



TRACTORES, IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS – SEMBRADORAS NEUMÁTICAS DE PRECISIÓN – ESPECIFICACIONES Y MÉTODO DE PRUEBA

AGRICULTURAL TRACTORS, IMPLEMENTS AND MACHINERY PRECISION PNEUMATIC SEEDERS – SPECIFICATIONS AND TEST METHOD

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece las especificaciones mínimas de calidad y el método de prueba para evaluar el funcionamiento, desempeño, durabilidad, facilidad y seguridad de operación de las sembradoras fertilizadoras, neumáticas de precisión nuevas que se comercializan en la República Mexicana. Para la siembra de diversos cultivos, principalmente maíz y frijol.

2 REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de esta norma se deben consultar las siguientes normas mexicanas vigentes o las que las sustituyan:

NMX-O-028-1985

Maquinaria agrícola - Tractor agrícola – Terminología.
Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial
de la Federación el 7 de agosto de 1985.

NMX-O-153-1981	Maquinaria agrícola – Definiciones. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de febrero de 1981.
NMX-O-168-SCFI-2002	Tractores, implementos y maquinaria agrícola - Sembradoras unitarias y/o fertilizadoras accionadas mecánicamente, con dosificador de semilla de disco - Especificaciones y método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de marzo de 2002.
NMX-O-185-1983	Maquinaria agrícola - Tractor - Enganche de tres puntos. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de agosto de 1983.

3 DEFINICIONES

Para el propósito de esta norma deben consultarse las definiciones establecidas en las normas mexicanas NMX-O-028, NMX-O-153, NMX-O-168-SCFI, NMX-O-185, (ver 2 Referencias), además de complementarse con lo indicado a continuación.

3.1 Sembradora neumática de precisión

Es la máquina agrícola que realiza operaciones de siembra en una o más hileras, depositando una semilla a intervalos de distancia regulares a base de un dosificador neumático; y además aplica una cantidad preestablecida de fertilizante.

3.2 Precisión

Para fines de esta norma, se refiere al control de la cantidad, profundidad y distancia de siembra a una velocidad de operación mínima de 8 km/h.

3.3 Labranza de conservación

Son todas aquellas prácticas de producción agrícola encaminadas a conservar el suelo y agua, dejando una capa de cobertura vegetal sobre la superficie del suelo.

3.4 Cobertura

Residuos del material vegetal, que cubren la superficie del suelo.

3.5 Ajuste de la máquina

Comprende todos aquellos ajustes, cambios de posición que se efectúan sólo con herramientas manuales y que requiere la máquina para beneficio o mejora de su desempeño de acuerdo a las condiciones del trabajo, aún después de que la misma ha sido calibrada para la prueba.

3.6 Fallas de la máquina

Son consideradas fallas aquellas averías cuya reparación requiera el cambio de piezas o el desarme de la máquina, así como rotura y ajustes repetitivos de aquellos elementos que afecten el buen funcionamiento de la sembradora o pongan en riesgo la integridad del operador.

3.7 Abre surco

Es el elemento que tiene como objetivo romper la capa de suelo para formar el surco donde será depositada la semilla, se encuentra al frente de las salidas de semilla y fertilizante. Para la siembra bajo sistema de labranza de conservación cuenta con un disco que corta el rastrojo.

3.8 Masa del equipo

Es la masa total de la sembradora en las condiciones óptimas de trabajo.

3.9 Semilla dañada

Para efectos de esta norma se considera semilla dañada aquel grano que presenta daños visibles como fisuras, agrietamientos o pedazos de grano dañado causados por la acción física de insectos, animales o elementos mecánicos.

3.10 Mata

Semilla o semillas que son dosificadas por la máquina a intervalos equidistantes.

3.11 Dosis teórica

Es la cantidad de semilla o fertilizante recomendada para el cultivo y ajustada con las indicaciones del fabricante.

3.12 Mecanismo dosificador

Componente de la sembradora que regula la salida de la semilla y fertilizante en cantidades previamente establecidas.

3.13 Rueda de mando

Es el elemento que hace contacto con el suelo y transfiere movimiento a los mecanismos dosificadores de semilla y fertilizante.

3.14 Turbina

Dispositivo que utiliza la energía neumática para el manejo de la semilla.

3.15 Tiempo efectivo de trabajo

Es el tiempo que se emplea en la prueba para realizar el trabajo de siembra, sin considerar los ajustes, ni el viraje.

3.16 Tiempo operativo de trabajo

Es el tiempo de prueba en el que se incluyen el tiempo efectivo y el tiempo de viraje.

3.17 Tiempo total de trabajo

Es el tiempo en que se realiza la prueba desde que inicia hasta que finaliza, se incluye el tiempo efectivo, de ajustes y de viraje.

3.18 Velocidad de operación

Es la velocidad promedio de avance en una distancia establecida durante el trabajo de la sembradora.

3.19 Longitud total de trabajo

Es la distancia que se requiere para operar la sembradora, se determina sumando a los 100 m de la parcela de prueba, la distancia promedio que se requiere para virar en ambas cabeceras.

3.20 Longitud efectiva de trabajo

Es la distancia que realmente trabaja la sembradora, se obtiene incluyendo la distancia trabajada antes y/o después de los 100 m de la parcela de prueba en ambas cabeceras.

3.21 Ancho total

Es la distancia de trabajo que se mide directamente en el terreno, se obtiene promediando el valor obtenido en ambas cabeceras.

3.22 Ancho real de trabajo

Se refiere al ancho de trabajo obtenido de dividir el ancho total entre el número de trayectos realizados durante la prueba.

3.23 Ancho de trabajo teórico

Es el ancho de trabajo que se obtiene de multiplicar la distancia entre surcos recomendada para los cultivos, principalmente maíz y frijol, por el número de cuerpos.

3.24 Profundidad de siembra

Es la profundidad a la que la máquina deposita la semilla en el suelo.

3.25 Superficie total

Es la superficie de la parcela de prueba donde la sembradora es operada normalmente, incluye el área de suelo trabajado y el área para dar vueltas en las cabeceras. Se determina con el ancho total y la longitud total de trabajo.

3.26 Superficie efectiva de trabajo

Es la superficie de la parcela donde la sembradora realiza su labor de siembra, se determina con el ancho total y la longitud efectiva de trabajo.

3.27 Rendimiento teórico

Es la superficie trabajada por unidad de tiempo (hectáreas/hora), se obtiene con el ancho de trabajo teórico y la velocidad de operación.

3.28 Rendimiento efectivo

También se conoce como cantidad de trabajo en campo, se expresa en hectáreas/hora, se obtiene con la superficie efectiva de trabajo entre el tiempo efectivo.

3.29 Rendimiento real

Es la superficie realmente trabajada por unidad de tiempo, se expresa en hectáreas/hora, se obtiene con la superficie real de trabajo entre el tiempo total.

3.30 Eficiencia efectiva

Es la relación entre el rendimiento efectivo y el rendimiento teórico, se expresa en porcentaje.

3.31 Eficiencia operativa

Es el resultado de dividir el rendimiento operativo entre el rendimiento teórico, se expresa en porcentaje.

3.32 Eficiencia real

Es la relación que hay entre el rendimiento real y el rendimiento teórico, se expresa en porcentaje.

3.33 Irregularidad de entrega

Es la variación entre el promedio y el punto más alejado de las muestras de la dosificación de la máquina.

4 ESPECIFICACIONES

A continuación se muestran las especificaciones mínimas de calidad con las que debe cumplir la sembradora neumática de precisión.

El fabricante deberá entregar las especificaciones técnicas de la sembradora, manual de operación, mantenimiento, seguridad y diagrama de ensambles, así como el listado de piezas y refacciones de la misma; toda información entregada por el fabricante debe estar en español.

Con la finalidad de operar la sembradora neumática de precisión adecuadamente durante las pruebas y de verificar la información otorgada por el fabricante, se elabora una bitácora o libro de campo que detallará la información proporcionada por el fabricante y/o mediante la inspección del equipo, constará de los siguientes puntos:

- a) Marca, tipo, modelo, nombre comercial y número de serie, nombre y dirección del fabricante.
- b) Descripción general de la sembradora.
- c) Descripción de los componentes principales, indicando las regulaciones de trabajo, mantenimiento y especificaciones técnicas.

4.1 Generales

- 4.1.1 El fabricante debe indicar las características del tractor a utilizar para que la sembradora trabaje adecuadamente.
- 4.1.2 El fabricante debe indicar la potencia a la toma de fuerza que se requiere para que la sembradora trabaje adecuadamente.
- 4.1.3 El fabricante debe indicar el intervalo al cual debe trabajar la presión de aire o vacío.
- 4.1.4 El fabricante debe indicar el intervalo de la velocidad de operación para el funcionamiento adecuado de la sembradora.

4.2 De la estructura

- 4.2.1 Las dimensiones del enganche de la sembradora deben corresponder al enganche de los tres puntos del tractor, para categorías I, II y III correspondiente al tipo de tractor indicado por el fabricante. Clasificado de acuerdo a lo establecido en la norma mexicana NMX-O-185 (ver 2 Referencias).
- 4.2.2 Los puntos de lubricación deben identificarse fácilmente y estar ubicados en lugares accesibles.
- 4.2.3 La masa de la sembradora obtenida como resultado de la prueba, no debe variar $\pm 5\%$ del indicado por el fabricante.

- 4.3 De dosificación del banco de pruebas
 - 4.3.1 La variación de dosificación de semilla entre la dosis entregada con respecto a la dosis teórica, debe encontrarse entre los límites de $\pm 5\%$.
 - 4.3.2 La variación de dosificación de fertilizante entre la dosis entregada con respecto a la dosis teórica, debe encontrarse entre los límites de $\pm 5\%$.
 - 4.3.3 La consistencia de entrega de la máquina debe ser mayor al 95 % en maíz y frijol.
 - 4.3.4 La irregularidad de entrega entre cuerpos debe ser menor al 5 % en maíz y frijol.
 - 4.3.5 La dosis de siembra por cambio de velocidad de operación, cambio de inclinación a 10^0 y por la vibración debe tener una variación de $\pm 5\%$ en maíz y frijol.
 - 4.3.6 El porcentaje de semilla dañada debe ser menor al 0,5 % para maíz y frijol, sin importar el cambio de velocidad, inclinación o vibración.
 - 4.3.7 La variación máxima de la distancia entre matas debe de ser de $\pm 10\%$ con respecto a la distancia programada y una tolerancia del 5 %.
- 4.4 Dosificación por desplazamiento
 - 4.4.1 La variación máxima de la distancia entre matas debe de ser de $\pm 20\%$ con respecto a la distancia programada y una tolerancia del 15 %.
 - 4.4.2 El número de matas debe tener una variación de $\pm 5\%$ del número de matas programadas para maíz y frijol.
 - 4.4.3 El porcentaje de matas con 2 ó más semillas debe ser menor al 5 %.
- 4.5 De funcionamiento
 - 4.5.1 El número de matas establecidas debe tener una variación de $\pm 5\%$ del número de matas programadas para maíz y frijol.
 - 4.5.2 El porcentaje de matas con 2 ó más plantas debe ser menor del 5 %.
 - 4.5.3 Las fallas de población atribuibles a la máquina deben ser menores al 5 %.

- 4.5.4 El 90 % de las muestras tomadas para la profundidad de siembra en maíz debe estar entre 5 cm - 7 cm.
- 4.5.5 El 90 % de las muestras tomadas para la profundidad de siembra en frijol debe estar entre 3 cm - 5 cm.
- 4.5.6 El 90 % de las muestras tomadas para la profundidad de siembra en otros cultivos debe ser de acuerdo a la recomendación técnica del cultivo que se trate.
- 4.5.7 El deslizamiento de las ruedas de mando debe ser menor al 10 %.
- 4.6 De la durabilidad
 - 4.6.1 La máquina no debe presentar fallas durante el tiempo de prueba en caso de ocurrir será suspendida (ver inciso 3.6).
 - 4.6.2 La máquina no debe presentar más de 3 ajustes durante las pruebas, en caso contrario serán suspendidas (ver inciso 3.5).
 - 4.6.3 Las partes de la máquina que están en contacto con el fertilizante o cualquier agroquímico aplicado a la semilla debe haber recibido un tratamiento para protegerlo de la oxidación y/o corrosión.
 - 4.6.4 La máquina debe contar con guardas o cubiertas para proteger las partes en movimiento del contacto con el polvo.
- 4.7 De la seguridad
 - 4.7.1 La máquina en general debe estar exenta de puntos salientes y punzo cortantes que pongan en peligro la integridad del operador.
 - 4.7.2 La máquina debe contar con señales de advertencia (calcomanías), en las partes que presenten peligro al operador.
 - 4.7.3 El manual del operador debe contar con un apartado de seguridad al usuario donde indique que hacer en caso de fallas que pongan en riesgo la integridad del operador, así como las indicaciones para prevenir y/o evitar accidentes.
 - 4.7.4 Contar con una póliza de garantía que mencione la vigencia y los aspectos que cubre.

5 MUESTREO

Para efectuar la verificación de las especificaciones objeto de esta norma, la máquina a probar debe ser entregada por el fabricante al laboratorio de pruebas, en las mismas condiciones en que son entregadas para su venta. El laboratorio de pruebas puede realizar inspecciones en planta o distribuidores que comercialicen la máquina del modelo probado, para garantizar que las características de la máquina sean iguales.

6 MÉTODO DE PRUEBA

6.1 Condiciones generales de la prueba

6.1.1 Sembradora

La sembradora deberá ser entregada por el fabricante en las condiciones óptimas de trabajo, y se realizará una demostración por los inspectores y técnicos del fabricante para realizar los ajustes adecuados a la máquina. La sembradora deberá contar con sus aditamentos y la información que acompaña a la misma como se indica en el capítulo 4 especificaciones.

6.1.2 Tractor

El tractor utilizado en las pruebas de la sembradora neumática de precisión deberá ser siempre el mismo hasta el término de éstas y estará en condiciones óptimas de trabajo como lo recomienda el fabricante de éste.

6.1.3 Operador

El operador debe ser una persona experta en el manejo de la maquinaria, y aceptado por el fabricante, ya que la capacidad de éste afecta la calidad.

6.1.4 Materiales de prueba

Para la prueba de banco y funcionamiento, se utilizará semilla que cumplan con las siguientes características: nueva de reciente producción, con un 95 % de germinación, 1 % de grano quebrado; y para maíz y frijol un tamaño medio donde el 75 % quede en el tamiz de 7 mm.

El fertilizante debe ser nuevo, granulado, de preferencia urea y superfosfato de calcio triple, con una humedad menor al 12 % y el 90 % del gránulo quede en un tamiz entre 1,5 mm y 2,1 mm.

6.1.5 Parcela de prueba

Se utilizará una parcela que cumpla con lo siguiente:

Tipo de labranza	Convencional	Conservación	
		Mínima	Cero
Paso de arado:	Uno	No	No
Paso de rastra	Uno	Uno	No
Con cobertura	No	Máximo 33 %	Mínimo 33 %
Superficie mínima	120 m x 50 m	120 m x 50 m	120 m x 50 m
Pendiente	1 % - 4 %	1 % - 4 %	1 % - 4 %
Capa arable mínima	300 mm	300 mm	300 mm
Humedad de suelo:	12 % - 20 %	12 % - 20 %	12 % - 20 %
Densidad aparente:	1,2 g/cm ³ - 1,4 g/cm ³	1,2 g/cm ³ - 1,4 g/cm ³	1,2 g/cm ³ - 1,4 g/cm ³
Resistencia específica a la penetración	12 kgf/cm ² - 18 kgf/cm ²	13 kgf/cm ² - 19 kgf/cm ²	15 kgf/cm ² - 22 kgf/cm ²
Resistencia específica al corte	17 kgf/cm ² - 21 kgf/cm ²	18 kgf/cm ² - 25 kgf/cm ²	21 kgf/cm ² - 40 kgf/cm ²

6.2 Información previa a las pruebas

Antes de iniciar cualquier prueba, se deben corroborar y anotar en la bitácora (formato) los siguientes aspectos:

- a) Sembradora: marca, modelo, número de cuerpos, velocidad de operación y distancia entre cuerpos.
- b) Tractor: marca, el modelo, potencia, presión de las llantas, distancia entre ruedas, velocidad de trabajo, posición de las palancas de la transmisión, la frecuencia de rotación del motor, toma de fuerza y tipo de sistema hidráulico.
- c) Parcela de prueba: Tipo de labranza, cultivo anterior y manejo, tipo de suelo, textura del suelo, cobertura, nivelación, humedad de suelo, densidad aparente, resistencia específica a la penetración, resistencia específica al corte, relieve y microrrelieve.
- d) Semilla: variedad, tamaño, dosis de siembra, semillas por hectárea, distancia entre semillas, profundidad de siembra; del fertilizante: tipo de fertilizante y su dosificación.

6.3 De los 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, tiempo, ángulos, velocidad, frecuencia de rotación, profundidad y ancho de trabajo; así como los materiales y equipo 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 sembradora y la segunda 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 el o los manuales que acompañan a la sembradora, así como los puntos que deben registrarse:

a) Especificaciones técnicas (puntos a registrar):

Especificaciones generales de la sembradora: 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 recomendada para el trabajo adecuado de la máquina.

b) Información de operación.

Velocidad de operación, ajustes del equipo en campo, recomendaciones de uso, problemas más comunes, sus causas y soluciones.

c) Diagrama de ensamble y especificaciones técnicas de piezas.

Indicar las especificaciones técnicas de las piezas así como su posición en el diagrama de ensamble.

d) Información del mantenimiento.

Indicar el mantenimiento diario o después de cada uso, considerando la ubicación de los puntos a lubricar y su periodo de lubricación en un diagrama.

Indicar piezas de refacción, mencionando su vida útil o la forma de identificar cuando requiere ser reemplazada.

e) Información de la seguridad:

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

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 sembradora (altura, ancho, longitud), así como la masa del implemento. Las mediciones de alturas, longitud y ancho deben realizarse en un piso nivelado, permitiendo un desnivel máximo del 1 %.
- b) Verificar forma y dimensiones de la estructura principal, diagrama de las sembradoras, indicar ajustes de trabajo y puntos de lubricación de la máquina.
- c) Verificar mecanismo dosificador: tipo, ajustes, número de salidas, número de tolvas y su capacidad.
- d) Describir ajustes de: distancia entre hileras, distancia entre semillas, profundidad de siembra y tensión de las cadenas de transmisión.
- e) Verificar la protección anticorrosiva y antioxidante de las partes más susceptibles a estos fenómenos en la sembradora como son tolvas bases y dosificadores de fertilizante.
- f) Revisión de seguridad de la estructura (registrar): puntos salientes y/o punzo cortantes.
- g) Inspección de la señalización de la máquina (registrar): contenido, claridad de la información y ubicación.

6.5 Dosificación en el banco de pruebas

Ésta se realiza íntegramente en el Banco de Pruebas para Sembradoras Neumáticas (BPSN) (ver figura 3) y tiene como objetivo identificar los límites de dosificación de la semilla y del fertilizante del equipo sujeto a prueba, la uniformidad de entrega entre las salidas, el grado de precisión y daño de la semilla.

Las características fundamentales de BPSN, son las posibilidades de variación en la rapidez de giro del mecanismo dosificador de la sembradora, el ajuste de inclinación sobre el plano transversal respecto a la línea de avance, y la posibilidad de agitar o hacer vibrar la máquina en su conjunto. Se realizarán al menos tres repeticiones en cada operación. Se utilizarán semilla y fertilizante que cumplan con el inciso 6.1.4.

6.5.1 Velocidad de operación

Las velocidades de trabajo en la frecuencia de rotación del eje de alimentación, deben ser equivalentes a la velocidad recomendada por el fabricante, además de un $\pm 20\%$ de ésta.

6.5.2 Ajuste del dosificador de precisión

- Seleccionar el disco semillero adecuado para el tipo y tamaño de semilla.
- Verificar la posición de los engranes de acuerdo a la densidad de población o distancia entre semillas deseada.
- Para el dosificador de fertilizante, se deben usar cuatro niveles de dosificación; mínimo, dos intermedios y el máximo del rango indicado por el fabricante.
- Las tolvas de semilla y fertilizante deben estar al 80 % de su capacidad.
- Verificar que la presión de aire o vacío esté en el rango recomendado por el fabricante.

6.5.3 Fórmulas de cálculo

6.5.3.1 Dosificación de semilla por metro

donde:

$$G_m = \left(\frac{g_h}{\pi DN} \right)$$

G_m es la dosificación de semilla por metro, semillas/m;

g_h es el promedio de dosificación de semillas por minuto, semillas/min;

D es el diámetro de la rueda motriz, m, y

N es la frecuencia de rotación, rev/min.

6.5.3.2 Dosificación de fertilizante por metro

donde:

$$F_m = \left(\frac{f_h}{\pi DN} \right)$$

F_m es la dosificación de fertilizante por metro, g/m;

f_h es el promedio de dosificación de fertilizante por minuto, g/min;

D es el diámetro de la rueda motriz, m, y

N es la frecuencia de rotación, rev/min.

6.5.3.3 Densidad de siembra

$$D_s = 10000 \left(\frac{G_m N_t}{A_h} \right)$$

donde:

- D_s es la densidad de siembra, semillas/ ha;
- G_m es la dosificación de una salida por cada metro, semillas/m;
- N_t es el número de cuerpos, adimensional, y
- A_h es el ancho de un trayecto de trabajo, m.

6.5.3.4 Dosis de fertilizante

$$D_f = 10 \left(\frac{F_m N_t}{A_h} \right)$$

donde:

- D_f es la dosis de fertilizante, kg / ha;
- F_m es la dosificación de una salida por cada metro, g/m;
- N_t es el número de cuerpos, adimensional, y
- A_h es el ancho de un trayecto de trabajo, m.

6.5.3.5 Irregularidad de entrega de la máquina

$$G_e = 100 \left(\frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_{sx}} \right)$$

donde:

- G_e es la irregularidad de entrega de la máquina, %;
- D_{sx} es el promedio de la dosificación, semillas/ha y/o *kg / ha* ;
- D_{\max} es el valor máximo de la dosificación, semillas/ha y/o *kg / ha* , y
- D_{\min} es el valor mínimo de la dosificación, semillas/ha y/o *kg / ha* .

6.5.3.6 Irregularidad de entrega entre salidas

$$G_p = 100 \left(\frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_{sx}} \right)$$

donde:

- G_p es la irregularidad de entrega entre salidas, %;
- D_{sx} es el promedio de la dosificación, semillas/ha o *kg / ha* ;
- D_{\max} es el valor máximo de la dosificación, semillas/ha y/o *kg / ha* , y
- D_{\min} es el valor mínimo de la dosificación, semillas/ha y/o *kg / ha* .

6.5.3.7 Porcentaje de semilla que daña

donde:

$$C_r = 100 \left(\frac{S_d}{S_w} \right) - S_z$$

- C_r es el porcentaje de semilla dañada, %;
- S_d es la masa de las semillas dañadas, g;
- S_w es la masa total de la muestra, g, y
- S_z es el porcentaje de semilla dañada obtenida en el estudio previo, %.

6.5.3.8 Efecto del cambio de velocidad de operación en la dosificación de semilla.

Esta prueba tiene como objetivo identificar la dosificación por unidad de distancia, debido al cambio de velocidad de desplazamiento. Respecto a esta prueba, los cambios de velocidad, se refieren a aumentar en un 20 % y disminuir también en un 20 %, la velocidad de desplazamiento respecto a la velocidad recomendada por el fabricante.

Esta prueba se hace con la máquina horizontal, solo para la semilla y se calculan todos los parámetros de los incisos 6.5.3.1 al 6.5.3.7 con excepción de los incisos 6.5.3.2 y 6.5.3.4.

La variación de dosificación por unidad de distancia se calcula con la siguiente fórmula:

donde:

$$Vdv = 100 \left(\frac{Gm - Gmv}{Gm} \right)$$

- Vdv es la variación de la dosificación por unidad de distancia, %;
- Gm es la dosificación promedio de semilla por metro con la frecuencia de rotación normal, semillas/m, y
- Gmv es la dosificación promedio de semilla por metro con ± 20 % de la frecuencia de rotación del eje de alimentación, semilla/m.

6.5.3.9 Efecto del cambio de inclinación transversal de la máquina en la dosificación de semilla.

El cambio de inclinación transversal, se refiere al cambio del ángulo de inclinación de la máquina verticalmente. Esta prueba, se realiza a la velocidad recomendada por el fabricante y únicamente para la semilla. EL ángulo que se maneja será de 10° y se calculan todos los parámetros indicados en los incisos 6.5.3.1 al 6.5.3.7 con excepción de los incisos 6.5.3.2 y 6.5.3.4.

La variación de dosificación por inclinación se calcula con la siguiente fórmula:

$$V_{di} = 100 \left(\frac{G_m - G_{mi}}{G_m} \right)$$

donde:

V_{di} es la variación de dosificación por inclinación, %;

G_m es la dosificación promedio de cada salida en caso horizontal, semillas/m, y

G_{mi} es la dosificación promedio de cada salida al modificarse inclinación, semillas/m.

6.5.3.10 Efecto de la vibración en la dosificación de semilla

Esta prueba se realiza con la máquina acoplada al banco de pruebas, a la velocidad de trabajo recomendada, en posición horizontal con el dispositivo de vibración en acción, que permitan agitar los cuerpos en una amplitud vertical de 20 mm. De la misma manera que en las pruebas anteriores, se toman tres muestras de dosificación de semilla de todos los cuerpos de la sembradora. Se calculan todos los parámetros indicados en los incisos 6.5.3.1 al 6.5.3.7 a excepción de los incisos 6.5.3.2 y 6.5.3.4.

La variación de dosificación por vibración se calcula con la siguiente fórmula:

$$V_{dw} = 100 \left(\frac{G_m - G_{mw}}{G_m} \right)$$

donde:

V_{dw} es la proporción de la variación de dosificación por vibración, %;

G_m es la densidad de población promedio de cada salida sin vibración, semillas/m, y

G_{mw} es la dosificación promedio de cada salida con vibración, semillas/m.

6.6 Dosificación en campo

6.6.1 Dosificación por desplazamiento

Esta prueba tiene como objetivo conocer las características de distribución longitudinal de la semilla, mismas que se comparan con los datos obtenidos en la prueba de dosificación en banco, además esta actividad permite confirmar datos básicos para el desarrollo posterior de la prueba de campo.

Para facilitar la toma de mediciones se procede de la siguiente manera: Quitar los discos abre surcos y tapadores de la máquina y demás elementos, de tal manera que se evite que la semilla sea tapada.

Se ajustará la frecuencia de giro del eje de alimentación a la usada en el banco de pruebas. Los mecanismos dosificadores de semilla y fertilizante se ajustan de forma tal que se logren los límites establecidos en la tabla 1. La distancia de desplazamiento efectivo mínima debe ser de 20 m, a la velocidad de trabajo recomendada, en los cuales se toman tres repeticiones de 5 m para cada uno de los cuerpos.

Variables que se registran son: Número de semillas por metro lineal, número de semillas por mata, distancia entre semillas, otros puntos a criterio de los inspectores que conducen la prueba.

6.6.1.1 Fórmulas de cálculo

6.6.1.1.1 Variación de la distancia entre matas

$$V_{dm} = \left(\frac{N_1}{N_2} \right) 100$$

donde:
 V_{dm} es la variación de la distancia entre matas, %;
 N_1 es el número de matas con una distancia entre 80 % y 120 % de la distancia programada en 5 m, adimensional, y
 N_2 es el número total de matas en 5 m, adimensional.

6.6.1.1.2 Variación del número de matas

$$V_{nm} = \left(\frac{N_{mo}}{N_{mp}} \right) 100$$

donde:
 V_{nm} es la variación del número de matas, %;
 N_{mo} es el número de matas obtenido en 5 m, y
 N_{mp} es el número de matas programado en 5 m.

6.6.1.1.3 Porcentaje de matas con 2 ó más semillas

$$P_{sm} = \left(\frac{N_{m2}}{N_m} \right) 100$$

donde:
 P_{sm} son las matas con 2 semillas, %;
 N_{m2} es el número de matas con 2 semillas en 5 m, y
 N_m es el número total de matas en 5 m.

6.6.2 Evaluación de la parcela de prueba

El objetivo de esta prueba es obtener información sobre las condiciones reales de trabajo en campo y con ello conocer el desempeño general de la máquina.

6.6.2.1 Material de prueba

Dependiendo del tipo de labranza, se usará un terreno de acuerdo a lo especificado en el inciso 6.1.5.

6.6.2.2 Puntos de observación y/o medición

Los puntos sujetos a medición y/o cálculo son:

- Textura del suelo;
- Humedad del suelo, %;
- Densidad aparente, g/ml;
- Resistencia específica a la penetración, kgf/cm²;
- Resistencia específica al corte, kgf/cm²;
- Tamaño promedio del terrón, mm;
- Micro relieve, %, y
- Cantidad de residuos, g.

6.6.2.3 Fórmulas de cálculo

6.6.2.3.1 Textura del suelo

Por medio del método de Bouyoucos (método del hidrómetro).

6.6.2.3.2 Humedad de suelo. Por el método gravimétrico.

$$H_s = \left(\frac{P_{sh} - P_{ss}}{P_{ss}} \right) 100$$

donde:

H_s es la humedad de suelo, %;
 P_{sh} es la masa de suelo húmedo, g, y
 P_{ss} es la masa de suelo seco, g.

6.6.2.3.3 Densidad aparente

$$D_{ap} = \frac{P_{ss}}{v}$$

donde:

D_{ap} es la densidad aparente, g/ml;
 P_{ss} es la masa de suelo seco, g, y
 v es el volumen, ml.

6.6.2.3.4 Resistencia específica al corte

$$S = \frac{150T}{\pi(r_1^3 - r_2^3)}$$

donde:

S es la resistencia específica al corte, kgf / cm²;
 T es el par de torsión, kgf.m;
 r_1 es el radio exterior del anillo, cm, y
 r_2 es el radio interior del anillo, cm.

6.6.2.3.5 Tamaño promedio del terrón

$$d = \frac{5(A + 3B + 5C + 7D + 9E + 11F + 13G + 15H + 17I + 19J + 21K)}{W}$$

donde:

d es el tamaño promedio del terrón, mm;
A-K es la masa de muestras, kg, y
W es la masa total, kg.

6.6.2.3.6 Cobertura

$$C = (100 - C_s)$$

donde:

C es la cobertura, %, y
C_s es la cobertura promedio de las muestras, %.

6.7 Prueba de funcionamiento

El objetivo es identificar el funcionamiento y determinar el rendimiento operativo de la sembradora, utilizando el mismo tipo de semilla y fertilizante con las características indicadas en el inciso 6.1.4.

6.7.1 Parcela de prueba

Se usará un terreno de acuerdo a las especificaciones indicadas en el inciso 6.1.5.

6.7.2 Condición de operación

La operación de la sembradora neumática se realiza a una velocidad mínima de 8 Km/h. También debe observarse que no existan anomalías durante la prueba. Se hará para los cultivos de maíz y frijol.

6.7.3 Puntos de observación y/o medición

En la prueba se miden y/o calculan cada uno de los siguientes puntos:

- Ancho de trabajo teórico, m;
- Ancho total de trabajo, m;
- Ancho real de trabajo, m;
- Longitud total de trabajo, m;
- Longitud real de trabajo, m;
- Superficie total de trabajo, m²;
- Superficie real de trabajo, m²;

- Velocidad de operación, km/h;
- Tiempos, h;
- Rendimiento teórico de la sembradora, ha / h;
- Rendimiento en tiempo efectivo, ha / h;
- Rendimiento en tiempo operativo, ha / h;
- Rendimiento real, ha / h;
- Eficiencia efectiva, %;
- Eficiencia operativa, %;
- Eficiencia real, %;
- Patinaje de las ruedas, %;
- Profundidad de siembra, mm;
- Distancia entre matas, mm;
- Número de plantas por mata, adimensional;
- Número de matas sin planta, adimensional;
- Número de matas fuera de posición, adimensional;
- Número de plantas no emergidas, adimensional;
- Densidad real de siembra, kg / ha;
- Dosis real de fertilizante, kg / ha;
- Porcentaje de matas establecidas, %;
- Variación de la distancia entre matas, %;
- Porcentaje de fallas de población, %, y
- Porcentaje de matas con dos o más plantas, %.

6.7.4 Fórmulas de cálculo

6.7.4.1 Ancho de trabajo teórico

$$B_{to} = (B_p)n$$

donde:

B_{to} es el ancho de trabajo teórico, m;
 B_p es la separación entre hileras, m, y
 n es el número de cuerpos, adimensional.

6.7.4.2 Ancho total de trabajo

$$B_T = \frac{(B_1 + B_2)}{2}$$

donde :

B_T es el ancho total de trabajo, m, y
 B_1, B_2 es el ancho medido en cada cabecera, m.

6.7.4.3 Ancho efectivo de trabajo

$$B_e = \frac{B_T}{n_t}$$

donde:

B_e es el ancho efectivo de trabajo, m;
 B_T es el ancho total de trabajo, m, y
 n_t es el número de trayectos, adimensional.

6.7.4.4 Longitud total de trabajo

$$L_T = \frac{(L_1 + L_2)}{2}$$

donde:

L_T es la longitud total de trabajo, m, y
 L_1, L_2 son los 100 m trabajados más las distancias para dar vueltas en cabeceras 1 m y 2 m.

6.7.4.5 Longitud efectiva de trabajo

$$L_e = \frac{(L_{c1} + L_{c2})}{2}$$

donde:

L_r es la longitud efectiva de trabajo, m, y
 L_{c1}, L_{c2} es la longitud trabajada incluyendo las distancias trabajadas antes o después de los 100 m en ambas cabeceras, m.

6.7.4.6 Superficie total de trabajo

$$S_T = B_T L_T$$

donde:

S_T es la superficie total de trabajo, m²;
 B_T es el ancho total de trabajo, m, y
 L_T es la longitud total de trabajo, m.

6.7.4.7 Superficie efectiva de trabajo

$$S_e = B_T L_e$$

donde:

S_e es la superficie efectiva de trabajo, m²;
 B_T es el ancho total de trabajo, m, y
 L_e es la longitud real de trabajo, m.

6.7.4.8 Velocidad de operación

$$V_{po} = \frac{3,6D}{t}$$

donde:

V_{po} es la velocidad promedio de operación, km/h;
 D es la distancia de referencia (20 m), m, y
 t es el tiempo promedio de los trayectos, s.

6.7.4.9 Rendimiento teórico

$$Rt = 0,36(B_{to} Vmt)$$

donde:

Rt es el rendimiento teórico, ha/h;
 B_{to} es el ancho teórico de trabajo, m, y
 Vmt es la velocidad máxima expresada por el fabricante, m/s.

6.7.4.10 Rendimiento efectivo

$$R_e = 0,0001 \left(\frac{S_e}{T_e} \right)$$

donde:

R_e es el rendimiento efectivo, ha/h;
 S_e es la superficie efectiva de trabajo, m², y
 T_e es el tiempo efectivo de trabajo, h.

6.7.4.11 Rendimiento operativo

$$R_o = 0,0001 \left(\frac{S_e}{T_o} \right)$$

donde:

R_o es el rendimiento operativo, ha/h;
 S_e es la superficie efectiva de trabajo, m², y
 T_o es el tiempo operativo de trabajo, h.

6.7.4.12 Rendimiento real

$$R_r = 0,0001 \left(\frac{S_e}{T_T} \right)$$

donde:

R_r es el rendimiento real, ha/h;
 S_e es la superficie efectiva de trabajo, m², y
 T_T es el tiempo total de trabajo, h.

6.7.4.13 Eficiencia efectiva

$$E_e = \left(\frac{R_e}{R_t} \right) 100$$

donde:

E_e es la eficiencia de trabajo en campo, %;
 R_e es el rendimiento efectivo, ha/h, y
 R_t es el rendimiento teórico, ha/h.

6.7.4.14 Eficiencia operativa

$$E_o = \left(\frac{R_o}{R_t} \right) 100$$

donde:

E_o es la eficiencia operativa, %;
 R_o es el rendimiento operativo, ha/h, y
 R_t es el rendimiento teórico, ha/h.

6.7.4.15 Eficiencia real

$$E_r = \left(\frac{R_r}{R_t} \right) 100$$

donde:

E_r es la eficiencia real, %;
 R_r es el rendimiento real, ha/h, y
 R_t es el rendimiento teórico, ha/h.

6.7.4.16 Profundidad de siembra

$$Pt = \frac{\sum_{i=1}^t x_i}{t}$$

Donde:

- Pt es la profundidad de siembra, mm;
 x_i es la profundidad de semilla observación i, mm, y
 t es el número de observaciones.

6.7.4.17 Variación de la profundidad de siembra

Cultivo de maíz.

$$V_{pm} = \left(\frac{M_1}{M_2} \right) 100$$

donde:

- V_{pm} es la variación de la profundidad de siembra, %;
 M_1 es el número de plantas con profundidad entre 5 cm y 7 cm en un metro, y
 M_2 es el número total de plantas en un metro.

Cultivo de frijol.

$$V_{pf} = \left(\frac{F_1}{F_2} \right) 100$$

donde:

- V_{pf} es la variación de la profundidad de siembra, %;
 F_1 es el número de plantas con profundidad entre 3 cm y 5 cm en un metro, y
 F_2 es el número total de plantas en un metro.

6.7.4.18 Fallas de población

$$P_{fp} = \left(\frac{N_{pne}}{N_{tp}} \right) 100$$

donde:

- P_{fp} es el porcentaje de fallas de población, %;
 N_{pne} es el número de plantas no emergidas en un metro, y
 N_{tp} es el número total de plantas en un metro.

6.7.4.19 Patinaje de las ruedas

$$Pa = \left(\frac{lo - l}{lo} \right) 100$$

donde:

- Pa es el patinaje, %;
 lo son los avances de la rueda motriz sin carga, m, y
 l es el avance de la rueda motriz con carga, m.

6.8 Prueba de potencia necesaria para tracción

Esta prueba tiene como objetivo identificar la potencia necesaria para efectuar la tracción del equipo de siembra sujeto a prueba. La parcela para este fin debe tener las mismas condiciones que la parcela de prueba de funcionamiento, mientras que en relación con el área de ésta debe ser suficiente para desarrollar 8 trayectos de 100 m cada uno. La velocidad de operación debe ser la misma en los trayectos con carga y sin carga. Se utiliza la siguiente ecuación para calcular este parámetro:

$$P_s = 0,001V(F_{ts} - F_t)$$

donde:

- P_s es la potencia necesaria para tracción de la sembradora, kW;
- F_{ts} es la fuerza requerida con carga, N;
- F_t es la fuerza requerida sin carga, N, y
- V es la velocidad de desplazamiento, m/s.

6.9 De la seguridad de operación

En este estudio se evalúa el nivel de seguridad de operación del equipo sujeto a prueba bajo condiciones normales de trabajo.

6.9.1 Puntos a confirmar de la seguridad de operación:

- a) Seguridad en el enganche y desenganche de la sembradora.
- b) Que cuente con la señalización necesaria y observación de la firmeza de las señales de seguridad al finalizar las pruebas.
- c) Seguridad para realizar el mantenimiento de la sembradora.
- d) Seguridad al realizar las regulaciones en la máquina.
- e) Seguridad y maniobrabilidad en el sistema de transmisión.
- f) Seguridad para realizar la colocación de semilla y fertilizante.

6.10 De la facilidad de operación

En este estudio se evalúa el nivel de facilidad de operación del equipo sujeto a prueba, bajo condiciones normales de trabajo. La sembradora es operada por más de dos inspectores quienes deben confirmar los siguientes puntos:

- a) Facilidad de enganche y desenganche.
- b) Facilidad de acople y desacople.
- c) Facilidad de ajuste de la máquina.
- d) Facilidad para la limpieza, carga y descarga rápida de semilla y fertilizante.
- e) Facilidad para realizar el mantenimiento.
- f) Observaciones derivadas de la operación.

6.11 De la operación continua

Esta prueba tiene como objetivo observar y estudiar el estado de operación general de la máquina durante 3 h de operación continua, montada en el banco de pruebas para sembradoras neumáticas (ver figura 3), en posición horizontal, sin vibración y a la velocidad de trabajo indicada por el fabricante, tomándose muestras cada 30 min. Se identificarán, averías tales como: atoramiento de semillas o fertilizante; la dosificación de semillas y fertilizante, así como su variación se medirán el grado de daño de la semilla, además de revisar irregularidades proporcionales entre cada cuerpo. Calculándose todos los parámetros indicados en los incisos 6.5.3.1 al 6.5.3.6. Durante el tiempo de prueba se mantendrá el 80 % de la capacidad de las tolvas para semilla y fertilizante.

6.12 De la durabilidad

En esta prueba se evalúa la durabilidad de la máquina mediante el registro de fallas o anomalías que pueden ocurrir durante las pruebas y/o por la inspección de las condiciones finales de la sembradora al término de las pruebas. Para este estudio es necesario desarmar aquellos componentes que tengan piezas susceptibles a desgaste como discos dosificadores, catarinas, engranes, cadenas, mecanismo de transmisión, estado de las tolvas.

6.12.1 Puntos de observación y/o registro durante las pruebas

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

Puntos a observar durante la inspección de la sembradora al desarmar sus componentes:

- a) Observación del tipo de material utilizado en piezas susceptibles a desgaste, oxidación y/o corrosión, y
- b) Desgaste y/o deformación de piezas.

7 APÉNDICE NORMATIVO

7.1 Reporte de las pruebas de evaluación

Inspección técnica de la estructura.

a) Del fabricante:

- Fabricante;
- Dirección;
- Teléfono y fax, y
- Correo electrónico.

b) De la sembradora:

- Tipo, modelo, número de serie y nombre comercial;
- Categoría de enganche;
- Peso del implemento (*), kg, y
- Dimensiones de altura, longitud y ancho (*) para trabajo y transporte, m;

c) Del sistema de transmisión se registra (*):

- Cadenas tipo y material;
- Catarinas ubicación, número de dientes, material;
- Engranajes ubicación, número de dientes, material;
- Embrague ubicación, tipo, material, y
- Relación de transmisión.

d) Del dosificador de semilla (*):

- Tipo;
- Número de cuerpos;
- Ubicación;
- Sistema de cambios de dosis de siembra;
- Rango de dosis;
- Mecanismos de ajuste, y
- Dimensión y capacidad de las tolvas.

- e) Del dosificador de fertilizante (*):
- Tipo;
 - Número de cuerpos;
 - Ubicación;
 - Sistema de cambios de dosis de fertilizante;
 - Rango de dosis;
 - Mecanismos de ajuste, y
 - Dimensión y capacidad de las tolvas.
- f) De los platos semilleros (*):
- Espesor;
 - Diámetro exterior;
 - Diámetro interior;
 - Cantidad, forma y uniformidad de alvéolos;
 - Posición;
 - Sistema de fijación, y
 - Material.
- g) De la turbina (*):
- Tipo;
 - Dimensiones generales;
 - Indicaciones de ajuste;
 - Diámetro de flecha y cojinetes;
 - Tipo de accionamiento;
 - Potencia requerida;
 - Presión o vacío generado, y
 - Frecuencia de rotación.
- h) Del disco abre surcos (*):
- Ubicación;
 - Tipo;
 - Material;
 - Sistema de ajuste y fijación, y
 - Dimensiones.
- i) Señalización en la sembradora (*):

Tipo de señal (simbología), contenido, ubicación, claridad de la información.

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

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

Lo indicado en el inciso 9.1 deberá ser confirmado del manual del operador que acompaña a la sembradora y los puntos que presenten un asterisco entre paréntesis (*) serán verificados en las pruebas realizadas durante la inspección técnica de la estructura.

7.2 Semilla y fertilizante para la prueba

7.2.1 Se registrará la siguiente información de la semilla utilizada en las pruebas.

- Variedad;
- Tamaño y forma;
- Masa de 100 semillas;
- Densidad;
- Distribución de tamaño;
- Contenido de humedad;
- Porcentaje de germinación;
- Porcentaje de grano dañado, e
- Impurezas.

Las dimensiones de la semilla se miden como se muestra en la figura 1.

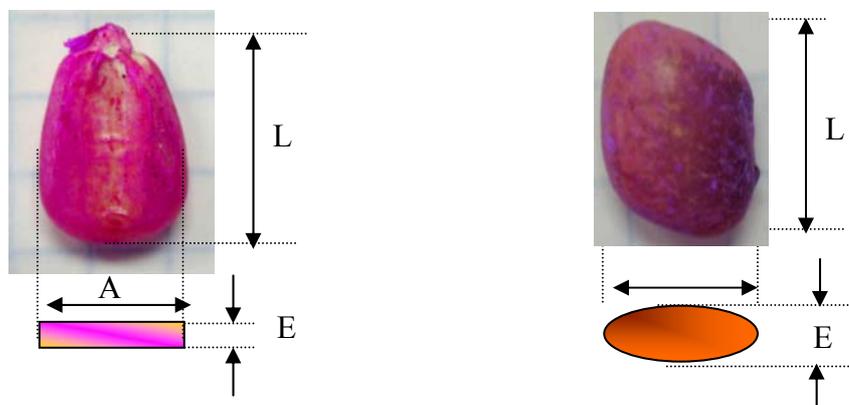


FIGURA 1.- Dimensiones en semillas de maíz y frijol

7.2.2 Para el caso del fertilizante, la información que se toma es la siguiente:

- Nombre comercial;
- Fórmula química;
- Forma del fertilizante;
- Distribución de tamaño;
- Contenido de humedad;
- Densidad, y
- Ángulo de reposo.

El ángulo de reposo se determina con el instrumento de la figura 2 y la ecuación 1 que se indica a continuación:



FIGURA 2.- Medidor de ángulo de reposo (MAR)

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{2h}{d - 25}\right)$$

donde:

α : es el ángulo de reposo, grados;
h: es la altura del cono, mm, y
d: es el promedio de diámetro, mm.

Ecuación 1

TABLA 1.- Dosificación estándar para efectuar la prueba

Insumo	Cultivo	Distancia entre hileras (m)	Distancia entre semillas (mm)	Cantidad	Profundidad de siembra (mm)
Semilla	Maíz	0,8	191	65 000 semillas / ha	50 a 70
	Frijol	0,8	63	200 000 semillas / ha	30 a 50
Mezcla de fertilizante	Maíz	0,8		310 kg / ha	
	Frijol	0,8		175 kg / ha	

NOTA: Para el caso de otros cultivos se utiliza la recomendación técnica para el cultivo que se trate.

7.3 Banco de prueba

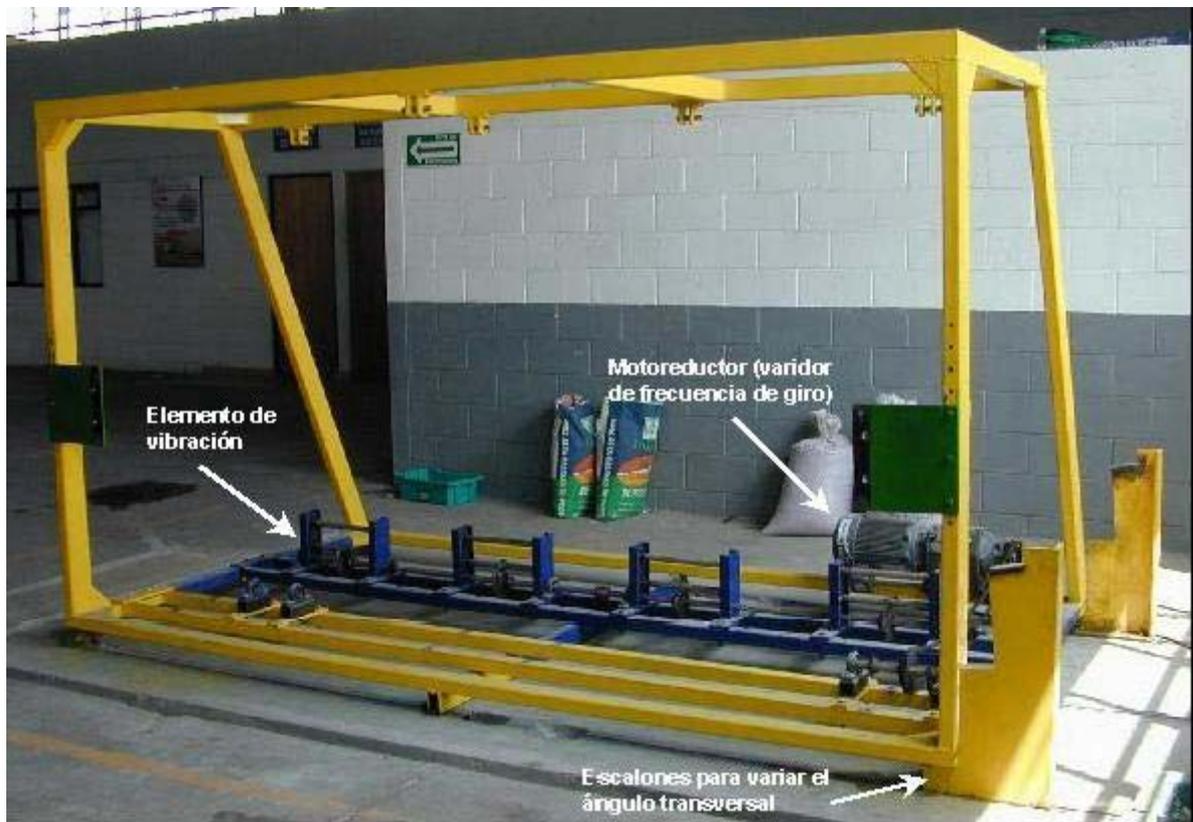


FIGURA 3.- Banco de pruebas

Se registrará y/o se calculará la siguiente información:

- Velocidad de operación;
- Posición de engranes;
- Disco semillero;
- Presión de aire o vacío;
- Tiempo en la toma de muestra;
- Dosificación de semilla por metro;
- Dosificación de fertilizante por metro;
- Dosis de siembra;
- Dosis de fertilizante;
- Porcentaje de semilla dañada;
- La irregularidad de entrega entre cuerpos;
- La irregularidad de entrega de la máquina;
- Variación de dosificación por cambio de velocidad;
- Variación de dosificación por inclinación, y
- Variación de dosificación por vibración.

7.4 En la prueba por desplazamiento

- Número de semillas por metro;
- Número de matas por metro;
- Semillas por mata;
- Dosificación promedio de semillas por metro;
- Dosis de siembra;
- Variación de la distancia entre matas;
- Variación del número de matas, y
- Porcentaje de matas con 2 ó más semillas;

7.5 Condición de la parcela de prueba

- Densidad del suelo;
- Humedad de suelo;
- Resistencia a la penetración;
- Resistencia al corte;
- Tamaño promedio del terrón;
- Cobertura del suelo;
- Microrrelieve, y
- Tipo de labranza.

7.6 Prueba de funcionamiento

Máquina: _____ Tipo: _____ Fabricante: _____
Modelo No. _____ Fecha: _____
Nombre del medidor: _____ Nombre del registrador: _____
Condición de operación. _____

Nombre del operador: _____

Sembradora

Tipo de sembradora: _____

Modelo de sembradora: _____

Número de cuerpos: _____

TRACTOR

Tipo de tractor: _____

Marca de tractor: _____

Potencia del tractor: _____ hp

Presión en las llantas: _____ lb

Tipo de llanta: _____

Medidas de las llantas: _____

Distancia entre ruedas: _____ cm

Posición de la transmisión: _____

Velocidad de trabajo _____ km/h

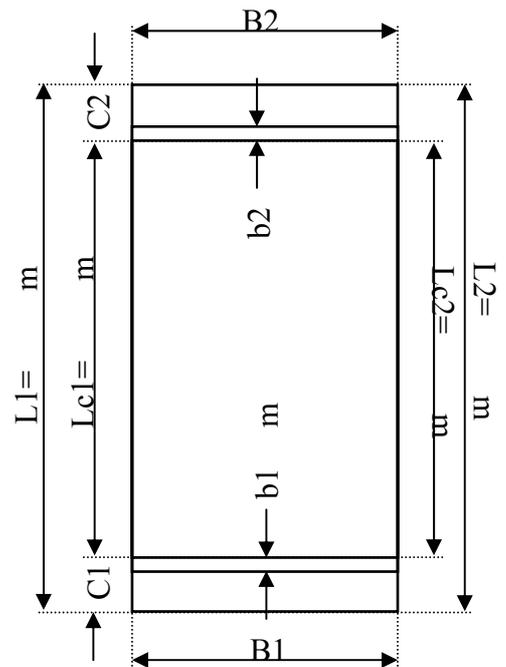
Revoluciones por minuto del motor: _____ rev/min

Distancia de mínimo 3 vueltas de la rueda motriz: _____ Cm

- Hora de inicio;
- Hora de término;
- Tiempo total;
- Tiempo de viraje, y
- Tiempo de ajuste.

División del campo sujeto a prueba.

Ancho total de la cabecera B1 :	_____	m
Ancho total de la cabecera B2 :	_____	M
Ancho total B_t : $0,5(B1 + B2)$	_____	m
Ancho de trabajo efectivo B: (B_t / #. Trayectos)	_____	m
Longitud trabajada en el lado $Lc1 = 100 + b1$	_____	m
Longitud trabajada en el lado $Lc2 = 100 + b2$	_____	M
Longitud total en el lado $L1 = 100 + C1$	_____	M
Longitud total en el lado $L2 = 100 + C2$	_____	M
Longitud total $Lt = 0,5(L1+L2)$	_____	M
Longitud real $Lr = 0,5(Lc1+Lc2)$	_____	M
Superficie total: $Lt \times B_t$	_____	m^2
Superficie de trabajo real: $(Lr \times B_t)$	_____	m^2
Combustible consumido $\frac{L}{\text{min}}$	$\frac{L}{h}$	$\frac{L}{ha}$



- Velocidad de operación;
- Patinaje de las ruedas del tractor;
- Profundidad de siembra;
- Distancia entre matas;
- Número de matas;
- Número de plantas por mata;
- Variación de la profundidad de siembra;
- Variación de la distancia entre matas;
- Variación en el número de matas;
- Porcentaje de matas con 2 ó más plantas;
- Dosificación real de semilla;
- Dosificación real de fertilizante;
- Rendimiento teórico;
- Rendimiento efectivo;
- Rendimiento real;
- Eficiencia real;
- Eficiencia efectiva;
- Fuerza de tracción con la sembradora levantada;
- Fuerza de tracción con la sembradora trabajando, y
- Potencia de tracción.

8 BIBLIOGRAFÍA

NOM-008-SCFI-2002 Sistema General de Unidades de Medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2002.

ISO 8398:1989 Solid Fertilizers – Measurement of static angle of repose. 1ra Edition. Switzerland. pp. A-12 – A-15.

Commission for Asia. 1983. Pacific Regional Network for Agricultural Machinery and the Economic and Social RNAM Test Codes & Procedures for Farm Machinery. 2nd Edition. Technical series No. 10. Philippines. p. 70, 71, 90, 91.

Comité de Normalización. 1987. Sembradora de Granos: Metodología para la Realización de las Pruebas. 1ra. Edición. Habana Cuba. pp. 3-8.

Institute for Agricultural Machinery. Norma IAM. Manual del Método de Prueba para sembradoras de grano (traducción libre del Japonés). Omiya, Japón. Mimeo.

Japanese Society of Agricultural Machinery (JIS). 1977. Manual del Método de pruebas de Maquinaria Agrícola. Traducción libre del Japonés. 1ra edition. México. pp. 210, 218, 219, 244.

Norma Brasileña sobre sembradoras de grano. Información interna del Centro Nacional de Ingeniería Agrícola. Mimeógrafo.

Ortiz C, J.; Herranz J.L. 1989. Técnicas de la Mecanización Agrícola. 3ª Edición. Ediciones Mundi – prensa. Madrid España.

Ortiz V. B.; Ortiz S. C. 1990. Edafología 7ª. Edición. Universidad Autónoma Chapingo, México.

Prairie Agricultural Machinery Institute. Norma PAMI. Manual del Método de pruebas para Sembradoras de Granos. Canadá. Mimeo.

Smith, D. W.; Sims G.B.; Oneil H. D. 1994. Principios y prácticas de prueba y evaluación de máquinas y equipos agrícolas. Procedimientos para evaluación de sembradoras. Boletín de servicio agrícola de la FAO 110.

Takashi Goto. Testing and evaluation of agricultural machinery. Seeder and fertilizer applicator. Bio – oriented Technology Research Advancement Institution (BRAIN).

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

MIGUEL AGUILAR ROMO
DIRECTOR GENERAL

RCG/DLR/MRG

NMX-O-222-SCFI-2004

**TRACTORES, IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS – SEMBRADORAS
NEUMÁTICAS DE PRECISIÓN – ESPECIFICACIONES Y
MÉTODO DE PRUEBA**

**AGRICULTURAL TRACTORS, IMPLEMENTS AND MACHINERY
PRECISION PNEUMATIC SEEDERS – SPECIFICATIONS AND
TEST METHOD**

PREFACIO

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

- ABASTECEDORA DE MAQUINARÍA Y SERVICIOS, S.A. DE C.V.
- CENTRO NACIONAL DE ESTANDARIZACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA
- CARRERA, S.A. DE C.V.
- COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN NACIONAL DE MAQUINARIA, ACCESORIOS Y EQUIPO AGRÍCOLA
- JOHN DEERE, S.A.
- J.A.S. DE OCCIDENTE, S.A. DE C.V.
- NEW HOLLAND DE MÉXICO, S.A. DE C.V.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN
Dirección General de Vinculación y Desarrollo Tecnológico;
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias.
- SEMBRADORAS DOBLADENSES, S.A. DE C.V.
- SWISSMEX RAPID, S.A. DE C.V.
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ÍNDICE DEL CONTENIDO

Número del capítulo	Página
1- Objetivo y campo de aplicación	1
2 Referencias	1
3 Definiciones	2
4 Especificaciones	6
5 Muestreo	10
6 Método de prueba	10
7 Apéndice normativo	27
8 Bibliografía	35
9 Concordancia con normas internacionales	36