas y ajuste del ángulo de la boquilla).
d) Facilidad de alimentación y mezclado de los productos;
e) Dispositivos para la limpieza de los órganos de trabajo;
f) Facilidad para realizar el mantenimiento;
g) Esfuerzo para el accionamiento de los controles;
h) Observaciones derivadas de la operación.

6.11.3 Puntos a confirmar de la seguridad de operación.

a) Seguridad en el enganche y desenganche;
b) Seguridad en el acople y desacople a la toma de fuerza (TDF) del tractor;
c) Observación de la firmeza de las señales de seguridad al finalizar las pruebas
d) Hermeticidad de las uniones y fugas desde el tanque, tuberías o válvulas;
e) Seguridad para realizar el mantenimiento de la aspersora;
f) Seguridad al realizar las regulaciones en la máquina.

6.12 Prueba de desplazamiento en carretera con obstáculos.

En esta prueba se pretende evaluar la estabilidad y resistencia de cada parte de la aspersora al desplazarse en terracería o carreteras en malas condiciones.

6.12.1 Condiciones de operación.

El tanque de la aspersora es llenado hasta el nivel máximo recomendado por el fabricante, utilizar agua como se muestra en 6.1.3). La pista de prueba debe ser una carretera de concreto o terracería compactada y uniforme. Las dimensiones de la pista se muestran en el inciso 7.6, así como las dimensiones del obstáculo.

La velocidad de desplazamiento del conjunto aspersora–tractor debe ser lo más próxima a 7 km/h, permitiendo una variación de ± 5 %, en la cual se deberán realizar 3 recorridos, al término de cada recorrido debe hacerse una inspección de la estructura de la aspersora.

6.12.2 Puntos de medición y/o observación.

- Velocidad de desplazamiento, km/h;
- Observación de problemas o fallas ocurridas en el tanque de la aspersora;
- Deformación, rotura o desajustes en las partes mecánicas de la aspersora.

6.13 Estudio de confiabilidad y durabilidad.

En esta prueba se evalúa la confiabilidad y durabilidad de la máquina mediante el registro de fallas o anormalidades que pueden ocurrir durante las pruebas y/o por la inspección de las condiciones finales de la aspersora al término de las pruebas. Para este estudio es necesario desarmar aquellos componentes que cuenten con piezas cubiertas por una carcasa o guarda, como es el caso de la bomba.

6.13.1 Puntos de observación y/o registro durante las pruebas.

a) Número y tipo de ajustes;
b) Tiempo entre ajustes, h;
c) Tipo y prueba donde se realizó el mantenimiento;
d) Deformaciones y roturas de la estructura;
e) Observaciones derivadas de las pruebas.

6.13.2 Puntos a observar durante la inspección de la aspersora al desarmar sus componentes.

a) Observación del tipo de material utilizado en piezas susceptibles a desgaste, oxidación y/o corrosión;
b) Desgaste y/o deformación de piezas;
c) Fugas de agua y/o aceite;
d) Corrosión anormal de las piezas;
e) Condición de recubrimiento contra oxidación y corrosión;
f) Observaciones durante el desarme de las componentes de la aspersora.

PÉNDICE NORMATIVO A

A.1 Banco de prueba para la bomba de la aspersora

FIGURA A.1.- En esta foto se muestra el banco de prueba para la bomba de la aspersora

El banco de prueba cuenta con un dinamómetro para medir el torque y variar las revoluciones por minuto en el eje de la bomba.

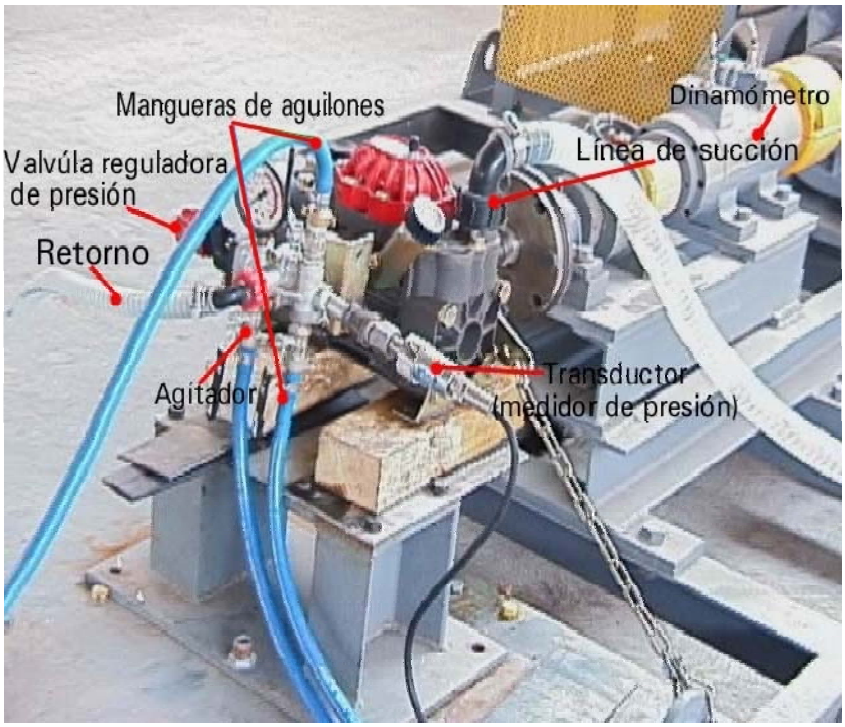


FIGURA A.2.-Forma de instalar la bomba en el banco de prueba

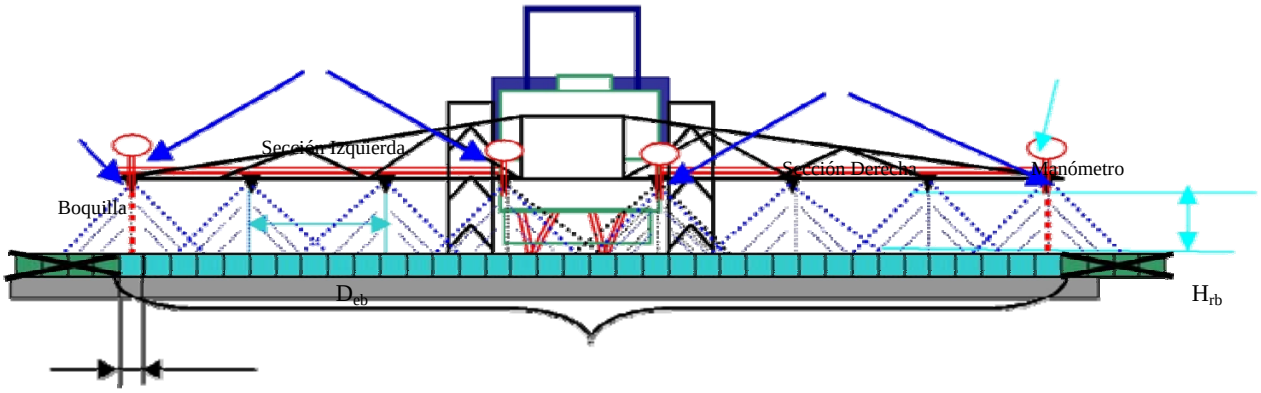
En la figura A.2 se muestra la forma de instalar la bomba y algunos instrumentos de medición.

A.2 Banco de prueba de dosificación de las boquillas

FIGURA A.3.- Banco para la prueba de dosificación por boquilla.

En la figura A.3 se muestra la forma del banco para medir la dosificación de las boquillas. Este banco cuenta con mangueras flexibles y rígidas (conectadas a las boquillas), que permiten cambiar la caída de líquido de un recipiente a otro, logrando colectar líquido en un recipiente por un tiempo determinado (para este caso 60 s). La bomba permanece instalada como se muestra en A.1, y en las boquillas primera y última de la sección derecha se instalan los manómetros como se muestra en la imagen.

A.3. Banco de prueba de la eficiencia de distribución



10 cm Recipientes recolectores utilizados en el análisis de la eficiencia de distribución

H_{rb}: Altura de la boquilla recomendada.

D_{eb}: Distancia entre boquillas recomendada

FIGURA A.4.-Forma de instalación de la aspersora en la prueba de eficiencia de distribución.

La figura A.4 muestra la forma de instalar la aspersora, en la prueba de eficiencia de distribución. Muestra también los recipientes recolectores utilizados para el análisis y obtención de resultados.

FIGURA A.5.- Foto que muestra el banco de prueba para determinar la eficiencia de distribución.

En la figura A.5 se muestra parte del banco de medición de la eficiencia de distribución que cuenta con los pequeños recipientes para colectar el agua pulverizada por las boquillas. El agua colectada posteriormente es pesada en una báscula electrónica.

El banco cuenta con llantas y rieles que permiten desplazar el banco hacia delante o hacia atrás, permitiendo iniciar la recolección del líquido pulverizado cuando las boquillas han estabilizado su funcionamiento, quitar el banco cuando se han cumplido los 60 s de recolección y mantener la posición del banco con esto los recipientes, en todas las repeticiones.

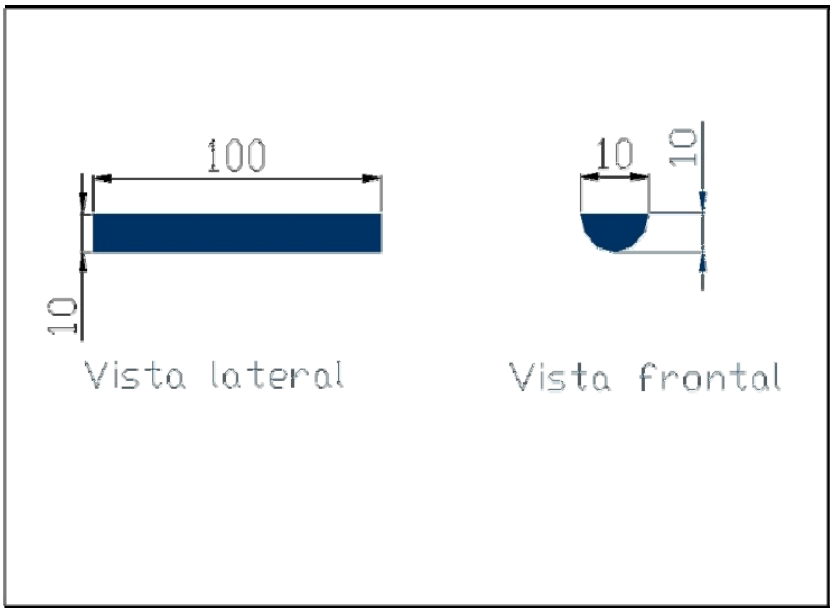


FIGURA A.6.- Dimensiones del recipiente recolector

El banco cuenta con recipientes de sección circular o recipientes de sección cuadrada (véase figura A.6), la longitud es de 100 cm y de ancho 10 cm estas dimensiones deben mantenerse en cualquier banco para la prueba de eficiencia de distribución, la profundidad puede ser variable.

A.4 Banco de prueba del agitador

FIGURA A.7.- Banco para la prueba del agitador.

En esta prueba las mangueras porta boquillas son zafadas del aguilón, extendidas y fijadas a lo largo de un tubo como se muestra en la figura A.76, en cada boquilla es conectada una manguera para dirigir la mezcla pulverizada a un mismo canal y descargarla a un mismo punto o deposito, donde podrán ser ubicados los recipientes para tomar cada una de las muestras.

A.5 Banco de prueba continúa

IMAGEN A.8.- Banco para la prueba continua

En esta prueba las mangueras porta boquillas son zafadas del aguilón e introducidas a un tubo de nylon o plástico transparente donde pueda observase su funcionamiento durante la pulverización. Este tubo es ubicado por arriba del tanque de la aspersora para retornar la mezcla y pueda funcionar la aspersora durante 30 h continuas sin tener que estar llenando el tanque. La aspersora también debe contar con un sistema de enfriamiento de la mezcla dentro del tanque para evitar que su temperatura aumente más de los 25 °C.

A.6 Pista de prueba y dimensiones

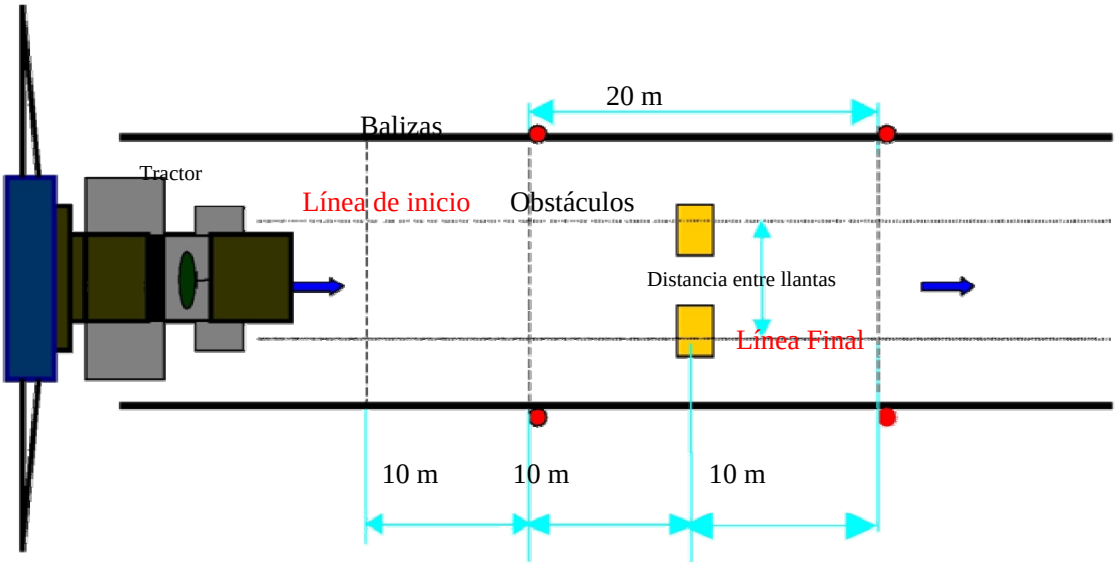


FIGURA A.9.- Pista de pruebas

En la figura A.9 se muestra la forma de trazar la pista de prueba de desplazamiento de la aspersora en carretera con obstáculos.

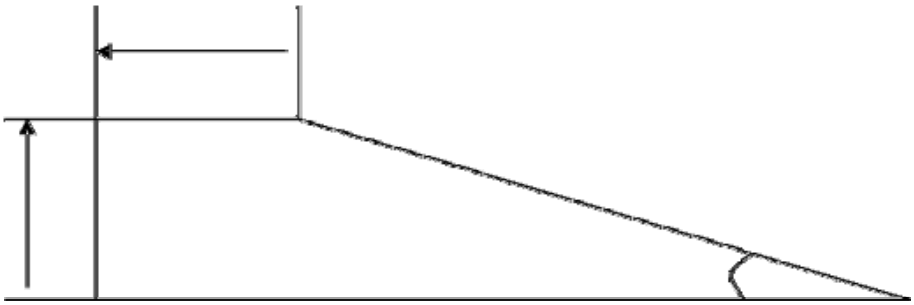


FIGURA A.10.- Dimensiones del obstáculo (vista lateral)

Dimensiones de altura y longitud del obstáculo (véase figura A.10). El ancho del obstáculo debe aproximarse a 1,5 veces el ancho de la llanta del tractor.

A.7 Reporte de las pruebas y evaluación.

A.7.1 Inspección técnica de la estructura.

a) Del fabricante.

☐ Fabricante;
☐ Dirección;
☐ Teléfono;
☐ Fax, y
☐ Correo electrónico.

b) De la aspersora.

☐ Tipo, modelo, número de serie y nombre comercial;
☐ Categoría de enganche;
☐ Masa de la máquina (*), kg;
☐ Dimensiones de altura, longitud y ancho (*) para trabajo y transporte, m, y
☐ Número de boquillas.

c) De la bomba y válvula reguladora se registra

☐ Fabricante, tipo y modelo;
☐ Potencia requerida en la bomba (*), kW y HP;
☐ Velocidad de revolución del eje de la bomba recomendado, r.p.m.;
☐ Rango de presión de trabajo (máxima – mínima), MPa, PSI y bar, y
☐ Presión en la cámara de pulsaciones de la bomba(si existe), MPa, PSI y bar.

d) Del tanque se registra

☐ Material de construcción;
☐ Capacidad (*), l, y
☐ Cantidad de líquido residual (*), l.

e) Para los tipos de boquillas utilizadas en la aspersora se debe registrar

☐ Fabricante y tipo de boquilla;
☐ Rango de presión de trabajo (Máxima – Mínima), MPa, PSI o bar;
☐ Distancia entre boquillas, m;
☐ Altura de la boquilla al suelo, m, y
☐.Tabla donde indique el gasto de la boquilla obtenido al trabajarse a diferentes presiones (mínimo 5) y la dosis de aplicación calculada a velocidades de 4 km/h, 7 km/h, 10 km/h y 12 km/h.

f) Señalización en la aspersora (*)

☐ Tipo de señal, contenido, ubicación, claridad de la información.

g) Protección anticorrosiva, antioxidante y al desgaste (*):

☐ Pieza o piezas que cuentan con protección y tipo de protección.

Lo indicado en A.7.1 deberán ser confirmados del manual del operador que acompaña a la aspersora y los puntos que presenten un asterisco entre paréntesis (*) serán verificados en las pruebas realizadas durante la inspección técnica de la estructura.

A.7.2 Prueba de la bomba.

☐ Tipo y modelo de la bomba;
☐ Temperatura ambiente, al inicio y final de la prueba;
☐ Temperatura del agua, al inicio y final de la prueba;
☐ Graficas (presión vs gasto; presión vs potencia mecánica; presión vs potencia hidráulica; y presión vs eficiencia de la bomba), y
☐ Otros resultados deben presentarse como se indica en la tabla 1.

TABLA A.1.- Resumen de resultados de la prueba de la bomba

R.P.M. del eje de la bomba	Presión en la cámara de pulsaciones			Presión de la bomba			Gasto (l / min)	Potencia requerida		Eficiencia de la Bomba (%)
								kW	HP	
	MPa	PSI	bar	MP	PS	bar				

A.7.3 Prueba de dosificación de la boquilla

☐ Tipo de boquilla;
☐ Tipo y modelo de bomba;
☐ Velocidad de revolución en el eje de la bomba, r.p.m.;
☐ Presión de la cámara de pulsaciones de la bomba (si existe), MPa, PSI y bar;
☐ Temperatura ambiente al inicio y final de la prueba, °C;
☐ Temperatura del agua al inicio y final de la prueba, °C;
☐ Grafica (No. de Boquilla VS Dosificación a 5 presiones de prueba), y
☐ Algunos resultados deben registrarse como se muestra en la tabla A.2.

TABLA A.2.- Resumen de resultados de la prueba de dosificación de la boquilla

Presión normal De trabajo de la boquilla			Volumen de líquido dosificado por la boquilla, l/min.			DS	CV	Dosis de aplicación, l/ha. A diferentes velocidades			
MPa	PSI	bar	Mínima	Máxima	Promedio	(Adim)	%	4 km/h	7 km/hr	10 km/hr	12 km/hr

A.7.4 Eficiencia de distribución

☐ Tipo de boquillas, distancia entre boquillas (m) y presión de prueba (MPa PSI y bar);
☐ Velocidad de revolución en el eje de la bomba, r.p.m., y presión de la cámara de pulsaciones (si existe), MPa;
☐ Temperatura ambiente al inicio y final de la prueba, °C;
☐ Temperatura del agua al inicio y final de la prueba, °C;
☐ Desviación estándar;
☐ Coeficiente de variación, %; ☐ Eficiencia de distribución, %;
☐ Ancho uniforme de distribución, m, y
☐ Grafica de la eficiencia de distribución (No. de colector Vs. Volumen de liquido colectado).

A.7.5 Funcionamiento del agitador

☐ Tipo de agitador;
☐ Temperatura ambiente al inicio y final de la prueba, °C;
☐ Temperatura del agua al inicio y final de la prueba, °C;
☐ Velocidad de revolución del eje de la bomba, r.p.m.;
☐ Presión de prueba, MPa, PSI y bar;
☐ Cantidad de agua en el tanque, l;
☐ Cantidad de cal vertida al tanque del aspersor, kg;
☐ Concentración de cal preparada en la mezcla, g/l;
☐ Cantidad de cal residual, kg;
☐ Algunos resultados deben presentarse como se muestra en la tabla 3, y
☐ Grafica (tiempo transcurrido de prueba vs. concentración de la mezcla).

TABLA A.3.- Resumen de resultados de la prueba del agitador (D_{EC}: Desviación entre la concentración preparada y la concentración obtenida en las muestras)

Numero de muestra, No.	Concentración de cal en la muestra(g/ml)	Tiempo transcurrido de toma de la muestra, min	D_{EC} (%)
1			
2			
3			
4			
5			
Promedio			
DS			
CV			

A.7.6 Operación continúa de la aspersora

☐ Registro de ajustes y/o fallas durante la prueba, y
☐ Observaciones del funcionamiento de la bomba y boquillas.

A.7.7 Desgaste de las boquillas

☐ Registro de resultados como se muestra en la tabla A.4, y
☐ Grafica (presión de la boquilla vs. volumen promedio de dosificación).

TABLA A.4.- Registro de resultados del desgaste de boquillas

Parámetros a medir para caracterizar el desgaste de las boquillas.	Presión de la boquilla														
	Mínima			25% del rango			50% del rango			75% del rango			Máxima		
	MPa	PSI	bar	MPa	PSI	bar	MPa	PSI	bar	MPa	PSI	bar	MPa	PSI	bar
Volumen Promedio Inicial, l/min.															
Volumen Promedio Final l/min.															
Aumento en la dosificación, (%)															

A.7.8 Facilidad de operación.

☐ Facilidad de enganche y desenganche;
☐ Facilidad de acople y desacople a la toma de fuerza del tractor (TDF);
☐ Facilidad de ajuste de la máquina (presión, dosis de aplicación, altura de aguilón, distancia entre boquillas y ángulo de la boquilla).
☐ Facilidad de alimentación y mezclado de los productos;
☐ Dispositivos para la limpieza de los órganos de trabajo;
☐ Facilidad para realizar el mantenimiento;
☐ Esfuerzo para el accionamiento de los controles;
☐ Observaciones derivadas de la operación.

A.7.9 Seguridad de operación.

☐ Seguridad en el enganche y desenganche del tractor;
☐ Seguridad en el acople y desacople a la fuente de potencia (TDP) del tractor;
☐ Hermeticidad de las uniones y fugas desde el tanque, tuberías o válvulas;
☐ Seguridad para realizar el mantenimiento de la aspersora; ☐ Seguridad al realizar las regulaciones en la máquina.

A.7.10 Durabilidad de la aspersora.

☐ Número y tipo de ajustes;
☐ Tipo de falla;
☐ Condición de desgaste, oxidación y/o corrosión de piezas;
☐ Condiciones de las señales de la aspersora.

7 VIGENCIA

La presente norma mexicana entrará en vigor 60 días naturales después de la publicación de su declaratoria de vigencia en el **Diario Oficial de la Federación**.

8 BIBLIOGRAFÍA

- Pacific Regional Network for Agricultural Machinery and the Economic and Social Commission for Asia. 1995. *RNAM Test Codes & Procedures for Farm Machinery*. Technical series No.12. Philippines. p. 155-189.

- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Principios y prácticas de prueba y evaluación de máquinas y equipos agrícolas. 1994. Boletín de servicio agrícola de la FAO 110. pp.181-206.

- Institute of Agricultural Machinery. Norma (IAM), Bio-oriented Technology Research Advancement Institution (BRAIN). Power Sprayer (Traveling Type) traducción libre del Japonés. Text No. II-6. 1998. Japón.

- Institute of Agricultural Machinery. Norma (IAM), Bio-oriented Technology Research Advancement Institution (BRAIN). National test Code for Air Blast Sprayer. Tsukuba International Center, Japan International Cooperation Agency. April 1998.

- NC. Normas Cubanas. Maquinaria e Implementos Agrícolas ASPERSORAS Y ESPOLVOREADORAS, Metodología para la realización de las pruebas. 1987. Apartado NC 34-56. Republica de Cuba.

9 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma mexicana no es equivalente a ninguna norma internacional por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

MÉXICO, D. F. A

DIRECTOR GENERAL DE NORMAS
FRANCISCO RAMOS GÓMEZ

MRM/FLLL/JVG/KFS/LLE