



**TRACTORES, IMPLEMENTOS Y MAQUINARIA AGRÍCOLA –
DESGRANADORAS DE MAÍZ - ESPECIFICACIONES Y MÉTODO
DE PRUEBA**

**TRACTORS, IMPLEMENTS AND AGRICULTURAL MACHINERY
– CORN SHELLERS - SPECIFICATIONS AND TEST METHOD**

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma mexicana establece las especificaciones mínimas de calidad y el método de prueba para evaluar la calidad de trabajo, rendimiento, durabilidad, facilidad y seguridad de operación de las desgranadoras de maíz nuevas, que se comercializan en la República Mexicana.

2 REFERENCIAS

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

NMX-B-231-1990

Cribas para clasificación de materiales granulares.
Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 9 de enero de 1991.

NMX-FF-034-1995-SCFI	Productos alimenticios no industrializados – cereales – Maíz (zea mays L.) – Especificaciones y métodos de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 1995.
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.

3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma deben consultarse las definiciones establecidas en las normas mexicanas NMX-B-231, NMX-FF-034-SCFI, NMX-O-028 y NMX-O-153 (ver 2 Referencias), además de complementarse con lo indicado a continuación:

3.1 Mazorca

Inflorescencia femenina del maíz, que da un gran número de granos que crecen juntos unos a otros dispuestos alrededor de un núcleo duro.

3.2 Olote

Núcleo de la mazorca.

3.3 Tamo

Materia menuda que despiden los granos de maíz al ser desgranados.

3.4 Maquinaria agrícola

Es el conjunto de mecanismos, destinado a suministrar, transformar, transferir, aplicar o regular cualquier tipo de energía, para realizar o coadyuvar trabajos agropecuarios y que está destinada permanentemente a dichos trabajos.

3.5 Desgranadora de maíz

Es la máquina que separa el grano de maíz del resto de la mazorca.

3.6 Cilindro desgranador

Elemento rotatorio, el cual en conjunto con un elemento fijo que se encuentra junto a él, se ajusta para realizar el desgrane.

3.7 Cóncavo

Elemento estacionario con forma cóncava que se encuentra junto al cilindro desgranador los cuales realizan el desgrane. En el caso de un cóncavo que es permeable al flujo de grano, en todo el cuerpo o en una parte de él, se realiza una importante función secundaria la cual consiste en realizar la primera separación del material desgranado.

3.8 Ajuste de la desgranadora

Comprende todos aquellos ajustes o cambios de posición de alguno de sus elementos, o limpieza que requiere la máquina desgranadora para beneficio o mejora de su desempeño de acuerdo a las condiciones de trabajo, aún después de haber sido calibrada para la prueba.

3.9 Fallas de la desgranadora

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

3.10 Pieza de repuesto

Es la pieza de características similares la cual realizará las mismas funciones que la pieza original y que se usa para reemplazarla cuando ha quedado fuera de uso por desgaste o rotura.

3.11 Grano dañado

Para efectos de esta norma, se considera aquel grano que presente daños visibles por desprendimiento de material, causados por la acción física de insectos, animales o elementos mecánicos.

3.12 Impurezas

Cualquier cuerpo o material extraño distinto del grano de maíz (incluyendo olotes u otras partes de la planta) y las partes de granos de maíz que pasen a través de una criba de orificios circulares de 4,76 mm de diámetro.

3.13 Grano no desgranado

Es el grano que, después de haber pasado por el mecanismo de desgrane, todavía se encuentra unido al olote.

3.14 Grano perdido

Es el grano que se obtiene en todas las salidas de material de la desgranadora, diferentes a la salida principal de grano.

3.15 Porcentaje de grano dañado

Es la cantidad de grano dañado obtenido en la muestra en relación con la cantidad total de la muestra.

3.16 Porcentaje de impurezas

Es la cantidad de impurezas obtenida en la salida principal de grano en relación con la cantidad total de material que se obtienen en esta misma salida.

3.17 Porcentaje de grano no desgranado

Es la cantidad de grano no desgranado en relación con la cantidad total de grano que entra a la máquina.

3.18 Porcentaje de grano perdido

Es la cantidad de grano perdido en relación con la cantidad total de grano que entra a la máquina.

3.19 Contenido de humedad

Es la cantidad de agua que contiene el maíz, expresada en porcentaje de masa sobre base húmeda.

3.20 Densidad de grano

Es el contenido de masa de grano por unidad de volumen y se expresa en gramos por litro (g/l).

3.21 Frecuencia de rotación del cilindro desgranador

Son las revoluciones por minuto a la cual gira el cilindro desgranador.

3.22 Abertura de alimentación

Es el espacio que permite el libre flujo de las mazorcas de la tolva de alimentación hacia el mecanismo desgranador.

3.23 Eficiencia de desgrane

Es la relación entre la cantidad de grano obtenido en la salida principal de grano y el total de grano obtenido en todas las salidas.

3.24 Material diferente al grano

Es todo el material que se obtiene en las salidas de tamo y olote y que no es grano.

4 ESPECIFICACIONES DE CALIDAD

A continuación se muestran las especificaciones mínimas de calidad con las que deben cumplir las desgranadoras de maíz.

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

Con la finalidad de operar la desgranadora adecuadamente durante las pruebas y de verificar la información otorgada por el fabricante, se elabora una bitácora o libro de campo que constará de los siguientes puntos (la cual debe ser obtenida de la información otorgada por el fabricante y/o por inspección de la propia máquina):

- a) Marca, tipo, modelo, nombre comercial y número de serie.
- b) La descripción general de la desgranadora, principalmente de los órganos de trabajo, incluyendo dibujos y/o fotografías.
- c) Descripción de los componentes principales de la desgranadora de maíz (sistema de alimentación, fuente de potencia y sistema de transmisión, cilindro desgranador, cóncavo, sistema de limpieza, método de transporte, dispositivos de seguridad), indicando las regulaciones de trabajo, mantenimiento y especificaciones técnicas.
- d) El manual debe contar con indicadores para que la máquina sea ajustada de acuerdo al tipo de mazorca a desgranar.

e) En la máquina deben identificarse los puntos de lubricación fácilmente y estar situados en lugares de fácil acceso.

4.1 Generales

4.1.1 El fabricante proveerá las particularidades en relación a los ajustes a la máquina y el rendimiento esperado para diferentes tipos de maíces, preferentemente para los mencionados en el inciso 6.1.4.

4.1.2 El fabricante debe proporcionar el tipo de fuente y los requerimientos de potencia necesarios para que la desgranadora trabaje adecuadamente.

4.1.3 El fabricante debe indicar el intervalo de frecuencia de rotación del cilindro desgranador para el buen funcionamiento de la máquina.

4.1.4 El fabricante debe proporcionar los accesorios necesarios que permitan que se cumpla con la relación de transmisión recomendada considerando diferentes tipos de maíces.

4.2 De la estructura de la desgranadora

4.2.1 El sistema de desgrane debe contar con mecanismos que faciliten el mantenimiento, en esta parte de la máquina, cada vez que ésta se utilice.

4.2.2 La máquina debe contar con dispositivos que permitan fijarla a la superficie y evitar que, durante su funcionamiento, se ponga en riesgo la seguridad del operador.

4.2.3 Debe contar con dispositivos que faciliten el transporte de la máquina de forma segura.

4.3 De la calidad de trabajo

4.3.1 El porcentaje de grano dañado debe ser igual o menor a 2 % con relación al grano obtenido.

4.3.2 El porcentaje de impurezas debe ser igual o menor a 2 % con relación al grano obtenido.

4.3.3 El porcentaje total de grano perdido no debe ser mayor de 3,5 % esto para cuando se tiene una humedad normal (10 % - 14 %), y 6,5 % cuando se tiene una humedad alta (>14 % -18 %).

- 4.4 De la eficiencia
 - 4.4.1 La eficiencia de desgrane no debe ser menor al 93 %.
- 4.5 De la seguridad de operación
 - 4.5.1 La máquina en general, respecto a la estructura, debe estar exento de puntos salientes y/o punzo cortantes, que pongan en riesgo la seguridad del operador, además de contar con cubiertas o guardas que eviten que el operador entre en contacto con las partes móviles de la máquina al momento de estar funcionando.
 - 4.5.2 El manual del operador debe contar con un apartado especial de seguridad al usuario, donde se indique que hacer en caso de que se presentaran fallas que pusieran en riesgo la integridad del operador, así como las indicaciones para prevenir y/o evitar accidentes.
 - 4.5.3 El nivel de ruido máximo durante todo el tiempo de exposición a la altura del oído del operador debe ser menor a 100 dB(A).
- 4.6 De la durabilidad
 - 4.6.1 La máquina no debe presentar fallas durante el tiempo que duren las pruebas, en caso de ocurrir, éstas deben ser suspendidas.

5 MUESTREO

Para efectuar la verificación de las especificaciones del producto 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 prueba debe 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

6.1 Condiciones generales de la prueba

6.1.1 De la desgranadora

La desgranadora debe ser entregada por el fabricante en las condiciones óptimas de trabajo, y se realizará una demostración por los inspectores y técnicos del fabricante, para asegurar la calibración adecuada de la máquina. La desgranadora debe contar con todas sus partes correspondientes, además de sus accesorios y la información que acompaña a la misma, como se indica en el capítulo 4 especificaciones de calidad. Durante las pruebas la desgranadora y todos sus componentes deben ser siempre los mismos.

6.1.2 Fuente de potencia

La fuente de potencia utilizada en las pruebas debe ser siempre la misma hasta el término de éstas y debe estar en condiciones óptimas para el trabajo como lo recomienda el fabricante de la desgranadora.

6.1.3 Operador

El operador debe ser calificado y avalado por el fabricante para las pruebas de la desgranadora y debe ser siempre el mismo hasta el término de éstas.

6.1.4 Características de la mazorca utilizada durante la prueba

	Humedad A	Humedad B
Humedad, %	10- 14	>14-18
Densidad del grano, g/l	700-750	700-750
Relación grano-mazorca	0,75-0,95	0,75-0,95
Porcentaje de impurezas, P_i , %	0-1	0-1
Porcentaje de grano quebrado, P_q , %	0-1	0-1
Porcentaje de grano dañado, P_d , %	0-1	0-1
Dimensiones de la mazorca		
Longitud, mm	108-166	108-166
Diámetro, mm	40 - 52	40 - 52

6.2 Información previa a las pruebas

Antes de iniciar cualquier prueba se deben corroborar y anotar en la bitácora o cuaderno de campo los siguientes aspectos: modelo de la desgranadora, ajuste correspondiente al tipo de mazorca, frecuencia de rotación del cilindro trillador, abertura de alimentación, tipo de fuente de potencia, capacidad de la fuente de potencia, velocidad angular de la polea motriz, relación de transmisión.

6.3 De los instrumentos de medición

Para realizar las pruebas debe contarse con los instrumentos de medición certificados y calibrados, para medir: longitud, masa (peso), temperatura, tiempo, frecuencia de rotación; y con los materiales y equipos 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 desgranadora 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 el o los manuales que acompañan a la máquina, así como los puntos que deben registrarse:

- a) Especificaciones técnicas (puntos a registrar).
Especificaciones generales de la desgranadora: Fabricante, dirección del fabricante, país de origen, modelo, número de serie, nombre comercial, peso de la máquina, dimensiones generales, tipo de la fuente de potencia, capacidad de la fuente de potencia recomendada para su trabajo adecuado.
- b) Información de operación.
Ajustes del equipo, velocidad angular de operación del cilindro desgranador, recomendaciones de uso, problemas más comunes, sus causas y soluciones.
- c) Diagrama de ensamble.
Indicar las piezas, así como su posición en los diagramas 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 más comunes.
- 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 deben medir y reportar los siguientes puntos:

- a) Verificar que las características mencionadas en el inciso 6.4.1 a), coincidan con las características reales de la máquina. Además, de ser posible, es importante que la máquina presente esta información en alguna parte visible de la misma.
- b) Dimensiones generales de la desgranadora (altura, ancho y longitud), así como su masa. Las mediciones de alturas, longitud y ancho deben realizarse en un piso nivelado, permitiendo un desnivel máximo del 1 %.
- c) Verificar forma y dimensiones de la estructura principal, mediante diagrama o esquema de la desgranadora, indicando ajustes de trabajo y puntos de lubricación del equipo.
- d) Realizar un dimensionamiento de las partes principales.
- e) Verificar la protección anticorrosiva y antioxidante de las partes susceptibles a estos fenómenos en la desgranadora.
- f) Revisar la seguridad de la estructura (registrar: partes filosas, puntos salientes y/o punzo cortantes).
- g) Inspeccionar la señalización en la máquina (registrar: contenido, claridad de la información y ubicación).

6.5 Evaluación de la mazorca a utilizar

El objetivo de esta prueba es obtener información sobre las condiciones reales del material que se va a utilizar para el trabajo en campo y con ello conocer el desempeño general de la máquina.

6.5.1 Materiales de prueba

Se debe usar un tipo de mazorca de acuerdo a lo especificado en el inciso 6.1.4.

6.5.2 Puntos de medición y/u observación

Los puntos sujetos a medición y/o cálculo son:

Variedad;
Tamaño de la mazorca, (ver figura 1);
 Diámetro, mm;
 Longitud, mm;
Tamaño del grano, (ver figura 2);
 Largo, mm;
 Ancho, mm;
 Espesor, mm;
Masa de 100 mazorcas, kg;
Masa de 100 granos, kg;
Densidad del grano, g/l;
Contenido de humedad del grano, %;
Contenido de humedad de la mazorca, %;
Relación grano – mazorca, adimensional;
Porcentaje de granos quebrados, %;
Porcentaje de grano dañado naturalmente o podrido, %.

6.5.3 Fórmulas de cálculo

6.5.3.1 Diámetro de la mazorca

$$d = \left(\frac{d_1 + d_2}{2} \right)$$

donde:
d: es el diámetro de la mazorca, mm, y
d₁, d₂: son los diámetros medidos, mm.

6.5.3.2 Contenido de humedad del grano

$$H_s = \left(\frac{w_1 - w_2}{w_1} \right) 100$$

donde:
H_s: es el contenido de humedad del grano, %;
w₁: es la masa de la muestra húmeda sin tara, g, y
w₂: es la masa de la muestra seca sin tara, g.

6.5.3.3 Humedad de la mazorca

$$H_{Sm} = \left(\frac{w_{m1} - w_{m2}}{w_{m1}} \right) 100$$

donde:
H_{Sm}: es el contenido de humedad de la mazorca, %;
w_{m1}: es la masa de la muestra húmeda sin tara, g, y
w_{m2}: es la masa de la muestra seca sin tara, g.

6.5.3.4 Relación grano – mazorca

$$K = \frac{P_g}{P_m}$$

donde:
K: es la relación grano – mazorca, adimensional;
P_g: es la masa de los granos de maíz, g, y
P_m: es la masa de la mazorca, g.

6.5.3.5 Porcentaje de granos quebrados

$$Gq = \left(\frac{Mgq}{Mg} \right) 100$$

donde:

Gq: es el porcentaje del grano quebrado, %;

Mg: es la masa total de la muestra, g, y

Mgq: es la masa del grano quebrado, g.

6.5.3.6 Porcentaje de grano dañado naturalmente o podrido

$$Gd = \left(\frac{Mgd}{Mg} \right) 100$$

donde:

Gd: es el porcentaje del grano dañado, %;

Mg: es la masa total de la muestra, g;

Mgd: es la masa del grano dañado naturalmente o podrido, g.

6.6 Prueba de calidad

El objetivo es determinar la calidad de trabajo de la desgranadora, por medio de los porcentajes de grano dañado, impurezas, grano quebrado, grano no desgranado y grano perdido.

6.6.1 Material de prueba

Se debe usar una mazorca de acuerdo a lo especificado en el inciso 6.1.4.

6.6.2 Condición de operación

Las condiciones de la prueba consisten en variar la frecuencia de rotación del cilindro desgranador y la abertura de la entrada de alimentación de la desgranadora. Se parte de la frecuencia de rotación recomendada por el fabricante proporcionada por medio del manual de operación o en su caso, de forma oficial por escrito. Para el caso de las desgranadoras en donde sea posible, se varía la frecuencia de rotación del cilindro desgranador considerando el rango recomendado por el fabricante. Esto se hace para 3 posiciones distintas de la abertura de la entrada del material a desgranar (en las máquinas que cuenten con el aditamento para regular la velocidad de alimentación) y para cualquiera de las dos humedades especificadas (ver tabla 1).

Puntos de medición y/o observación.

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

- Masa del material que entra, kg;
- Frecuencia de rotación del eje principal, r/min;
- Facilidad de manejo y operación;
- Tiempo de duración de la prueba, s;
- Peso del material que entra, kg;
- Frecuencia de rotación de las poleas (cilindro y fuente de potencia), r/min;
- Masa total del material en la salida principal, kg;
- Masa total del material en la salida del tamo, kg;
- Masa total del material en la salida del olote, kg;
- Masa total del material que se queda en la desgranadora, kg;
- Masa total del material que tira la desgranadora, kg;
- Material diferente al grano, g;
- Porcentaje del grano dañado, %;
- Porcentaje de grano perdido (tamo, tirado y olote), %;
- Porcentaje de grano sin desgranar, %.
- Eficiencia de desgranado, adimensional, y
- Porcentaje de impurezas, %.

TABLA 1.- Distribución de las condiciones para la prueba de calidad de trabajo

Condiciones		Abertura de alimentación		
		100 %	75 %	50 %
Humedad A o B	Límite inferior del rango de velocidad recomendado por el fabricante	I	II	III
	Velocidad óptima de desgrane	IV	V	VI
	Límite superior del rango de velocidad recomendado por el fabricante	VII	VIII	IX

6.6.3 Fórmulas de cálculo

6.6.3.1 Porcentaje del material en la salida principal del grano

$$P_1 = \left(\frac{W_1}{W} \right) 100$$

donde:

P_1 : es el porcentaje de material obtenido en la salida principal del grano, %;

W_1 : es la masa total de material en la salida principal de grano, g, y

W : es la masa de la muestra a desgranar, g.

6.6.3.2 Porcentaje de grano dañado

$$P_{GD} = \left(\frac{W_{GD}}{W_1 - W_I} \right) 100$$

donde:

P_{GD} : es el porcentaje del grano dañado, %;

W_{GD} : es la masa total del grano dañado, g;

W_1 : es la masa total de material en la salida principal de grano, g, y

W_I : es la masa total de impurezas, g.

6.6.3.3 Porcentaje de impurezas

$$P_I = \left(\frac{W_I}{W_1} \right) 100$$

donde:

P_I : es el porcentaje de impurezas, %;

W_I : es la masa total de impurezas, g, y

W_1 : es la masa total de material en la salida principal de grano, g.

6.6.3.4 Porcentaje del material en la salida del tamo

$$P_2 = \left(\frac{W_2}{W} \right) 100$$

donde:

P_2 : es el porcentaje de material que sale en la salida de tamo, %;

W_2 : es la masa total de material que sale en la salida de tamo, g, y

W : es la masa de la muestra a desgranar, g.

6.6.3.5 Porcentaje de grano perdido en el la salida del tamo

$$P_{GPT} = \left(\frac{W_{PT}}{W_T} \right) 100$$

donde:

P_{GPT} : es el porcentaje de grano perdido en la salida del tamo, %;

W_T : es la masa del total de grano en todas las salidas, g, y

W_{PT} : es la masa de grano perdido en el tamo, g.

6.6.3.6 Porcentaje del material en la salida del olote

$$P_3 = \left(\frac{W_3}{W} \right) 100$$

donde:

P_3 : es el porcentaje de material de la salida del olote, %;

W_3 : es la masa total de material de la salida del olote, g, y

W : es la masa de la muestra a desgranar, g.

6.6.3.7 Porcentaje del grano suelto en la salida del olote

$$P_{GSO} = \left(\frac{W_{GSO}}{W_T} \right) 100$$

donde:

P_{GSO} : es el porcentaje de grano suelto perdido en el olote, %;

W_T : es la masa del total de grano en todas las salidas, g, y

W_{GSO} : es la masa del grano suelto en la salida del olote, g.

6.6.3.8 Porcentaje del grano no desgranado en la salida del olote

$$P_{GNDO} = \left(\frac{W_{GNDO}}{W_T} \right) 100$$

donde:

P_{GNDO} : es el porcentaje de grano no desgranado en el olote, %;

W_T : es la masa del total de grano en todas las salidas, g, y

W_{GNDO} : es la masa del grano no desgranado en la salida del olote, g.

6.6.3.9 Porcentaje del grano perdido en la salida del olote

$$P_{GPO} = P_{GSO} + P_{GNDO}$$

donde:

P_{GPO} : es el porcentaje del grano perdido en la salida del olote, %;

P_{GSO} : es el porcentaje de grano suelto perdido en el olote, %, y

P_{GNDO} : es el porcentaje de grano no desgranado en el olote, %.

6.6.3.10 Porcentaje del material que se queda en la desgranadora

$$P_4 = \left(\frac{W_4}{W} \right) 100$$

donde:

P_4 : es el porcentaje de material que se queda en la máquina, %;

W_4 : es la masa total de material que se queda en la máquina, g, y

W : es la masa de la muestra a desgranar, g.

6.6.3.11 Porcentaje del grano suelto que se queda en la máquina

$$P_{GSM} = \left(\frac{W_{GSM}}{W_T} \right) 100$$

donde:

P_{GSM} : es el porcentaje de grano suelto que se queda en la máquina, %;

W_T : es la masa del total de grano en todas las salidas, g, y

W_{GSM} : es la masa del grano suelto que se queda en la máquina, g.

6.6.3.12 Porcentaje del grano no desgranado que se queda en la máquina

$$P_{GNDM} = \left(\frac{W_{GNDM}}{W_T} \right) 100$$

donde:

P_{GNDM} : es el porcentaje de grano no desgranado que se queda en la máquina, %;

W_T : es la masa del total de grano en todas las salidas, g, y

W_{GNDM} : es la masa del grano no desgranado que se queda en la máquina, g.

6.6.3.13 Porcentaje del grano perdido que se queda en la máquina

$$P_{GPM} = P_{GSM} + P_{GNDM}$$

donde:

P_{GPM} : es el porcentaje del grano perdido que se queda en la máquina, %;

P_{GSM} : es el porcentaje de grano suelto que se queda en la máquina, %, y

P_{GNDM} : es el porcentaje de grano no desgranado que se queda en la máquina, %.

6.6.3.14 Porcentaje del material que tira la máquina

$$P_5 = \left(\frac{W_5}{W} \right) 100$$

donde:

P_5 : es el porcentaje de material que tira la máquina, %;

W_5 : es la masa total del material que tira la máquina, g, y

W : es la masa de la muestra a desgranar, g.

6.6.3.15 Porcentaje del grano suelto que tira la máquina

$$P_{GST} = \left(\frac{W_{GST}}{W_T} \right) 100$$

donde:

P_{GST} : es el porcentaje del grano suelto que tira la máquina, %;

W_T : es la masa del total de grano en todas las salidas, g, y

W_{GST} : es la masa del grano suelto que tira la máquina, g.

6.6.3.16 Porcentaje del grano no desgranado que tira la máquina

$$P_{GNDT} = \left(\frac{W_{GNDT}}{W_T} \right) 100$$

donde:

P_{GNDT} : es el porcentaje del grano no desgranado que tira la máquina, %;

W_T : es la masa del total de grano en todas las salidas, g, y

W_{GNDT} : es la masa del grano suelto que tira la máquina, g.

6.6.3.17 Porcentaje del grano perdido que tira la máquina

$$P_{GPS} = P_{GST} + P_{GNDT}$$

donde:

P_{GPS} : es el porcentaje del grano perdido que tira la máquina, %;

P_{GST} : es el porcentaje del grano suelto que tira la máquina, %, y

P_{GNDT} : es el porcentaje del grano no desgranado que tira la máquina, %.

6.6.3.18 Material diferente al grano

$$MOG = W_{Ta} + W_O$$

donde:

MOG : es la masa del material no grano, g;

W_{Ta} : es la masa del material colectado en la salida del tamo sin granos, g, y

W_O : es la masa de los olotes obtenidos en la salida del olote y ya separados de los granos, g.

6.6.3.19 Porcentaje de grano perdido

donde:

P_{GP} : es el porcentaje de grano perdido, %;

P_{GPT} : es el porcentaje de grano perdido en la salida del tamo, %;

P_{GPO} : es el porcentaje del grano perdido en la salida del olote, %;

P_{GPM} : es el porcentaje del grano perdido que se queda en la máquina, %, y

P_{GPS} : es el porcentaje del grano perdido que tira la máquina, %.

$$P_{GP} = P_{GPT} + P_{GPO} + P_{GPM} + P_{GPS}$$

6.6.3.20 Porcentaje de grano sin desgranar

donde:

P_{SD} : es el porcentaje de grano no desgranado, %;

P_{GNDO} : es el porcentaje de grano no desgranado en el olote, %;

P_{GNDM} : es el porcentaje de grano no desgranado que se queda en la máquina, %, y

P_{GNDT} : es el porcentaje del grano no desgranado que tira la máquina, %.

$$P_{SD} = P_{GNDO} + P_{GNDM} + P_{GNDT}$$

6.6.3.21 Grano total obtenido

$$W_T = W_1 + W_{GSO} + W_{GNDO} + W_{PT} + W_{GSM} + W_{GNDM} + W_{GST} + W_{GNDT} - W_I$$

donde:

W_T : es la masa total del grano, g;

W_1 : es la masa total de material en la salida principal de grano, g;

W_{GSO} : es la masa del grano suelto en la salida del olote, g;

W_{GNDO} : es la masa del grano no desgranado en la salida del olote, g;

W_{PT} : es la masa de grano perdido en el tamo, g;

W_{GSM} : es la masa del grano suelto que se queda en la máquina, g;

W_{GNDM} : es la masa del grano no desgranado que se queda en la máquina, g;

W_{GST} : es la masa del grano suelto que tira la máquina, g;

W_{GNDT} : es la masa del grano suelto que tira la máquina, g, y

W_I : es la masa total de impurezas, g.

6.6.3.22 Eficiencia de desgrane

$$E = \frac{W_1 - W_I}{W_T}$$

donde:

E: es la eficiencia de desgrane, %;

W_T : es la masa total del grano, g;

W_1 : es la masa del material en la salida principal de grano, g, y

W_I : es la masa total de impurezas, g.

6.7 Prueba de 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.

6.7.1 Condiciones de operación

La desgranadora es operada en condiciones normales de trabajo, por más de dos inspectores quienes deben confirmar los siguientes puntos:

6.7.1.1 Puntos a confirmar de la facilidad de operación:

- a) Facilidad de alimentación de la máquina;
- b) Facilidad de ajuste de la máquina;
- c) Facilidad para la limpieza de la máquina;
- d) Facilidad para realizar el mantenimiento;
- e) Facilidad de transporte de la máquina;
- f) Facilidad de enganche y desenganche al tractor, para el caso de las accionadas por la toma de fuerza;
- g) Facilidad de acople y desacople a la toma de fuerza, para el caso de las accionadas por la toma de fuerza, y
- h) Observaciones derivadas de la operación.

6.7.1.2 Puntos a confirmar de la seguridad de operación:

- a) Seguridad en alimentación de la máquina;
- b) Existencia y seguridad de los resguardos de los mecanismos que ofrecen peligro (protección en partes móviles, calientes, etc).
- c) Existencia de escritos de advertencia en los lugares de peligro de la máquina;
- d) Puntos salientes o punzo cortantes;
- e) Observación de las condiciones de las señales de seguridad al finalizar las pruebas;
- f) Seguridad para realizar el mantenimiento;
- g) Seguridad al realizar los ajustes a la máquina;

- h) Seguridad en el transporte de la máquina;
- i) Seguridad en la operación de la máquina;
- j) Seguridad en el enganche y desenganche al tractor, para el caso de las accionadas por la toma de fuerza, y
- k) Seguridad en el acople y desacople a la toma de fuerza, para el caso de las accionadas por la toma de fuerza.

6.8 Prueba de rendimiento

El objetivo de realizar la prueba de rendimiento es conocer la capacidad real de la desgranadora.

6.8.1 Duración de la prueba

El equipo debe trabajar durante 30 min.

6.8.2 Material de prueba

Se debe trabajar con mazorcas que cumplan con las especificaciones establecidas en el inciso 6.1.4.

6.8.3 Condiciones de prueba

La máquina se debe operar utilizando la abertura de alimentación y la frecuencia de rotación del cilindro desgranador que cumpla en mejor forma con las especificaciones establecidas durante la prueba de calidad, además se considera el rendimiento y el nivel de ruido generado por la máquina durante la prueba mencionada.

6.8.4 Puntos de observación y/o registro

Durante la prueba se hace la medición y el cálculo de los siguientes puntos:

6.8.4.1 Antes del inicio de la prueba

- Variedad;
- Contenido de humedad del grano, %;
- Contenido de humedad de la mazorca, %;
- Relación grano – mazorca, adimensional, y
- Frecuencia de rotación del cilindro desgranador, r/min;

6.8.4.2 Durante la prueba

Los siguientes puntos deben ser medidos cada 10 min durante el desarrollo de la prueba, es decir se van a tomar 3 muestras en total.

- Masa de la muestra del material en la salida principal de grano, kg;
- Frecuencia de rotación del cilindro desgranador, r/min, y

- Nivel de ruido, dB(A).

6.8.4.3 Al final de la prueba

- Masa total del material en la salida principal de grano, %;
- Rendimiento, kg/h;
- Porcentaje de grano dañado en la salida principal de grano, %;
- Porcentaje de impurezas en la salida principal de grano, %;
- Consumo de combustible, l;
- Consumo de combustible horario, l/h;
- Eficiencia de desgrane, %;
- Número y frecuencia de fallos presentados, adimensional, y
- Número y frecuencia de ajustes realizados, adimensional.

6.8.5 Fórmulas de cálculo

6.8.5.1 Rendimiento

$$R_r = 3,6 \left(\frac{W_1 - W_I}{t} \right)$$

donde:

R_r : es el rendimiento real, kg/h;

t : es el tiempo de duración de la prueba, s;

W_1 : es la masa total de material en la salida principal de grano, g, y

W_I : es la masa total de impurezas, g.

6.8.5.2 Consumo combustible por hora

$$C_E = 3600 \left(\frac{C_C}{t} \right)$$

donde:

C_E : es el consumo de combustible por hora, l/h;

t : es el tiempo de duración de la prueba, s, y

C_C : es el consumo de combustible de la máquina durante la prueba, l.

6.9 Requerimientos de potencia

El objetivo de esta prueba es conocer la potencia requerida por la desgranadora en el eje accionado por la fuente de potencia.

6.9.1 Duración de la prueba

La máquina debe trabajar durante 3 min con carga.

Esta prueba consiste en hacer trabajar a la máquina tanto en vacío como con carga, de las cuales se realizan 3 repeticiones.

6.9.2 Material de prueba

Se debe trabajar con mazorcas que cumplan con las especificaciones establecidas en el inciso 6.1.4.

6.9.3 Condiciones de prueba

Se utilizan las mismas condiciones de la máquina utilizadas en la prueba de rendimiento (ver inciso 6.8.3).

6.9.4 Puntos de observación y/o registro

Durante el desarrollo de cada repetición se miden o se calculan los siguientes puntos:

- Torque medido en el eje acoplado en la fuente de potencia, kNm;
- Frecuencia de rotación del eje acoplado a la fuente de potencia, r/min;
- Potencia requerida en el eje acoplado a la fuente de potencia, kW;
- Rendimiento de la desgranadora, kg/h, y
- Aprovechamiento de la energía, kg/kW-h.

6.9.5 Fórmulas de cálculo

6.9.5.1 Potencia requerida por la desgranadora

donde:

$$P = \frac{\pi n T}{30}$$

P: es la potencia requerida por la desgranadora, kW;
n: es la frecuencia de rotación del eje acoplado a la fuente de potencia, r/min, y

T: es el torque en el eje acoplado a la fuente de potencia, kNm.

6.9.5.2 Aprovechamiento de la energía

donde:

$$A = \frac{R}{P}$$

A: es el aprovechamiento de la energía, kg/kW-h;
P: es la potencia requerida por la desgranadora, kW,
y
R: es el rendimiento de la desgranadora, kg/h.

6.10 Prueba de operación continua

Esta prueba tiene como objetivo conocer el desempeño de la desgranadora además de identificar desajustes o fallas originadas por la operación continua de dicha máquina.

6.10.1 Duración de la prueba

El equipo debe trabajar durante 5 h en vacío y 5 h con carga.

Esta prueba se divide en dos partes, la primera consiste en hacer trabajar la máquina durante 5 h sin carga, al final de las cuales se hace una evaluación general lo que determinará si se continúa con las 5 h con carga.

6.10.2 Material de prueba

Para el caso de las 5 h con carga, se debe trabajar con mazorcas que cumplan con las especificaciones establecidas en el inciso 6.1.4.

6.10.3 Condiciones de prueba

La máquina se debe operar utilizando la abertura de alimentación recomendada por el fabricante y a la frecuencia de rotación del cilindro desgranador que cumpla en mejor forma con las especificaciones establecidas durante la prueba de calidad, además se considera el rendimiento y el nivel de ruido generado por la máquina durante la prueba mencionada.

Durante las 5 h en vacío, se hace una inspección constante de la máquina con el fin de detectar situaciones anormales originadas por la operación continua.

Para el caso de las 5 h con carga, se hace un análisis similar al realizado en la prueba de rendimiento, solo que en este caso las muestras se toman cada hora.

6.10.4 Puntos de observación y/o registro

6.10.4.1 Prueba de 5 h en vacío

- Tiempo total de la prueba, h;
- Tipo y número de ajustes;
- Frecuencia de paros;
- Presencia de falla;
- Condiciones estructurales de la máquina, y
- Nivel de ruido, dB(A).

6.10.4.2 Prueba de 5 h con carga

6.10.4.2.1 Antes del inicio de la prueba

- Variedad;
- Contenido de humedad del grano, %;

- Contenido de humedad de la mazorca, %;
- Relación grano – mazorca, adimensional, y
- Frecuencia de rotación del cilindro desgranador, r/min;

6.10.4.2.2 Durante la prueba

- Masa de la muestra del material en la salida principal de grano, kg;
- Frecuencia de rotación del cilindro desgranador, r/min, y
- Nivel de ruido, dB(A).

6.10.4.2.3 Al final de la prueba

- Masa total del material en la salida principal de grano, %;
- Rendimiento, kg/h;
- Porcentaje de grano dañado en la salida principal de grano, %;
- Porcentaje de impurezas en la salida principal de grano, %;
- Consumo de combustible, l;
- Consumo de combustible horario, l/h;
- Eficiencia de desgrane, %;
- Presencia de falla, adimensional, y
- Número y frecuencia de ajustes realizados, adimensional.

6.11 Prueba de durabilidad

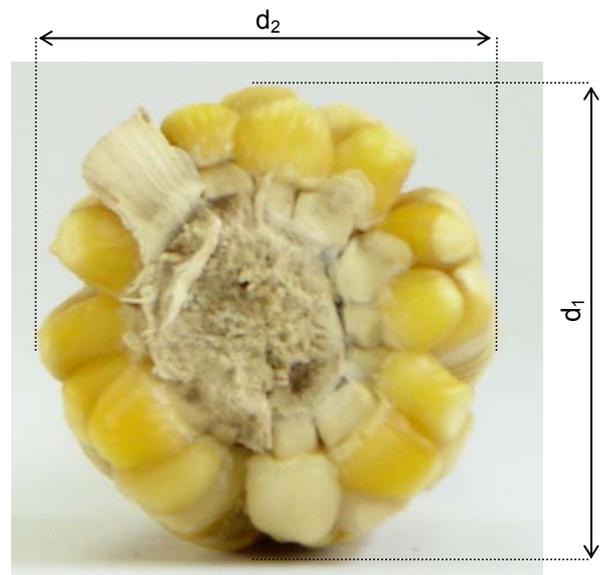
En esta prueba se evalúa la durabilidad de la máquina mediante el registro de ajustes, falla o anomalías que puedan ocurrir durante las pruebas realizadas además de considerar las condiciones finales de la desgranadora al término de éstas.

6.11.1 Puntos de observación y/o registro

- Tipo y número de ajustes;
- Tiempo total de ajustes;
- Frecuencia y causas de paros;
- Presencia de falla, y
- Condiciones estructurales de la máquina.

7 APÉNDICE NORMATIVO

7.1 Generales



donde:
L: Longitud de la mazorca, mm;
d₁, d₂: Diámetros de la mazorca medidos, mm.

FIGURA 1.- Dimensiones de la mazorca



donde:
A: Ancho del grano, mm;
E: Espesor del grano, mm;
L: Longitud del grano, mm.

FIGURA 2.- Dimensiones del grano

7.2 Reporte de las pruebas y evaluación

7.2.1 Inspección técnica de la estructura

a) Fabricante.

Nombre del fabricante: _____

Dirección: _____

Teléfono y Fax: _____

Correo Electrónico: _____

b) Máquina desgranadora.

Modelo: _____ Número de serie: _____

Nombre comercial: _____

* Peso de la máquina: _____ kg

* Dimensiones

Altura: _____ mm

Longitud: _____ mm

Ancho: _____ mm

c) Fuente de potencia. *

Tipo: _____ Capacidad: _____ hp

d) Cilindro desgranador. *

Peso: _____ kg

Dimensiones:

Longitud: _____ mm

Diámetro: _____ mm

Tipo de dientes: _____

Dimensiones de los dientes:

Altura: _____ mm

Longitud: _____ mm

Ancho: _____ mm

e) Transmisión. *

Tipo: _____ Relación de transmisión: _____

f) Señalización de la desgranadora. *

Tipo de señal: _____ Ubicación: _____

Claridad de la información: _____

Contenido: _____

NOTA: Este formato se utiliza para cada una de las señales encontradas.

g) Protección anticorrosiva, antioxidante y al desgaste. *

Nombre de la pieza: _____

Tipo de protección: _____

Funcionalidad de la protección: _____

Lo indicado en este punto deberá ser confirmado con ayuda del manual del operador que acompaña a la desgranadora y los puntos marcados con asterisco, serán verificados en las pruebas realizadas durante la inspección técnica de la estructura.

7.2.2 Condiciones de la mazorca utilizada durante las pruebas.

Concepto	Humedad A	Humedad para el rendimiento
Variedad	_____	_____
Humedad [%]	_____	_____
Densidad [g/l]	_____	_____
Dimensiones de la mazorca		
Longitud [mm]	_____	_____
Diámetro [mm]	_____	_____
Dimensiones del grano		
Longitud [mm]	_____	_____
Ancho [mm]	_____	_____
Espesor [mm]	_____	_____
Peso de 100 mazorcas [g]	_____	_____
Peso de 100 granos [g]	_____	_____
Relación grano-mazorca [%]	_____	_____
Porcentaje de grano quebrado [%]	_____	_____
Porcentaje de impurezas [%]	_____	_____
Porcentaje de grano dañado naturalmente [%]	_____	_____

Observaciones:

Observaciones:

7.2.4 Facilidad de operación

Facilidad de alimentación de la máquina: _____

Facilidad de ajuste de la máquina: _____

Facilidad para la limpieza de la máquina: _____

Facilidad para realizar el mantenimiento: _____

Facilidad para el transporte de la máquina: _____

Facilidad de enganche y desenganche al tractor: _____

Facilidad de acople y desacople a la toma de fuerza: _____

Observaciones derivadas de la operación: _____

7.2.5 Seguridad de operación:

Seguridad en alimentación de la máquina: _____

Existencia y seguridad de los resguardos de los mecanismos que ofrecen peligro
(Protección en partes móviles): _____

Existencia de escritos de advertencia en los lugares de peligro de la máquina: _____

Puntos salientes o punzo cortantes: _____

Observación de las condiciones de las señales de seguridad al finalizar las pruebas: _____

Seguridad para realizar el mantenimiento: _____

Seguridad al realizar los ajustes a la máquina: _____

Seguridad en el transporte de la máquina: _____

Seguridad en la operación de la máquina: _____

Seguridad en el enganche y desenganche al tractor: _____

Seguridad de acople y desacople a la toma de fuerza: _____

7.2.6 Prueba de rendimiento

Conceptos	Rendimiento	Observaciones
Humedad de la mazorca		
Relación grano - mazorca (%)		
Abertura de alimentación, %		
Frecuencia de rotación del cilindro, 1/min		
Tiempo realizado, s		
Masa del material que sale en la salida principal del grano, %		
Porcentaje de grano obtenido, %		
Porcentaje de grano quebrado, %		
Porcentaje de impurezas, %		
Porcentaje de grano dañado, %		
Eficiencia de desgrane (%)		
Rendimiento, kg/h		
Consumo de combustible, l		
Consumo de combustible por hora, l/h		
Nivel de ruido, dB(A)		
Número y frecuencia de fallos presentados		
Número y frecuencia de ajustes realizados		

Observaciones:

Requerimientos de potencia, kW: _____

Aprovechamiento de la energía, kg/kW-h: _____

7.2.7 Prueba continua

Prueba sin carga

Tiempo total de prueba: _____

Frecuencia de paros: _____

Tipo y número de ajustes: _____

Presencia de fallas: _____

Condiciones estructurales de la máquina: _____

Nivel de ruido: _____

Prueba con carga

Conceptos	Rendimiento	Observaciones
Humedad de la mazorca		
Relación grano - mazorca (%)		
Abertura de alimentación, %		
Frecuencia de rotación del cilindro, 1/min		
Tiempo realizado, s		
Masa del material que sale en la salida principal del grano, %		
Porcentaje de grano obtenido, %		
Porcentaje de grano quebrado, %		
Porcentaje de impurezas, %		
Porcentaje de grano dañado, %		
Eficiencia de desgrane (%)		
Rendimiento, kg/h		
Consumo de combustible, l		
Consumo de combustible por hora, l/h		
Nivel de ruido, dB(A)		
Número y frecuencia de fallos presentados		
Número y frecuencia de ajustes realizados		

7.2.8 Prueba de durabilidad

Frecuencia y causas de paros: _____

Tipo y número de ajustes: _____

Presencia de fallas: _____

Condiciones estructurales de la máquina: _____

Tiempo total de ajustes: _____

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.
- NOM-081-ECOL-1994 Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de enero de 1995.
- ANSI/ASAE S343.3 MAR 98 Terminology for Combines and Grain Harvesting.
- NC-34-55-1987 Cosechadoras de granos. Metodología para la realización de pruebas.
- FEPR. 2002. Proyecto de acopio, manejo y comercialización de maíz diferenciado. Federación de Productores de Maíz del Estado de México. México.
- Font Q., P. 1977. Diccionario de Botánica. Ed. Labor. España.
- Institute of Agricultural Machinery. Norma (IAM), Bio-oriented Technology Research Advancement Institution (BRAIN). 2003. Power Thresher. Traducción libre del inglés. Text No. II-9. Japón.
- Institute of Agricultural Machinery. Norma (IAM), Bio-oriented Technology Research Advancement Institution (BRAIN). 2003. Reaper and Combine Harvester. Traducción libre del inglés. Text No. II-8. Japón.
- Institute of Agricultural Machinery. Norma (IAM), Bio-oriented Technology Research Advancement Institution (BRAIN). 2003. National test Code for Combine Harvester. Tsukuba International Center, Japan International Cooperation Agency.
- MASECA. 2001. Especificaciones para maíz blanco y amarillo, nacional e importado. Official United States Standards. Subpart D. United States Standards for Corn. 1996.
- Official United States Standards. Subpart F. United States Standards for Mixed Grain. 1988.
- 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.
- PRONASE. Normas de calidad internas en campo, cosecha recepción y beneficio para el cultivo de maíz.

Smith, D., Sims, B., O'neil, D. 1994. Principios y prácticas de prueba y evaluación de máquinas y equipos agrícolas. Boletín de servicios agrícolas de la FAO No. 110. FAO.

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

NMX-O-216-SCFI-2004

**TRACTORES, IMPLEMENTOS Y MAQUINARIA AGRÍCOLA –
DESGRANADORAS DE MAÍZ - ESPECIFICACIONES Y MÉTODO
DE PRUEBA**

**TRACTORS, IMPLEMENTS AND AGRICULTURAL MACHINERY
– CORN SHELLERS - SPECIFICATIONS AND TEST METHOD**

PREFACIO

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

- ADMINISTRADORA DE MAQUINARIA Y SERVICIOS, S. A. DE C. V.
- ASPERSORAS TERRESTRES, S. A. DE C. V.
- CENTRO NACIONAL DE ESTANDARIZACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA.
- COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN NACIONAL DE MAQUINARIA, ACCESORIOS Y EQUIPO AGRÍCOLA
- HERCONT, S. A. DE C. V.
- GRUPO INDUSTRIAL TRES ESTRELLAS, S. A. DE C. V.
- INDUSTRIAS METÁLICAS EL PROGRESO, S. A. DE C. V.
- MECANIZACIONES AGROPECUARIAS AZTECA, S. A. DE C. V.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias;
Dirección General de Vinculación y Desarrollo Tecnológico.
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ÍNDICE DEL CONTENIDO

Número de capítulo	Página
1 Objetivo y campo de aplicación	1
2 Referencias	1
3 Definiciones	2
4 Especificaciones de calidad	5
5 Muestreo	7
6 Método de prueba	8
7 Apéndice informativo	25
8 Bibliografía	35
9 Concordancia con normas internacionales	36