



**CIMMYT**<sup>MR</sup>

## Reporte de Actividades

### Generación de Tres Manuales Técnicos y de Divulgación

1. Manual de Plagas en Granos Almacenados y Tecnologías Alternas para su Manejo y Control
2. El Silo Metálico: Manual Técnico de Fabricación y Manejo
3. Folleto: Mejoramiento de Maíces Criollos por Integración de Alelos

#### Para el proyecto

*Tecnologías integrales para reducir las pérdidas en post-cosecha de maíz en el Estado de México*

Elaboro

**Dr. Silverio García-Lara**

Consultor

Supervisor

Dr. David Bergvinson

**Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo**

**CONACYT-COMECYT**  
**Gobierno del Estado de México**



Enero a Marzo del 2007



*Texcoco, Estado de México a 12 de marzo del 2007*

**Dr. David J. Bergvinson**  
**Director Técnico del Proyecto COMECYT**  
**Programa Global de Maíz**  
**CIMMYT, Int.**  
**P R E S E N T E**

Estimado Dr. Bergvinson

Me es grato someter a su consideración el reporte de la consultaría que por contrato se me ha solicitado y cuya tarea enuncia la **“Generación de Tres Manuales Técnicos y de Divulgación”** para el proyecto Tecnologías integrales para reducir las pérdidas en post-cosecha de maíz en el Estado de México fase I. COMECYT (No 10). En acuerdo con el contrato reporto y anexo los siguientes manuales realizados de enero a marzo del 2007.

1. Manual de Plagas en Granos Almacenados y Tecnologías Alternas para su Manejo y Control
2. El Silo Metálico: Manual Técnico de Fabricación y Manejo
3. Folleto: Mejoramiento de Maíces Criollos por Integración de Alelos

Asimismo le informo que a partir de este momento los manuales serán sometidos a revisiones con expertos en el campo, con grupos de usuarios potenciales (extensionistas, técnicos y agricultores) y con las agencias del gobierno estatal para sus comentarios y observaciones. Concluida esta etapa se procederá con el trabajo editorial y de impresión en el CIMMYT a cargo del departamento de comunicaciones corporativas. Se espera que los manuales se impriman en Agosto del 2007.

Apreciando la valiosa oportunidad brindada para colaborar una vez más con usted me despido cordialmente

Atentamente:

**Dr. Silverio García-Lara**  
Consultor en la Unidad de Estrés Biótico  
Programa Global de Maíz  
CIMMYT, Int.  
Email: silveriogl@hotmail.com



## Mejoramiento de Maíces Criollos por Integración de Alelos

David Bergvinson, Alejandro Ramírez, Dagoberto Flores Velásquez y Silverio García-Lara

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo Int.

 CIMMYT

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT®) ([www.cimmyt.org](http://www.cimmyt.org)) es un organismo internacional, sin fines de lucro, que se dedica a la investigación científica y la capacitación relacionadas con el maíz y el trigo en los países en desarrollo. Basados en la solidez de nuestra ciencia y en nuestras asociaciones colaborativas, generamos, compartimos y aplicamos conocimientos y tecnologías con el objeto de incrementar la seguridad alimentaria, mejorar la productividad y la rentabilidad de los sistemas de producción agrícola, y conservar los recursos naturales. El CIMMYT recibe fondos para su agenda de investigación de varias fuentes, entre ellas, del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) ([www.cgiar.org](http://www.cgiar.org)), gobiernos nacionales, fundaciones, bancos de desarrollo e instituciones públicas y privadas.

El CIMMYT y los autores expresan su reconocimiento por los fondos designados para la edición de este manual mediante el proyecto del Fondo Mixto CONACYT – Estado de México, con clave EDOMEX-2005-C01-10 titulado “Tecnologías integrales para reducir las pérdidas en post-cosecha de maíz en el Estado de México”.

© Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) 2007. Derechos reservados. Las designaciones empleadas en la presentación de los materiales incluidos en esta publicación de ninguna manera expresan la opinión del CIMMYT o de sus patrocinadores respecto al estado legal de cualquier país, territorio, ciudad o zona, o de las autoridades de éstos, o respecto a la delimitación de sus fronteras. El CIMMYT autoriza el uso razonable de este material, siempre y cuando se cite la fuente.

**Cita correcta:** D. J. Bergvinson, A. Ramírez, D. Flores Velásquez y S. García-Lara. 2007. Mejoramiento de Maíces Criollos por Integración de Alelos. México, D.F.: CIMMYT.

ISBN:

Códigos de categorías AGRIS:  
Clasificación decimal Dewey:

Impreso en México.

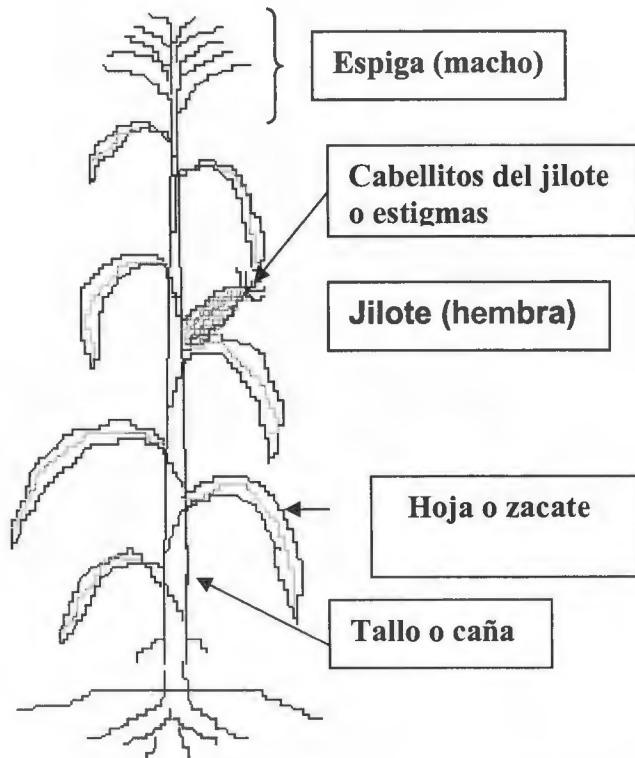
## INTRODUCCION

En el mercado existen una amplia gama de variedades mejoradas, sin embargo esta tecnología no esta al alcance de muchos agricultores y muchas veces no es accesible en la zona o bien su precio es muy alto. Muchas de estas variedades no contienen todas las características que los agricultores Mexiquenses requieren. En este ambiente de producción, los maíces criollos locales que han sido desarrollados por varias generaciones continúan siendo los indicados debido a su adaptación y características seleccionadas por productores y consumidores locales. Sin embargo estas variedades pueden mejorarse para rendimiento, tolerancia a sequía y resistencia a plagas de poscosecha y nutrición por medio de cruza con las variedades mejoradas. El objetivo de este proyecto es facilitar el mejoramiento del maíz criollo al capacitar al productor para participar en el proceso de mejoramiento de sus maíces criollos incorporando estas propiedades.

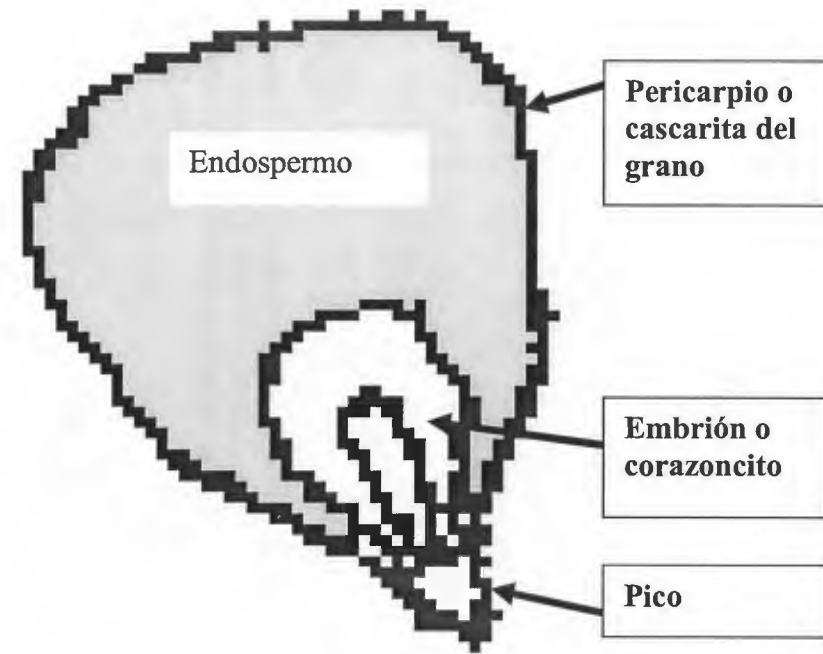
Los autores deseamos expresar nuestro agradecimiento al valioso trabajo editorial de Mike Listman, redactor científico del CIMMYT, así como la producción y diseño de Miguel Collado. La revisión en español estuvo a cargo de Ma. Concepción Castro, a quien le apreciamos su valioso tiempo. Este manual fue revisado por pequeños agricultores de la Sierra Madre Oriental en México y a ellos también agradecemos sus generosas aportaciones de ideas y comentarios.

## La semilla de maíz

## Planta de Maíz



Cada planta tiene la estructura masculina (espiga) y la estructura femenina (jilote). La separación permite el cruzamiento entre plantas cercanas mediante una polinización libre. Con esta cruce se pueden incorporar propiedades nuevas a un criollo a partir de una variedad con las características deseadas por el productor.



**Pericarpio:** Es la cubierta que protege al embrión y al endospermo contra plagas y enfermedades

**Endospermo:** Es el lugar de almacenamiento de nutrientes en el grano, constituido de almidón y proteínas.

**Embrión:** Parte de la semilla de donde proviene la nueva plántula, y que constituye la mayor parte de proteínas, grasas y vitaminas del grano.

**Pico o Pedúnculo:** Es la parte de la inserción del grano en el olote.

### ¿Cómo se puede mejorar un criollo?

1.- Se requiere de la participación del productor y mejorador e inicia cuando el cultivo ha alcanzado su madurez

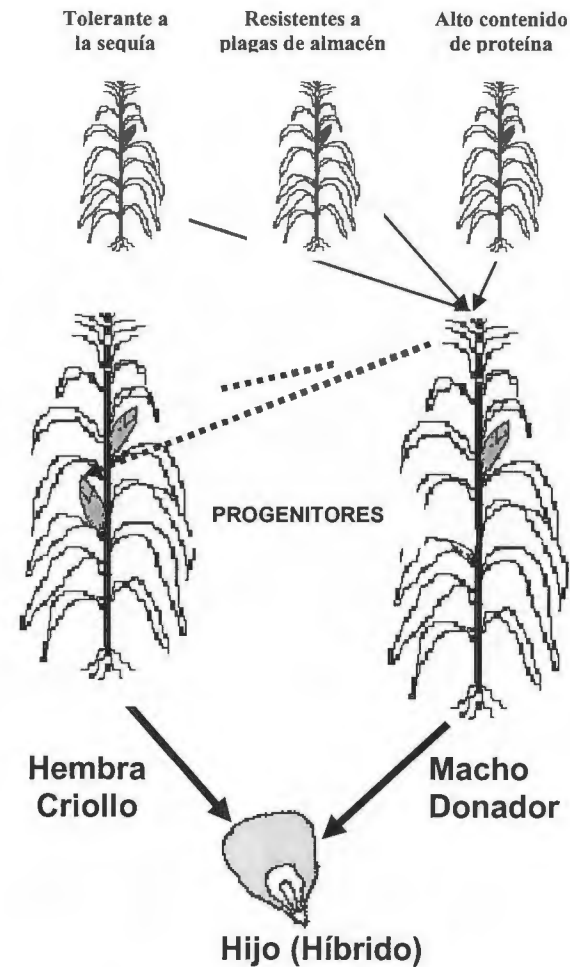
2.- Se deben identificar las características que desean mantener el productor y las propiedades que desea incorporar al nuevo criollo

3.- En una parcela del criollo se debe seleccionar plantas en el campo. Se deben descartar o desespigar plantas de mal aspecto (acamadas, con enfermedades, pequeñas, etc.)

4.- A partir de estas plantas seleccionadas se obtiene las semillas deseadas que deberá separarlas del resto de la cosecha.

### ¿Cómo se pueden incorporar nuevas características al maíz criollo?

5.- El mejorador tiene que usar semillas seleccionadas del criollo para hacer una cruce con una variedad "donador" (tolerante a la sequía, resistentes a plagas o proteína) que contenga las nuevas características que el productor desea, aprovechando las características buenas del criollo.



6.- Como resultado de esa cruce, la semilla se regresa al productor para sembrar en una parcela cuadrada. Esto es para evitar la contaminación con otros maíces y para aislar esta semilla del resto de la siembra.

7.- Al momento de la cosecha el productor sacara semilla solamente de las plantas que están en medio del cuadrado marcada con una estaca al tiempo de la siembra. Estas semillas contienen 50% del criollo y 50 % del material donador.

#### Tácticas para la siguiente siembra

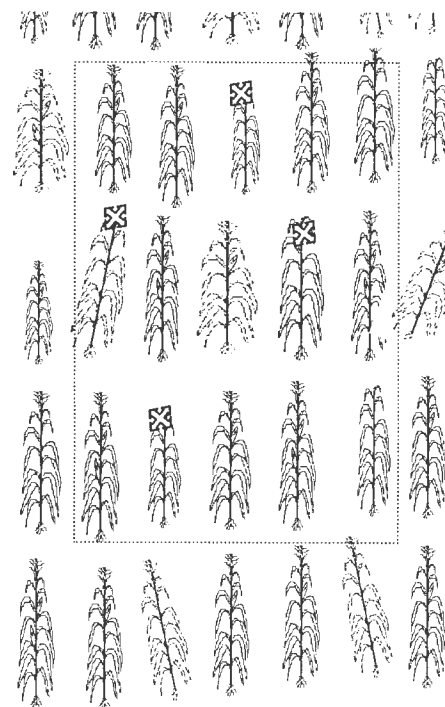
La siguiente siembra puede hacerse de dos maneras, dependiendo de la impresión que el productor tenga sobre esas semillas

**Primera Opción:** Si al productor le gusta la semilla, tendrá que sembrarlo en un cuadro, Bajo este sistema de siembra la planta seguirá conservando 50% del criollo y 50% del donador.

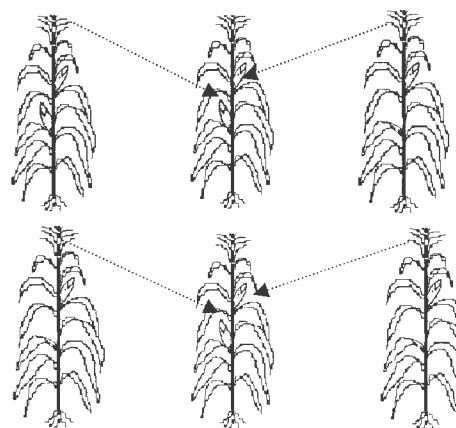
**Segunda Opción:** Si de lo contrario al productor no le gustan las características de la semilla y desea que se parezca mas al criollo deberá sembrar la semilla mejorada a lo largo de un surco, y en otro surco el criollo.

Después, durante la floración se tiene que quitar las espigas de las plantas mejoradas (como se muestra en el dibujo), la semilla de esta cosecha ahora tiene 75% de criollo y solo 25% del mejorado

#### Forma de sembrar la semilla obtenida del primer ciclo de la semilla mejorada (Primera opción)



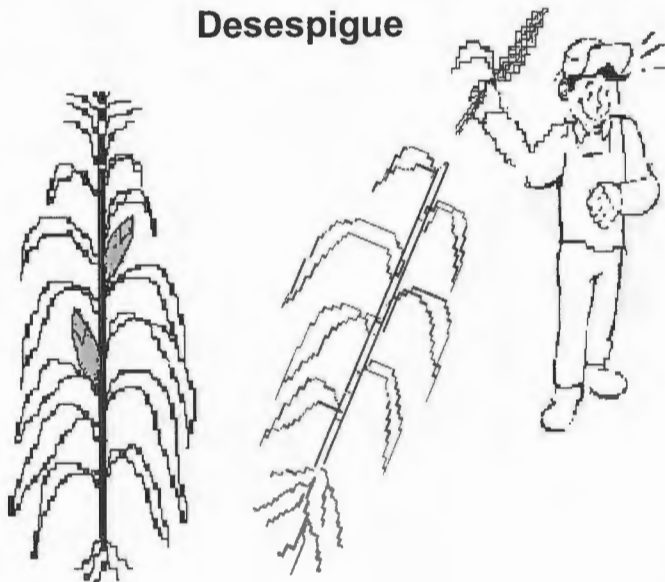
#### Forma de sembrar la semilla obtenida del primer ciclo de la semilla mejorada (Segunda opción)



## ¿Cómo evitar que el polen de plantas indeseables contamine a las plantas deseables?

En ambas opciones el productor debe eliminar las plantas que no son deseables por diversas razones a esas plantas que no queremos se le tiene que quitar la espiga. PERO no debe eliminar todas las plantas, únicamente las no deseables porque las plantas buenas darán su polen para obtener semilla.

### Desespigue

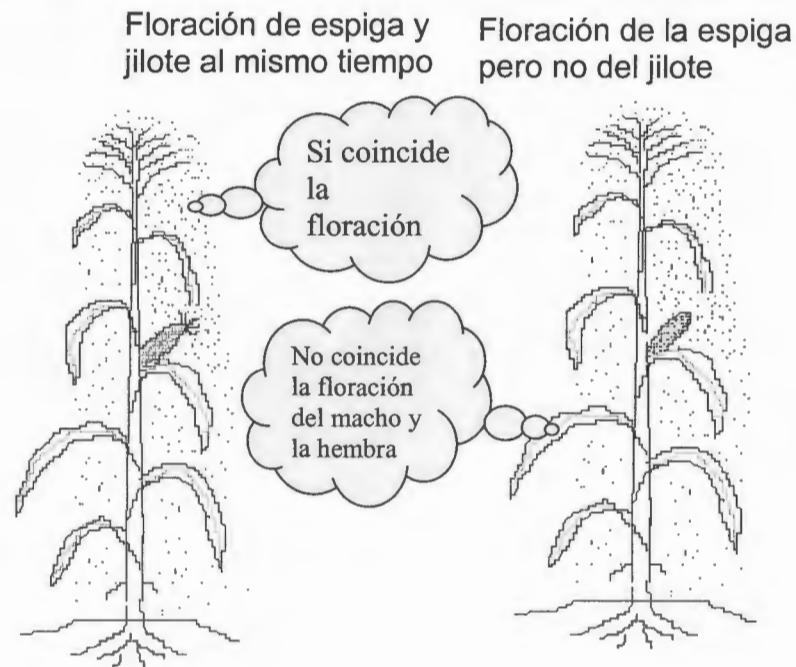


**Plantas deseables e indeseables**  
Se debe quitar la espiga al momento de la aparición

## ¿Por qué son resistentes a la sequía?

En la etapa de floración, se da la liberación del polen y la emergencia del cabellito del jilote, si en este periodo coinciden ambos eventos, abra llenado de grano, si sucede lo contrario provocara que el jilote se pegue y no llene la mazorca.

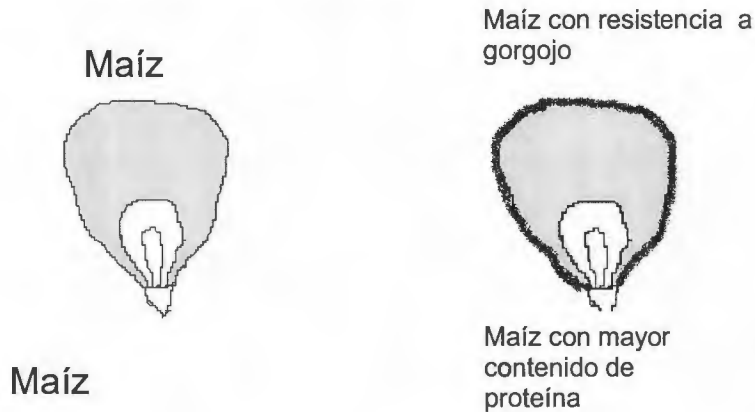
La falta de lluvia altera este proceso. Las plantas con tolerancia a la sequía, tienen la capacidad de producir mazorcas, ya que la liberación de polen y la salida del cabellito del jilote se dan al mismo tiempo.





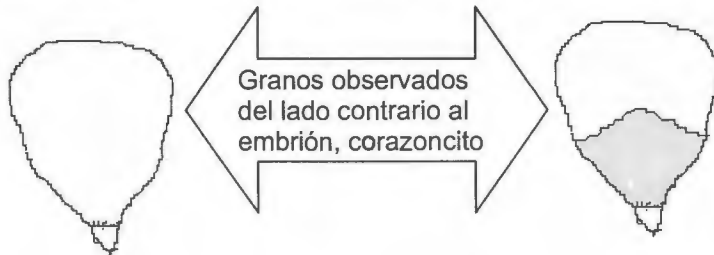
### ¿Por qué son resistentes al gorgojo?

Esta resistencia se debe a que el pericarpio o cascarita del grano es más gruesa y más dura que la del maíz normal, por lo tanto es más difícil que penetre el gorgojo.



### ¿Hay maíces más nutritivos?

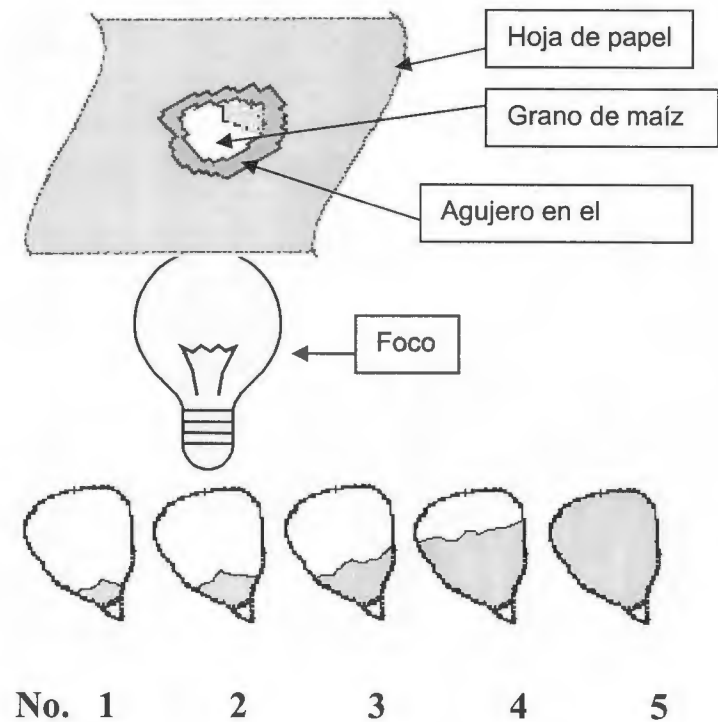
En el laboratorio se ha logrado aumentar el valor nutritivo en el contenido de la proteína. Estos maíces son mejores para la alimentación humana y para animales (cerdos).



### ¿Cómo seleccionar semilla más nutritiva?

Los maíces nutritivos tienen una mancha blanca opaca que se extiende desde la base del grano hacia arriba, esta mancha se observa mejor si colocamos el grano contra una fuente de luz.

Se debe seleccionar solamente granos que se observen como el dibujo uno, dos y tres. Los granos con valor cuatro o cinco son muy susceptible al ataque de gorgojos.



## ¿Cómo mejorar las prácticas de almacén?

### ¿Cómo prevenir las infestaciones con plagas?:

Con el propósito de prevenir infestaciones y daño durante el almacenamiento al menos tres fuentes de infestación deben evitarse:

**1.- Infestación proveniente del campo:** Esta se da cuando los insectos rondan el maíz durante el tiempo de maduración. Estos insectos pueden provenir de almacenes infestados e inicialmente puede ser a muy bajos niveles pero puede incrementarse durante el período de resguardo del grano. Se debe evitar la presencia de almacenes infestados al menos 6 semanas antes de la cosecha.

**2.- Poblaciones residuales en los sitios de almacén:** la estructura de almacenamiento debe ser limpiada y tratada, asegurándose que tanto paredes, pisos y techos queden perfectamente limpios. Se deben reparar el contenedor si es necesario y eliminar cualquier objeto dentro de ella así como aplicar insecticida.

**3.- Infestación cruzada o contaminación por entrada de material infestado:** Para evitar la contaminación con grano infestado, todo el grano del ciclo anterior debe ser desalojado del contenedor y sometido a tratamiento. No se debe permitir la mezcla de granos de diferentes ciclos si no han sido tratados previamente.

## ¿Cómo almacenar mejor su cosecha?

Hay varias formas para disminuir pérdidas por insectos y hongos.

1.- Doblar el tallo de la planta por debajo de la mazorca para evitar la entrada de agua y el daño de pájaro.

2.- Al momento de la cosecha se debe separar y seleccionar mazorcas que están dañadas. Las mazorcas sanas se almacenan y las dañadas se pueden utilizar inmediatamente.

3.- Limpieza de la bodega. Esta se debe realizar eliminando la cosecha pasada para evitar contaminación por plagas existentes. La bodega debe estar siempre seca y fresca para reducir la aparición de plagas.

4.- Tratamiento con pastillas. PRECAUCION. Las pastillas de fostoxina son muy peligrosas y solo gente capacitada debe realizar estos tratamientos. NUNCA se debe colocar este tratamiento dentro de la casa.

5.- El Silo Metálico. Es un recipiente excelente para el almacenamiento de grano, y aunque es un poco caro el costo se puede recuperar en poco tiempo, ya que el agricultor ya no tendrá pérdidas en almacén, además puede vender su maíz en la época del año cuando el precio es mas alto. El único cuidado que se debe de tener es poner el silo en la sombra y guardar el maíz bien seco, para no tener problemas de pudrición (aposcaguamiento).

6.- Secado. El maíz se debe secar al sol durante un tiempo. La manera de conocer si el maíz esta seco es colocar una muestra de grano en un frasco tapado y colocarlo en el sol durante un hora. Si se observan gotas de agua en las paredes del frasco entonces se debe secar por más tiempo. En caso de no observar gotas de agua, se debe colocar en el sol dos días más para asegurar que la semilla esta bastante seca.



## Manual de Plagas en Granos Almacenados y Tecnologías Alternas para su Manejo y Control

Silverio García-Lara, Cesar Espinosa Carrillo y David J.  
Bergvinson

Unidad de Entomología. Programa Global de Maíz.  
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo  
Int.

 CIMMYT

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT®) ([www.cimmyt.org](http://www.cimmyt.org)) es un organismo internacional, sin fines de lucro, que se dedica a la investigación científica y la capacitación relacionadas con el maíz y el trigo en los países en desarrollo. Basados en la solidez de nuestra ciencia y en nuestras asociaciones colaborativas, generamos, compartimos y aplicamos conocimientos y tecnologías con el objeto de incrementar la seguridad alimentaria, mejorar la productividad y la rentabilidad de los sistemas de producción agrícola, y conservar los recursos naturales. El CIMMYT recibe fondos para su agenda de investigación de varias fuentes, entre ellas, del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) ([www.cgiar.org](http://www.cgiar.org)), gobiernos nacionales, fundaciones, bancos de desarrollo e instituciones públicas y privadas.

El CIMMYT y los autores expresan su reconocimiento por los fondos designados para la edición de este manual mediante el proyecto del **Fondo Mixto CONACYT – Estado de México, con clave EDOMEX-2005-C01-10** titulado “Tecnologías integrales para reducir las pérdidas en post-cosecha de maíz en el Estado de México”.

© Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) 2007. Derechos reservados. Las designaciones empleadas en la presentación de los materiales incluidos en esta publicación de ninguna manera expresan la opinión del CIMMYT o de sus patrocinadores respecto al estado legal de cualquier país, territorio, ciudad o zona, o de las autoridades de éstos, o respecto a la delimitación de sus fronteras. El CIMMYT autoriza el uso razonable de este material, siempre y cuando se cite la fuente.

**Cita correcta:** S. García-Lara, C. Espinosa Carrillo y D. J. Bergvinson. 2007. Manual de Plagas en Granos Almacenados y Tecnologías Alternas para su Manejo y Control. México, D.F.: CIMMYT.

ISBN:

Códigos de categorías AGRIS:  
Clasificación decimal Dewey:

Impreso en México.

## Indice

Introducción

¿Problemas con una plaga?

¿Cómo es una plaga de insectos?

¿Cuáles son las plagas más importantes?

¿Cómo puedo controlar las plagas?

¿Cuáles son las plagas que puedo encontrar en el maíz almacenado?

¿Cómo es el grano de maíz?

Gorgojo del maíz

¿Cómo es el insecto?

¿Dónde se encuentra?

¿Qué daños causa?

¿Cuándo ataca?

¿Cómo se desarrolla la infestación?

¿Cómo puedo controlarlo?

Barrenador grande de los granos

¿Cómo es el insecto?

¿Dónde se encuentra?

¿Cuándo ataca y qué daños causa?

¿Cómo se desarrolla la infestación?

¿Cómo puedo controlarlo?

Palomilla dorada del maíz

¿Cómo es el insecto?

¿Dónde se encuentra?

¿Cuándo ataca y qué daños causa?

¿Cómo se desarrolla la infestación?

¿Cómo puedo controlarlo?

Palomilla India de la harina

¿Cómo es el insecto?

¿Dónde se encuentra?

¿Cuándo ataca y qué daños causa?

¿Cómo se desarrolla la infestación?

¿Cómo puedo controlarlo?

Gorgojo Castaño de la harina

¿Cómo es el insecto?

¿Dónde se encuentra?

¿Cuándo ataca y qué daños causa?

¿Cómo se desarrolla la infestación?

¿Cómo puedo controlarlo?

Barrenillo de los granos

¿Cómo es el insecto?

¿Dónde se encuentra?

¿Cuándo ataca y qué daños causa?

¿Cómo se desarrolla la infestación?

¿Cómo puedo controlarlo?

Problemas asociados a plagas.

Problemas asociados con roedores

Selección de maíces para resistencia a plagas de

almacén en infestaciones naturales

Medidas de control. Mejorar prácticas de almacén

Reglas de protección en almacén

Tratamientos contra plagas

Fumigantes

Glosario

Agradecimientos

## INTRODUCCION

El grano de maíz es una fuente importante de carbohidratos y proteínas para la gente de escasos recursos alrededor del mundo. Sin embargo, la producción de este grano se ve limitada por plagas de insectos, roedores y enfermedades, que no solamente consumen el grano sino que lo contaminan y reducen la calidad del mismo.

Las variedades de maíz con resistencia a plagas son conocidas desde hace tiempo por los agricultores. Los programas de mejoramiento han seleccionado variedades resistentes a las plagas y enfermedades más importantes del mundo. Igualmente, existen prácticas locales y tecnologías alternas que permiten la disminución del ataque de plagas y reducen las pérdidas durante el almacenamiento en ambientes adversos. Desafortunadamente, muchas de estas nuevas tecnologías y prácticas no están al alcance de los agricultores Mexiquenses que tanto las requieren.

El objetivo de este manual es proporcionar al lector una base apropiada para identificar las

plagas más comunes, utilizar tecnologías alternas para su manejo (insectos benéficos, prácticas tradicionales y variedades resistentes y su evaluación local) y finalmente adoptar prácticas preventivas que permitan reducir las pérdidas asociadas con plagas en almacén.

### ¿Problemas con una plaga?

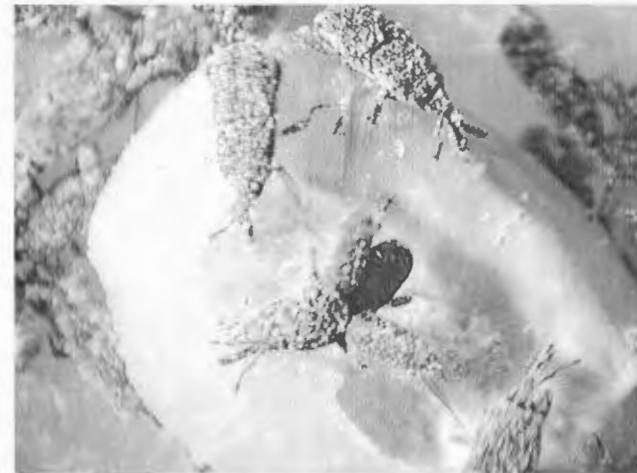


Figura 1. Ataque típico por *Sitophilus zeamais* en granos de maíz almacenado.

Los insectos se convierten en plagas cuando el número de estos, o bien el daño causado por ellos o ambas cosas, han sobrepasado los valores normales. Estos límites son conocidos como umbral de daño económico y amenazan la

cosecha poniendo en riesgo la inversión del agricultor (Fig. 1).

Las plagas son capaces de infestar el maíz en cualquier etapa de su desarrollo y durante el almacenamiento. Las plagas atacan cualquier parte de la planta, incluido el grano y pueden asociarse a enfermedades y otros riesgos sanitarios como la presencia de hongos y toxinas.

El maíz almacenado constituye una fuente ideal de alimento para los insectos, los cuales están adaptados a estas situaciones de confinamiento.

En maíz, las plagas de almacén generan reducción en el rendimiento, disminución del valor comercial y pérdida en la calidad del grano y mermas en su valor nutritivo. De manera directa reduce los ingresos para el agricultor y su familia poniendo en riesgo su seguridad alimentaria.

### ¿Cómo es una plaga de insectos?

Los insectos pasan por diferentes estados de desarrollo principales, dependiendo del tipo de metamorfosis, pero las principales pueden

identificarse como: 1) huevo, 2) larva o ninfa, 3) pupa o crisálida y 4) adultos (Fig. 2).

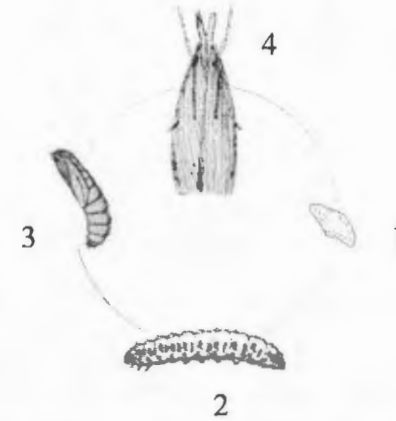


Figura 2. Estados generales de desarrollo en insectos.

Los insectos presentan tres regiones bien definidas: cabeza, tórax y abdomen. El éxito que tienen los insectos como plagas se debe a su alta tasa reproductiva, tamaño pequeño, capacidad de adaptación, y sobrevivencia.

### ¿Cuáles son las plagas más importantes?

El grupo de las palomillas (gusano elotero, cogollero, barrenadores y palomillas de almacén) y de los escarabajos (gusanos de raíz, de alambre, gallinas ciegas, gorgojos y barrenadores del grano) son algunos de los insectos mas

importantes y que causan mayor daño en maíz. Estas plagas pueden atacar al maíz durante el desarrollo de la planta o bien durante el almacenamiento.

Este manual presenta una descripción de las plagas de almacén de mayor importancia, así como información sobre algunas plagas secundarias asociadas al periodo de almacenamiento. Para facilitar la identificación de la plaga, se presentan imágenes del insecto en la etapa en la que causan mayor daño.

### **¿Cómo puedo controlar las plagas?**

En este manual presenta recomendaciones específicas y generales de medidas de control y tecnologías asociadas para cada plaga, las cuales han sido desarrolladas en los últimos 12 años por la Unidad de Entomología del CIMMYT. El control puede corresponder al uso de control biológico (enemigos naturales de las plagas, usualmente denominados parasitoides o insectos benéficos), control cultural (prácticas ancestrales que agricultores utiliza en forma ordinaria) o control químico (aplicación de químicos

sintéticos y fumigación). Además se presentan ejemplos de variedades de maíz con resistencia a diferentes plagas basado en el conocimiento de la resistencia natural de la planta huésped.

### **¿Cuáles son las plagas que puedo encontrar en el maíz almacenado?**

Las plagas de insectos pueden variar de acuerdo con la ubicación, estación del año, sistema de almacenamiento y duración del mismo. En general las plagas en maíz almacenado se pueden clasificar en dos grupos:

a) *Las plagas primarias*: son consideradas como aquellos insectos que atacan el grano completo sin previo daño. Estas plagas son las más importantes durante el almacén. Presentan limitadas de fuentes de alimento y mueren cuando este se ha terminado o cuando las poblaciones alcanzan altos niveles. Estos insectos pueden sobrevivir en los residuos de grano dentro de la estructura de almacén. En muchos casos el daño producido por estos insectos puede iniciar en el campo antes del almacenamiento. Los insectos catalogados dentro de este grupo

son: el gorgojo de maíz (*Sitophilus zeamais*), el barrenador grande del grano (*Prostephanus truncatus*) y la palomilla de los granos (*Sitotroga cerealella*).

b) **Las plagas secundarias** son aquellas que no pueden atacar granos íntegros sin daño previo, ya sea por las plagas primarias, manejo o procesamiento de grano. Este grupo de plagas presenta una más amplia variedad de alimentos y se pueden presentar en estadios muy tempranos del almacenamiento. Se considera que el daño es importante hasta que ha sido generado por las plagas primarias. Dentro de las plagas secundarias se encuentran la polilla bandeada (*Plodia interpunctella*), el escarabajo castaño (*Tribolium castaneum*), barrenillo de los granos (*Rhyzoperta dominica*).

### ¿Cómo es el grano de maíz?

Un grano de maíz consiste de tres estructuras:

- a) Pericarpio: que es la capa externa o cascarita del grano.
- b) Endospermo: parte donde se encuentran los nutrientes del grano: almidón.

- c) Embrión: Parte de la semilla de donde proviene la nueva plántula, rica en proteínas, grasas y vitaminas (Fig. 3)

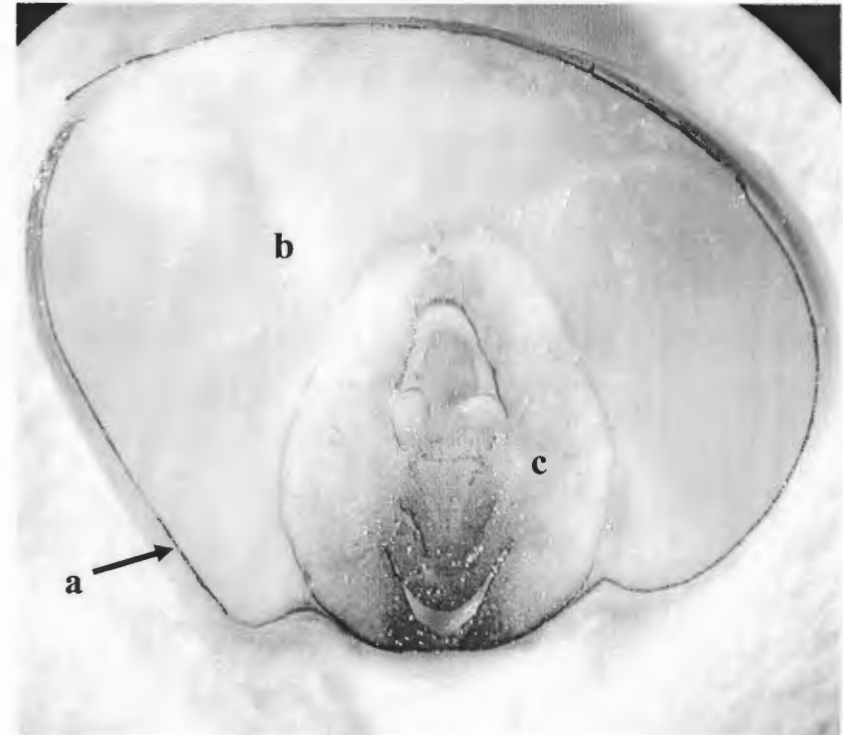


Figura 3. Estructuras principales en un grano de maíz; a) pericarpio, b) endospermo y c) embrión.



### Gorgojo del Maíz (*Sitophilus zeamais* M.)



Figura 4. Gorgojo del maíz, gorgojo de los granos, gorgojo picudo, *Sitophilus zeamais*.

#### ¿Cómo es el insecto?

El adulto gorgojo mide de 3.3 a 5 mm de largo, es de color pardo negrusco, o rojizo. Cabeza proyectada en forma de pico. Tórax alargado y cónico, con puntuaciones ovales en su dorso (Fig. 4).

#### ¿Dónde se encuentra?

Su distribución es mundial, afectando mayormente a las zonas tropicales y subtropicales húmedas, pero también se presenta en zonas templadas. Se localizan en la zona sur y noroeste del Estado de México.

#### ¿Qué daños causa?

Los mayores daños son ocasionados por las larvas y los adultos en el grano. Los adultos perforan el grano para ovipositar, mientras que las larvas generan surcos en el endospermo durante su alimentación (Fig. 5). La presencia de este insecto favorece el ataque por otros insectos. En infestaciones importantes el grano se calienta y humedece permitiendo la presencia de hongos.



Figura 5. Grano de maíz atacado por el Gorgojo; a) perforación por adulto y b) surcos en el endospermo ocasionados por la larva.

#### ¿Cuándo ataca?

Estos insectos infestan las mazorcas en campo durante la el secado del grano y antes de la cosecha o bien pueden infestar el grano una vez almacenado.

#### ¿Cómo se desarrolla la infestación?

La hembra deposita un huevo en una perforación que realiza en el grano y luego lo tapa con un mucílago transparente. Una hembra produce hasta 250 huevos en su vida reproductiva. Después las larvas (Fig. 6a) crecen alimentándose del endospermo del grano, hasta que se transforma en pupa (Fig. 6b). Cuando el adulto emerge perfora el grano y sale al medio. El ciclo de vida depende de la temperatura, pero varía de 30 a 113 días. En zonas templadas hay de 2 a 3 generaciones por año.

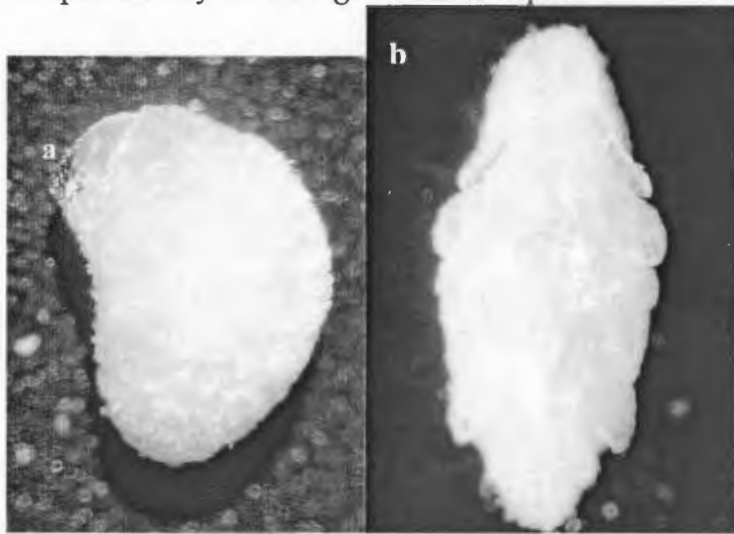


Figura 6. Larva (a) y pupa (b) del gorgojo de maíz

### ¿Cómo puedo controlarlo?

Existen varias alternativas para el control del gorgojo de maíz, las cuales se presentan continuación en forma breve. Sin embargo se sugiere observar el apartado de métodos de control.

### Control Biológico:

El enemigo natural del gorgojo es una avispa perteneciente a la familia de los Pteromalidae: Hymenoptera, comúnmente se localizan en maíz almacenado junto con la plaga. Se puede identificar fácilmente por su pequeño tamaño y tonalidad de color verde metálico (Fig. 7). Estas avispas no deben eliminarse.



Figura 7. Avispa de *Anisopteromalus calandrae*, considerado como enemigo natural de varias especies de insectos que atacan maíz.

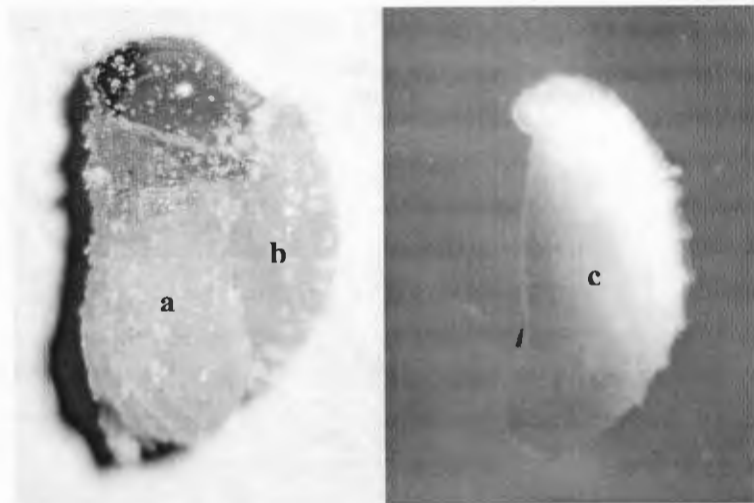


Figura 8. Larva de *S. zeamais* (a) parasitada por la larva del *A. calandrae* (b) y larva de *A. calandrae* aislada (c).

La avispa actúa de la siguiente manera: primeramente localiza la galería que formó la larva del gorgojo (Fig. 6), después, inserta el ovipositor a través del pericarpio del grano y coloca un huevecillo muy próximo a la larva del gorgojo, posteriormente eclosiona y se ancla a su hospedante. La larva de la avispa (b) se desarrolla a expensas de su hospedero (Fig. 8), finalmente la avispa emerge después de 14 días. La larva del gorgojo muere.

#### ***Prácticas Tradicionales:***

Para el gorgojo del maíz se recomienda la utilización de mezclas entre el grano y agentes protectores como la cal, la tierra diatomea, y el tizate. En pruebas de laboratorio y

campo se ha demostrado que estos agentes evitan que los insectos tengan libre movimiento debido a adherencia que se genera a nivel de cutícula del insecto, produciendo daño irreversible y en algunos casos la muerte. Adicionalmente se recomienda el uso de las siguientes plantas como agentes repelentes: el epazote común, harina de chícharo, hojas de eucalipto, hojas del árbol Neem, hojas de la planta maravilla mexicana, los cuales pueden reducir hasta en un 25% la presencia de gorgojo. *Para la preparación adecuada de los agentes enunciados y detalles de los mismos ver sección de plantas y minerales.*

#### ***Control Químico:***

Se recomienda en casos de infestaciones importantes la fumigación con los agentes: fosforo de aluminio (fosfina). Para su aplicación dirigida y segura ver la sección de Fumigantes- Insecticidas.

#### ***Variedades Resistentes:***

Existen variedades nativas y criollos con resistencia al gorgojo. Dentro de estos se encuentran accesiones de Sinaloa, Yucatán y regiones del Caribe. Además existen variedades comerciales en el Estado de México con aceptables niveles de tolerancia. Para mayor información consultar con su oficina más cercana de SEDAGRO.

## Barrenador Grande de los Granos (*Prostephanus truncatus* H.)

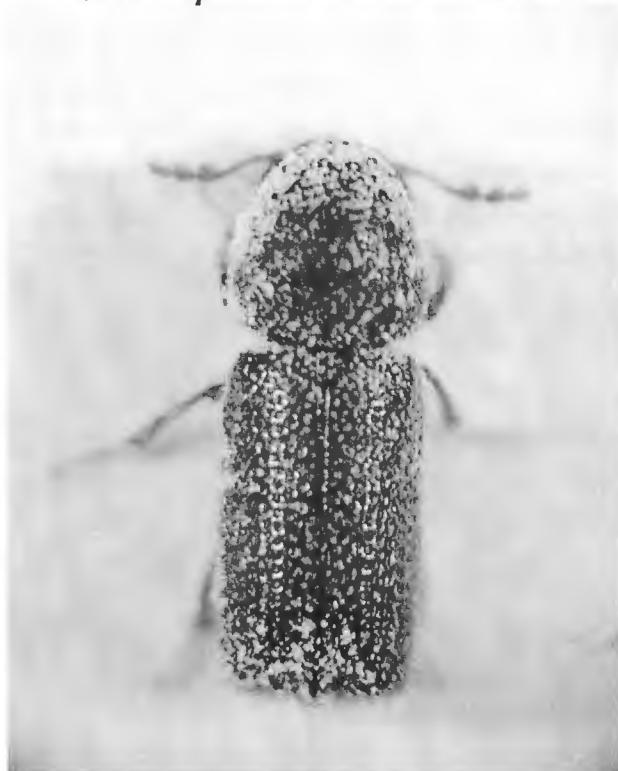


Figura 9. Barrenador grande de granos, barrenador del maíz, gorgojo chato, *Prostephanus truncatus*.

### ¿Cómo es el insecto?

El adulto se reconoce por poseer cuerpo cilíndrico y alargado, mide de 3 a 4 mm de longitud, de color café rojizo a café oscuro. Se identifica por presentar el protórax cubriendo la cabeza a manera de una capucha, con un ligero punteado, y terminación cuadrada.

### ¿Dónde se encuentra?

Los barrenadores se encuentran de manera nativa en Mesoamérica, norte y Sudamérica. Se ha identificado también en África. Se localizan en la zona norte, centro y oriente del Estado de México. Estos insectos son originarios de los bosques donde infestan diferentes tipos de madera. Con el advenimiento de las prácticas de almacenar grano en estructuras de madera, los insectos se han mudado a los almacenes infestando el grano de maíz.

### ¿Cuándo ataca y qué daños causa?

Estos barrenadores voladores infestan tanto el grano almacenado como las mazorcas maduras en el campo o durante el secado del maíz. Pueden atravesar la cubierta, así como taladrar el olote.

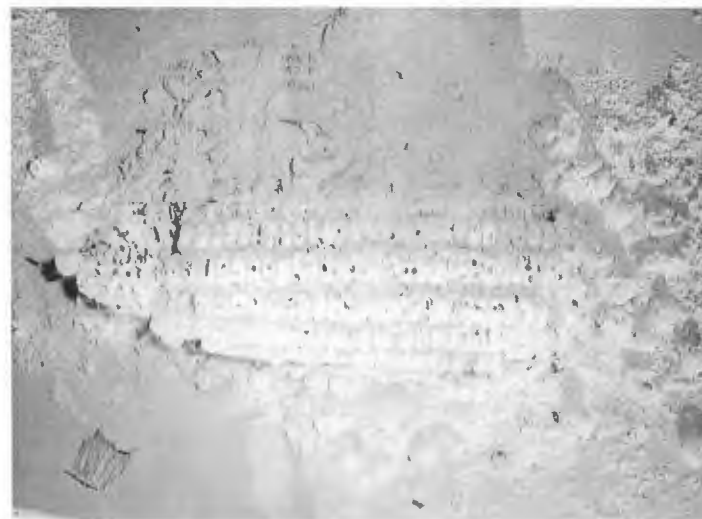


Figura. 10 Ataque característico de *P. truncatus* en maíz.

La característica principal del ataque por este insecto son las grandes cantidades de polvillo parecido a la harina que los adultos producen al taladrar y consumir los granos (Fig. 10). Los granos dañados se identifican fácilmente porque están cubiertos de una película de este polvillo. En infestaciones profundas los adultos pueden dañar las estructuras de almacén construidas con madera o en contenedores de plástico. Es considerada como la plaga que genera mayores pérdidas y daño.



Figura 11. Larvas de *P. truncatus* en grano de maíz infestado.

### ¿Cómo se desarrolla la infestación?

Los barrenadores desovan en el grano o en el polvillo que producen. Una hembra de barrenador puede producir hasta 400 huevos en su vida reproductiva, con una tasa de incremento de la población de 40 veces/mes. En su

estado larval se alimentan del grano o del polvillo de granos atacados (Fig.11). Después se transforman en pupas dentro de los granos y al emerger los adultos perforan un orificio de salida. El tiempo de desarrollo completo va de 4 a 6 semanas y pueden alcanzar una longevidad de hasta 34 semanas (Fig. 12).

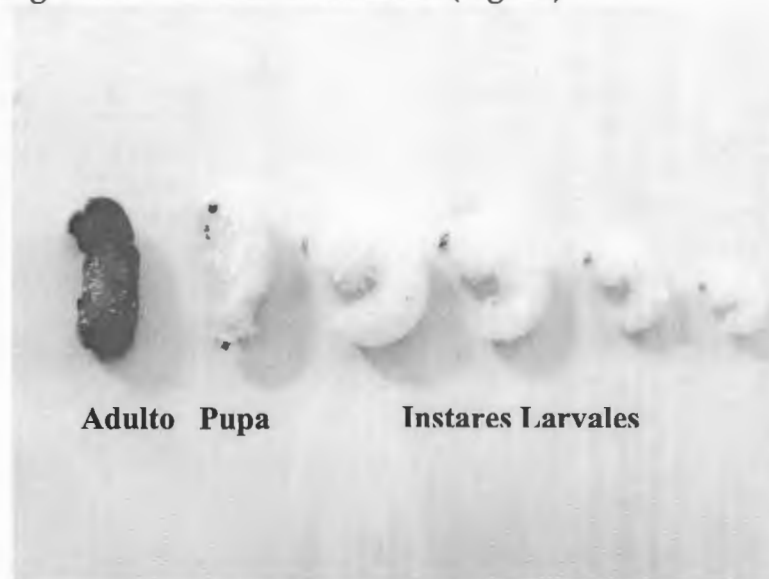


Figura 12. Estados biológicos del *P. truncatus*

### ¿Cómo puedo controlarlo?

A continuación se presentan algunos ejemplos para controlar al barrenador del grano. Para información general favor de observar el apartado de métodos de control.

#### **Control Biológico:**

El depredador natural del barrenador es el escarabajo *Teretriusoma nigrescens* originario de América. Se puede identificar fácilmente por su color negro brillante y de alta movilidad. Tanto los adultos (Fig. 13a) como las larvas (Fig. 13b) de este escarabajo se alimentan de los estados inmaduros del barrenador. Para completar su ciclo un adulto depredador consume hasta 60 barrenadores y es capaz de sobrevivir hasta un año en ausencia de alimento vivo. Resultados en laboratorio han demostrado que el uso de variedades resistentes de maíz junto con el depredador disminuyen considerablemente las poblaciones de *P.truncatus*.

#### **Prácticas Tradicionales:**

Para el barrenador del grano se recomienda la utilización de mezclas entre el grano y la tierra diatomea, o el tizate. Las plantas que presentaron repelencia contra el barrenador son las hojas del pirul, menta y estafiate. (ver sección de plantas y minerales).

#### **Control Químico:**

En casos de infestaciones importantes se recomienda fumigaciones con una mezcla de organofosforados a base malation deodorizado o pirimifos-metil y piretroides sintéticos como deltametrina.

#### **Variedades Resistentes:**

Existen variedades nativas y criollos con resistencia a los barrenadores como las accesiones del caribe. Dentro de las variedades experimentales se encuentran la Población 84 Cuba/Guad.



Figura 13. Adulto(a) y larva (b) de *T. nigrescens*, predador del *P. truncatus*.

## Palomilla Dorada del Maíz (*Sitotroga cerealella* O.)

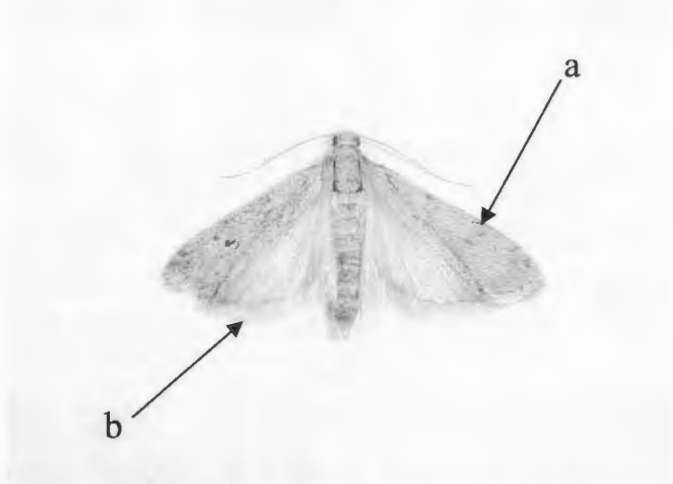


Figura 14. Palomilla del grano, palomita de los cereales, *Sitotroga cerealella*.

### ¿Cómo es el insecto?

Palomilla de color amarillo a grisáceo, 6-9 mm. de longitud, expansión alar de 13-19 mm (Fig. 14). Alas anteriores de color amarillento con puntuaciones pequeñas e irregulares(a), alas posteriores más pequeñas y color uniforme (b). Ambos pares de alas tienen flecos de pelos en el margen distal.

### ¿Dónde se encuentra?

La distribución de este insecto es mundial pero se concentra en zonas tropicales y templadas. En el Estado

de México se localiza mayoritariamente en la zona norte, centro y oriente.

### ¿Cuándo ataca y qué daños causa?

Puede atacar a nivel de campo, pero es más frecuente en almacén. Ataca todo tipo de cereales, especialmente maíz y trigo. La presencia de la palomilla se detecta fácilmente al mover las mazorcas o el grano almacenado. Las larvas penetran el grano y se alimentan en su interior. En mazorcas el daño es singular y asemeja pequeñas ventanas de edificios (Fig. 15).

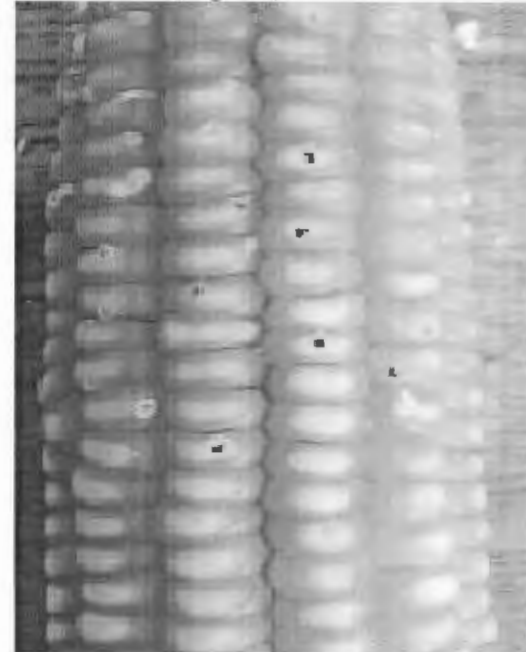


Figura 15. Daño típico de *S. cerealella* en mazorca de maíz

### ¿Cómo se desarrolla la infestación?

Las palomillas tienden a poner sus huevos semejantes a escamas en grupos (Fig. 16) que cambian de blanco a rojo al acercarse la emergencia de la larva. La hembra pone un promedio de 150 huevos. Las larvas recién nacidas son diminutas y blancuzcas. Las larvas penetran en los granos y en su interior completan su desarrollo hasta la emergencia del adulto.



Figura 16. Huevecillos de *S. cerealella*

### ¿Cómo puedo controlarlo?

A continuación se presentan algunos ejemplos para el control la palomilla. Para información general favor de observar el apartado de métodos de control.

#### **Control Biológico:**

La avispa *Pteromalus cerealella* es el parasitoide de *S. cerealella*, su acción es muy efectiva, además ayuda a disminuir la presencia de otras plagas asociadas (Fig. 17).



Figura 17 Avispita *Pteromalus cerealella*

#### **Prácticas Tradicionales:**

Normalmente las palomillas penetran en los granos por los intersticios entre los granos. Un sistema sencillo para controlar esta palomilla es mezclar los granos con arena o cenizas. Las palomillas son muy frágiles y no pueden penetrar en un material compacto, de esta forma solo podrá atacar una delgada capa de grano.

#### **Control Químico:**

En casos de infestaciones importantes se recomienda fumigaciones residuales y preventivas. Ver sección de Fumigantes- Insecticidas.

#### **Variedades Resistentes:**

Existen variedades nativas y criollos con resistencia a las palomillas. Además existen variedades comerciales en el Estado de México con aceptables niveles de tolerancia..



## Palomilla India de la Harina (*Plodia interpunctella* H.)



Figura 18. Polilla de la fruta seca, palomilla de la harina, palomilla bandeada, *Plodia interpunctella*.

### ¿Cómo es el insecto?

En su estado adulto es una palomilla, con expansión alar de 1.9 cm. aproximadamente. Se diferencia fácilmente de otras palomillas de granos almacenados por tener una marca en las alas anteriores café-rojizas oscuras y gris blanquecino a un tercio de la base de las alas.

### ¿Dónde se encuentra?

La distribución de este insecto es mundial. En el Estado de México se localiza mayoritariamente en la zona norte, y oriente.

### ¿Cuándo ataca y qué daños causa?

Ataca una gran cantidad de alimentos secos y cereales, confinados en depósitos, almacenes, silos y molinos. El daño principal es ocasionado por la larva, debido a que devoran al embrión del grano, dejando excremento visible en esa región (Fig. 19). El daño secundario se produce cuando las larvas comienzan a formar una red densa de ceda dando un aspecto desagradable a los granos.



Fig. 19 Daño típico ocasionado por *P. interpunctella*

### ¿Cómo se desarrolla la infestación?

La hembra pone de 60 a 300 huevos aislados o en grupos, en los granos almacenados para su alimentación. Las larvas del ultimo estadio son muy activas (Fig. 20) y salen del interior del grano pasando a otro o incluso subiendo por las paredes del contenedor. Las larvas completamente desarrolladas forman pupas en la parte exterior de la masa de grano en forma de capullos blancos y sedosos.



Figura 20. Larva (izq.), y pupa (der.) de *P. interpunctella*.

### ¿Cómo puedo controlarlo?

#### **Control Biológico:**

La avispa *Bracon hebetor*, es considerada como un ectoparásito que se alimenta de larvas de *P. interpunctella*, suele ser mas común en zonas tropicales y

subtropicales (Fig. 21). Completa su ciclo de vida en 14 días, la forma en que ubica a su presa mediante compuestos volátiles que emanan de las heces fecales y secreciones mandibulares de la larva.



Figura 21. Adulto de *B. hebetor*.

#### **Control Químico:**

En casos de infestaciones importantes se recomienda la fumigación. Ver la sección de Fumigantes- Insecticidas.

#### **Variedades Resistentes:**

Existen variedades nativas y criollos con resistencia a estas palomillas. Además existen variedades comerciales en el Estado de México con aceptables niveles de tolerancia. Para mayor información consultar con su oficina más cercana de SEDAGRO.

## Gorgojo Castaño de la Harina (*Tribolium castaneum* H)



Figura 22. Tribolio de la harina, tribolio castaño, *Tribolium castaneum*.

### ¿Cómo es el insecto?

El adulto es delgado y mide de 3 a 4 mm de largo. Su color es rojizo castaño hasta marrón negrusco. Se identifica por los últimos tres segmentos antenales que son proporcionalmente más anchos que los anteriores y bien definidos. Las larvas alargadas, con gran movilidad y de color blanco-cremoso hasta llegar a amarillo marrón, y generalmente miden de 5 a 6 mm de longitud.

### ¿Dónde se encuentra?

Se localiza normalmente como plaga secundaria y se asocia con la presencia de plagas primarias. En clima frío solo se encuentra en recintos calientes.

### ¿Cuándo ataca y qué daños causa?

Los adultos y las larvas se alimentan de los granos y harinas almacenadas así como de vegetales secos en molinos y silos. Los productos infestados con este insecto tienen un olor fuerte y se torna color marrón haciendo su aprovechamiento limitado.

### ¿Cómo se desarrolla la infestación?

Los huevos depositados de manera aislada en los granos infestados se reconocen difícilmente. La hembra pone un promedio de 350 a 400 huevos durante más de un año. El desarrollo total puede ir de 7 semanas a tres meses. La larva se transforma en pupa dentro del producto infestado. El adulto puede volar y vivir más de 3 años.

### ¿Cómo puedo controlarlo?

#### *Control Biológico:*

Este insecto tiene una marcada tendencia caníbal y es depredador de huevecillos y larvas de otras plagas de almacén incluso de parasitoides como *Bracon hebetor*.

#### *Control Químico:*

En casos de infestaciones importantes se recomienda la fumigación. Ver la sección de Fumigantes- Insecticidas.

## **Barrenillo de los Granos (*Rhyzoperta dominica* F.)**



Figura 23. Barrenador pequeño de los granos, taladrillo de los granos, *Rhyzoperta dominica*.

### **¿Cómo es el insecto?**

El adulto mide de 2 a 3 mm de largo. Su color es pardo rojizo o negrusco. Cuerpo cilíndrico y alargado. Cabeza y protorax curvado. Tres últimos segmentos antenales triangulares y aplanados. Larvas de cuerpo blanco y cabeza marrón. Pupas de color blanco y de color oscuro cuando están próximos a la emergencia del adulto.

### **¿Dónde se encuentra?**

En zonas tropicales, subtropicales y en zonas templadas donde existen depósitos con temperaturas adecuadas. Se

considera como plaga secundaria y su ataque se relaciona con la presencia de plagas primarias.

### **¿Cuándo ataca y qué daños causa?**

Infesta diversos granos, pero ataca trigo y maíz principalmente. En trigo se considera como una plaga primaria por atacar granos enteros. Los daños típicos son perforaciones irregulares y polvillo.

### **¿Cómo se desarrolla la infestación?**

La hembra oviposita cerca de 300 a 500 huevos en su etapa reproductiva, se sabe que el ciclo de vida dura 4 semanas aproximadamente. Su capacidad de reproducción se incrementa por encima de los 23°C, por lo que en zonas tropicales, es más frecuente la infestación.

### **¿Cómo puedo controlarlo?**

#### ***Control Químico:***

Este insecto es muy resistente a los insecticidas como el malation. En casos de infestaciones importantes se recomienda fumigaciones con una mezcla de organofosforados (fostoxina) y piretroides sintéticos.

## Problemas Asociados a Plagas.

### *Contaminación con Hongos/aflatoxinas.*

Un aspecto adicional en el almacenamiento de maíz involucra la contaminación por hongos y sustancias altamente tóxicas asociadas a estos. Las especies de hongos más comunes en almacen son del género *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.* y *Fusarium sp.* (Fig.24a-c)

*Penicillium sp.*: Infección asociada a daño por insectos en mazorca. Síntomas: polvo color azul-verdoso cubre grano y olote. Los granos dañados por el hongo desarrollan un color amarillento y rayas visibles en el pericarpio.

*Aspergillus sp.*: Es un problema serio cuando se almacenan mazorcas con alta humedad. Síntomas: grupos de esporas de color verde- amarillo que cubre grano y olote. Estos hongos producen toxinas del tipo **aflatoxinas**.

*Fusarium sp.*: Es el patógeno más común de mazorca en todo el mundo. La infección comienza en los granos individuales y después se desarrolla el micelio con aspecto algodonoso con rayas blancas en la superficie de los granos. Produce micotoxinas llamadas **fumonisin**as.



Figura 24. a. Maíz infectado por *Penicillium sp.*

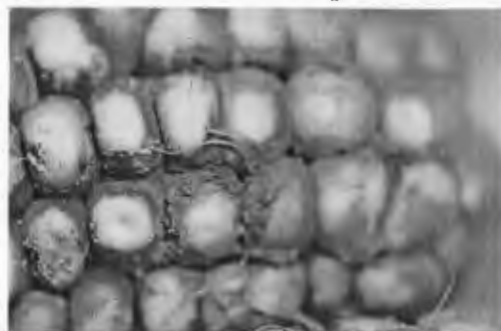


Figura 24. b. Maíz infectado por *Aspergillus sp.*

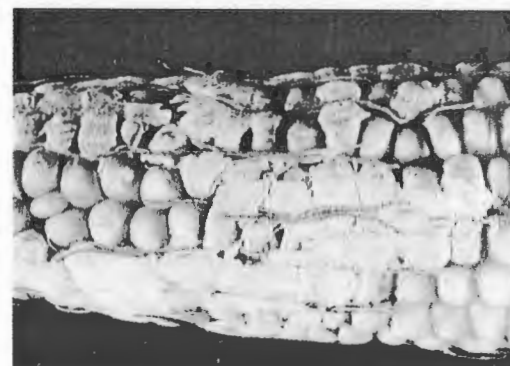


Figura 24.c. Maíz infectado por *Fusarium sp.*

## Problemas Asociados con Roedores

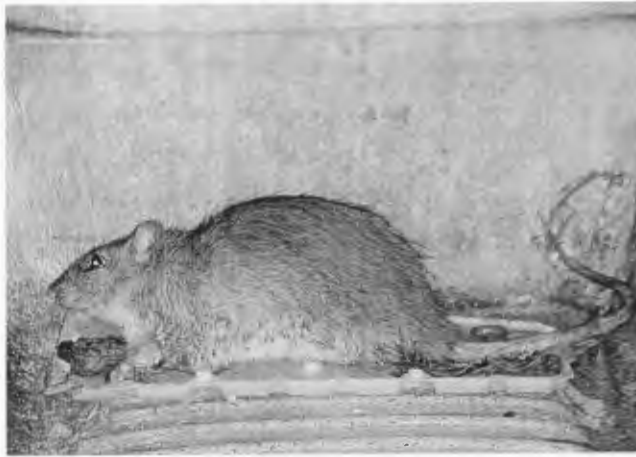


Figura 25. Hembra de *Rattus norvegicus*

### ¿Cómo es esta plaga y dónde se encuentra?

Los roedores son plagas que generan problemas no solo en los granos almacenados sino también en la salud humana. Las roedores poseen incisivos filosos que crecen de 10 a 12 cm anuales por lo tanto tienen que roer constantemente. Esta característica los hace tan destructores. Existen tres especies de roedores: rata común (*Rattus norvegicus*), rata de techo (*Rattus rattus*) y rata de casa (*Mus musculus*). En una plaga con distribución cosmopolita. Cabe destacar que el ataque por roedores constituye para muchas zonas una plaga no insectil de alta importancia (Fig. 25).

### ¿Cuándo ataca y qué daños causa?

Los roedores ocasionan daños tanto al grano que está en el campo como en el almacén. Pueden comer grandes cantidades de granos (Fig. 26); más en estructuras de almacenamiento sin protección para estas plagas. Recordemos que las ratas son portadoras de pulgas que transmiten bacterias al humano o transmisoras de muchas enfermedades graves, como la rabia.



Figura 26. Grano atacado por *R. norvegicus*

### ¿Cómo se desarrolla la infestación?

Los roedores presentan el índice de reproducción más alto entre los mamíferos. Son capaces de poblar completamente un cultivo partiendo de una baja población inicial. Se sabe que se reproducen de 6 a 10 veces por año con un promedio de 8 crías por parto, las que a su vez alcanzan la madurez sexual a los 3 ó 4 meses de edad.

### ¿Cómo puedo identificar la presencia de roedores?

Entre algunos de los indicios a evaluar para detectar la presencia de roedores están: el excremento (forma y tamaño de una especie a otra), orina (olor característico y color fosforescente bajo la luz ultravioleta), área roídas (algunas especies ocasionan más daño que otras), madrigueras, veredas y huellas.

### ¿Cómo puedo controlarlo?

El control físico-mecánico incluye prácticas de limpieza y de ordenamiento del almacén, así mismo se sugieren estructuras a prueba de roedores y trampas.

Control Químico: uso de un rodenticidas parafinados a base de anticoagulantes como la Bromadiolona, Bromadifacum.

Control Biológico: Los depredadores comunes son los búhos, gavilanes, halcones y gatos domésticos.

## Selección de Maíces para Resistencia a Plagas de Almacén en Infestaciones Naturales

Dada la importancia de cultivar variedades resistentes a plagas, una alternativa es la evaluación y selección de maíces resistentes en infestación natural en fincas de agricultores, los cual es son de fácil aplicación y poca inversión.

### *Espacio o estructura:*

Para aplicarla esta técnica se requiere de un lugar de almacenamiento, como puede una troje, la bodega o una estructura con techo para impedir la entrada de lluvia pero con una amplia ventilación para permitir la entrada de los insectos. Desde luego se debe evitar la entrada de animales domésticos.

La estructura deberá estar provista de anaqueles o de largueros de metal que permitan la colocación de muestras en bolsas. La capacidad esta de acuerdo con las necesidades de evaluación



Figura 27. Galera de gorgojos para evaluación de granos en almacenados en zonas rurales.

### *Preparación de la Muestras:*

Las muestras de maíz deben colectarse directamente del campo con el fin de evitar posible daños o deterioro por causa de de la humedad del suelo, lluvia o daño de pájaro. Si se desea caracterizar un material en sus tres formas de almacenamiento, es decir: grano, mazorca y con cobertura, se deben almacenar 18 mazorcas de cada genotipo.

Para cada forma de almacenamiento se deben preparar dos bolsas de nylon con tres mazorcas (o su equivalente en grano) junto con una etiqueta. Cada ensayo deberá realizar se por duplicado y colocarse lo mas próximo posible. Al menos debe incluirse aun testigo susceptible para cada ensayo (por ejemplo el CML244XCML346 del CIMMYT) para permitir comparaciones dentro de la estructura de almacén y esta debe tener las misma forma de almacén.



Figura 28. Forma de almacén para la evaluación de materiales resistentes a plagas de almacén.



### Duración de la Infestación Natural

La duración del ensayo esta en relación con la plaga que predomina en la región donde se realiza el ensayo. Para el gorgojo de maíz se requiere de 90 días, mientras que para el barrenador grande del grano 60 días. Los testigos susceptibles incluidos pueden utilizarse como indicadores del mejor momento para evaluar, es decir cuando el grado de daño sea entre 6 y 8. (Tabla 1) Se recomienda realizar la evaluación de un ensayo el mismo día o en el menor tiempo posible para minimizar las diferencias entre la primera y la última evaluación.

### Evaluación de los Materiales

Para procesar una gran cantidad de muestras en un periodo corto de tiempo se realizar una evaluación visual de daño rotando un par de veces la mazorca sobre los dedos y estimar en porcentaje el daño producido por los insectos con base el numero de granos dañados en la mazorca. Este porcentaje se convierte entonces a una escala que va del 1 al 10 como se muestra en la tabla 1. y en la figuras 29a y b. Una variedad puede considerarse resistente si el rango se encuentra entre 3 y 5 y susceptible de 9 a 10.

%Daño	Escala 1-10	% Perdida Peso	
		<i>Gorgojo</i>	<i>Barrenador</i>
0	0	0	0
10	1	1	1
20	2	2	4
30	3	4	6
40	4	6	9
50	5	8	12
60	6	10	16
70	7	12	20
80	8	14	25
90	9	16	32
100	10	>18	>40

Tabla 1. Escala visual de porcentaje de daño y perdida de peso en evaluación contra de plagas de almacén

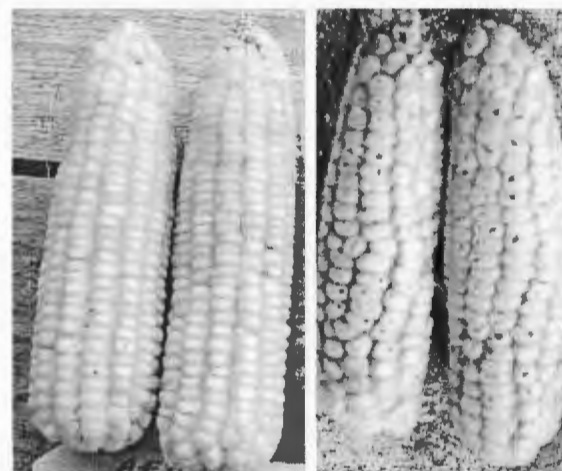


Figura 29. Mazorca con valor 2 de resistente (izquierda) y mazorca susceptible con valor 9 (derecha) en la escala visual de daño.

## Medidas de Control

### Mejorar Prácticas de Almacén

#### ¿Cómo prevenir las infestaciones con plagas?:

Con el propósito de prevenir infestaciones y daño durante el almacenamiento al menos tres fuentes de infestación deben evitarse:

**1.- Infestación proveniente del campo:** Esta se da cuando los insectos rondan el maíz durante el tiempo de maduración. Estos insectos pueden provenir de almacenes infestados e inicialmente puede ser a muy bajos niveles pero puede incrementarse durante el período de resguardo del grano. Se debe evitar la presencia de almacenes infestados al menos 6 semanas antes de la cosecha.

**2.- Poblaciones residuales en los sitios de almacén:** la estructura de almacenamiento debe ser limpiada y tratada, asegurándose que tanto paredes, pisos y techos queden perfectamente limpios. Se deben reparar el contenedor si es necesario y eliminar cualquier objeto dentro de ella así como aplicar insecticida.

**3.- Infestación cruzada o contaminación por entrada de material infestado:** Para evitar la contaminación con grano infestado, todo el grano del ciclo anterior debe ser desalojado del contenedor y sometido a tratamiento. No se debe permitir la mezcla de granos de diferentes ciclos si no han sido tratados previamente.

## Reglas de protección en almacén

#### ¿Cómo almacenar mejor su cosecha?

##### *Tiempo de Cosecha:*

- 1.- Doblar el tallo de la planta por debajo de la mazorca para evitar la entrada de agua y el daño por aves.
- 2.- Revisar si el grano ya llegó a la madurez. Este es determina tomando algunas mazorca y observando si ya se ha formado la línea oscura en el grano.
- 3.- Se debe evitar que el grano pase mucho tiempo en el campo una vez entrada la madurez.

##### *Forma de Cosecha del maíz:*

- 1.- Si desea cosechar su maíz con cobertura o totomoxtle asegúrese que el grano este en proceso de secado y de que no hay indicios de plagas,
- 2.- En este caso observe la presencia de agujeros, harina o polvillo o la presencia de insectos.
- 3.- Si su cosecha es en mazorca, al momento de la cosecha se debe separar y seleccionar mazorcas que están dañadas. Las mazorcas sanas se almacenan y las dañadas se pueden utilizar inmediatamente.

##### *Secado del Grano:*

- 1.- Se considera importante realizar el secado lo antes posible para evitar que el grano se pueda infestar.
- 2.- El maíz se debe secar al sol durante un tiempo.
- 3.- Para determinar si el maíz esta seco debes colocar una muestra de grano en un frasco tapado y colocarlo en el sol durante un hora. Si se observan gotas de agua en las

paredes entonces se debe secar por más tiempo. En caso negativo, se debe colocar en el sol dos días más para asegurar que la semilla esta bastante seca.

4.- Otra manera es la evaluación del sonido de crujido que hace el grano seco.

5.- Algunas formas alternativas de secado son la utilización de calor seco o humo a través de una fogata.

### ***Limpieza del Grano***

1.- Considere una segunda selección manual de las mazorcas para retirar aquellas que se encuentren dañadas o infestadas.

2.- Si va a desgranar es importante tamizar el grano para eliminar basura y posibles insectos

3.- Realiza movimiento de grano y limpieza nuevamente antes de colocar en el lugar de almacenamiento.

### ***Lugar de Almacenamiento***

1.- Elija el lugar de almacenamiento, el cual puede ser un cuarto, bodega, troje, tapanco, etc.

2.- Realice la limpieza del lugar del almacén. Esta se debe realizar eliminando la cosecha pasada para evitar contaminación por plagas existentes. Este espacio debe estar seco y fresco para reducir la aparición de plagas.

3.- Si almacena en costales, estos deben hervirse y secarse antes de su uso. Si son bolsas de plástico estas deben estar completamente limpias.

4.- Si utiliza tambos, estos se deben lavar perfectamente y para eliminar restos de óxidos o solventes, y se debe dejar secar y en su caso pintar.

5.- **El Silo Metálico.** Es un recipiente excelente para el almacenamiento de grano. El único cuidado que se debe de tener es poner el silo en la sombra y guardar el maíz bien seco.

### ***Aplicación de tratamientos***

1.- Los tratamientos se aplican al momento de colocar el grano el contenedor o lugar de almacenamiento

2.- Si va aplicar tratamiento con agentes inertes, o minerales o polvos de plantas esto debe hacerse mezclando perfectamente con el grano en la proporción que la tabla indica.

3.- Para grano almacenado en costal, tambo o silo, coloque la dosis de agente, mezcle perfectamente y almacene en el contenedor.

4.- Si vas a usar plantas intactas o frescas, estas se colocan en la capa más externa del grano en contacto con el ambiente.

5.- Si se emplea el tratamiento con pastillas debes tener mucha PRECAUCION. Las pastillas de fosfina son muy peligrosas y solo gente capacitada debe realizar estos tratamientos. NUNCA se debe colocar este tratamiento dentro de la casa.

### ***Monitoreo***

1.- Deberá revisar tu grano almacenado de manera regular para detectar oportunamente la presencia de plagas y aplicar un tratamiento nuevamente.

## Tratamientos contra plagas.

### Sustancia Inertes:

Nombre: Ceniza, puede ser de madera local o de olote.

Preparación y dosis: Coloque de 10 a 50 gr por cada kg de maíz y mezcle.

### Minerales:

Nombre: Tizate®, Mineral de la Sierra Morones, Zac.

Preparación y dosis: Coloque hasta 10 gr por cada kg de maíz y mezcle.

Contacto: Lic. Nora Suacedo Camarillo.

Nombre: Tierra Diatomea, utilizada como agente de limpieza para albercas.

Preparación y dosis: Coloque hasta 10 gr por cada kg de maíz y mezcle.

Nombre: Diatomaceous earth (Protect-it DE, Hedley Technologies Ltd., Mississauga, Canada).

Preparación y dosis: Coloque hasta 10 gr por cada kg de maíz y mezcle.

### Plantas:

Nombre: Pea Protein (Parrheim Foods Ltd, Saskatoon, Canada)

Preparación y dosis: Coloque hasta 10 gr por cada kg de maíz y mezcle.

Nombre: Alverjón (*Pisum sativum* Biovar)

Preparación y dosis: Muela los granos de alverjón hasta obtener un polvo fino. Coloque de 10 a 50 gr por cada kg de maíz y mezcle.

Nombre: haba (*Vicia faba* L.)

Preparación y dosis: Muela los granos de alverjón hasta obtener un polvo fino. Coloque hasta 20 por cada kg de maíz y mezcle.

Nombre: Epazote (*Chenopodium ambrosoides* L., Quenopodiaceas).

Preparación y dosis: Puede usarse fresco. Las hojas de la plants se colocar a secado bajo el sol, se muelen hasta obtener un polvo fino. Coloque hasta 20 por cada kg de maíz y mezcle.

Nombre: Chicalote (*Argemone ochroleuca*, Papaveraceas)

Preparación y dosis: Las plantas se secan bajo el sol, se muelen hasta obtener un polvo fino. Coloque hasta 20 por cada kg de maíz y mezcle.

Nombre: Boldo (*Peumus Boldus*, M)

Preparación y dosis: Las plantas se secan bajo el sol, se muelen hasta obtener un polvo fino. Coloque hasta 20 por cada kg de maíz y mezcle.

## Fumigantes.

Se recomienda que el uso de insecticidas sea utilizado únicamente cuando las plagas han alcanzado valores anormales en sus poblaciones y pongan en riesgo el grano almacenado. El manejo del agente deberá apegarse a las instrucciones del fabricante considerando que cualquiera de estas sustancias es extremadamente peligrosa.

Nombre: Fosfina.

Precauciones:

1. Este fumigante es muy peligrosos si no se emplean correctamente. Leas las instrucciones del envase.
2. Para realizar una fumigación se debe disponer de contenedores herméticos o cerrados el producto como bidones, sacos de plástico, bajo toldos o telas de plástico, tambos y silos metálicos.
3. NO deben utilizarse en los pabellones, o cuartos destinados a la vivienda.
4. El gas de fosfina se vende en forma de tabletas de fosfuro de aluminio, que liberan fosfina al entrar en contacto con la humedad del aire. Nunca se deben tocar las pastillas, sin la utilización de guantes.

5. Se deben colocar las pastillas en contadores con facilitar su eliminación posterior. Estos pueden ser frascos con tapa abierta, charolas, o envases de metal.
6. Tras aplicar la sustancia hay que mantener el producto en condiciones de cierre hermético durante tres días por lo menos.
7. Al terminar se deben ventilar el contenedor cuidando de NO aspirar los gases que emanen del contenedor.
8. Permita la ventilación por un par días y posteriormente retire cuidadosamente los residuos, colóquelos en una bolsa y elimínelos.

### Preparación y dosis:

*La cantidad de pastillas a utilizar esta en función de la capacidad del recipiente o silo y no en el volumen almacenado.*

*De esta forma se sugiere:*

- Utilizar tres pastillas para un contenedor hermético de una tonelada.
  - 2 pastillas para un tambo de 250 lt.
  - 1 pastilla por cada cuatro costales, colocados en bolsa de plástico suficientemente grande.
- El tratamiento puede repetirse después de tres o cuatro meses dependiendo de la reincidencia de las plagas.

## Glosario

**Umbral Económico:** Es la densidad de población a la cual debe ser iniciada una acción de control para impedir que una creciente población de plaga alcance un nivel de daño económico.

**Plaga:** todo aquel organismo que disminuye la cantidad o calidad de lo que es útil para el hombre.

**Parasito:** son organismos que se alimenta sobre o dentro de otro, en insectos llamados parasitoides comúnmente se encuentran dentro de los ordenes Díptera e Himenóptera, por lo general requieren durante su desarrollo como larva un huésped.

**Parasitoide.** Ver Parasito.

**Protórax:** Región anterior del tórax; se ubica inmediatamente después de la cabeza.

**Ectoparásito:** Aquel organismo que vive en la superficie de otro, alimentándose de él externamente.

**Aflatoxina:** Son micotoxinas producidas por muchas especies de hongos del género *Aspergillus sp.* Las aflatoxinas son tóxicas y carcinogénicas para animales, incluyendo humanos.

**Estado:** Cada una de las principales divisiones sucesivas del ciclo de vida del insecto. (Huevo, larva o ninfa, pupa y adulto)

**Instares larvales:** Es la forma que asume el insecto después una muda.

**Estadío:** Periodo de tiempo que transcurre entre cada muda.

**Distal:** Región más lejana de la estructura en cuestión.

**Proximal:** Región más cercana de la estructura en cuestión.

## Agradecimientos

Los autores agradecemos enormemente el valioso trabajo editorial de Mike Listman, redactor científico del CIMMYT, así como la producción y diseño de Miguel Collado. La revisión en español estuvo a cargo de Ma. Concepción Castro, a quien le apreciamos su valioso tiempo. Este manual fue revisado por varios expertos que generosamente aportaron valiosas ideas y por los participantes de los cursos de QPM en Centroamérica, especialmente en el Salvador.



## El Silo Metálico: Manual Técnico de Fabricación y Manejo

S. García-Lara, N. Saucedo-Camarillo y D. J. Bergvinson

Unidad de Entomología. Programa Global de Maíz. Centro  
Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo Int.

 CIMMYT

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT®) ([www.cimmyt.org](http://www.cimmyt.org)) es un organismo internacional, sin fines de lucro, que se dedica a la investigación científica y la capacitación relacionadas con el maíz y el trigo en los países en desarrollo. Basados en la solidez de nuestra ciencia y en nuestras asociaciones colaborativas, generamos, compartimos y aplicamos conocimientos y tecnologías con el objeto de incrementar la seguridad alimentaria, mejorar la productividad y la rentabilidad de los sistemas de producción agrícola, y conservar los recursos naturales. El CIMMYT recibe fondos para su agenda de investigación de varias fuentes, entre ellas, del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) ([www.cgiar.org](http://www.cgiar.org)), gobiernos nacionales, fundaciones, bancos de desarrollo e instituciones públicas y privadas.

El CIMMYT y los autores expresan su reconocimiento por los fondos designados para la edición de este manual mediante el proyecto del Fondo Mixto CONACYT – Estado de México, con clave EDOMEX-2005-C01-10 titulado “Tecnologías integrales para reducir las pérdidas en post-cosecha de maíz en el Estado de México”.

© Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) 2007. Derechos reservados. Las designaciones empleadas en la presentación de los materiales incluidos en esta publicación de ninguna manera expresan la opinión del CIMMYT o de sus patrocinadores respecto al estado legal de cualquier país, territorio, ciudad o zona, o de las autoridades de éstos, o respecto a la delimitación de sus fronteras. El CIMMYT autoriza el uso razonable de este material, siempre y cuando se cite la fuente.

**Cita correcta:** S. García-Lara, N. Saucedo-Camarillo y D. J. Bergvinson. 2007. El Silo Metálico. Manual Técnico de Fabricación y Manejo. México, D.F.: CIMMYT.

ISBN:

Códigos de categorías AGRIS:  
Clasificación decimal Dewey:

Impreso en México.

## Índice

Introducción

¿Qué es el Silo Metálico?

¿Qué ventajas tiene el Silo Metálico?

Diagrama del Silo

Patrón General del Silo y Medidas

Construcción del Silo

¿Qué materiales necesita?

¿Qué herramientas necesito para construir un Silo Metálico?

Paso 1. Mesa de trabajo y Gramil o marcador de lámina

Burros de trabajo

Marcado y cortado del Gramil

Paso 2.- Elaboración de cilindro

Marcado de pestañas y corte de esquinas

Doblado de pestañas

Marcado y corte de la boca de salida

Engrapado y soldadura del cilindro

Paso 3.- Elaboración de la base

Marcado y doblado de la pestaña

Marcado y armado de la base

Paso 4.- Elaboración del cono

Marcado de cono y boca de entrada

Cortado de cono y boca de entrada

Doblado de pestañas

Armado del cono

Paso 5.- Elaboración de cuello de entrada y salida del silo

Marcado de líneas, cortadura y soldadura

Verificación de hermeticidad

Recomendaciones adicionales

Manejo adecuado del silo

Medidas para mejorar las prácticas de almacén

Reglas de protección de almacén

Fumigación en el silo metálico



## INTRODUCCION

Desde la antigüedad, los pueblos indígenas han seleccionado sus semillas, beneficiado sus milpas y almacenado maíz, el resultado de esta experiencia ancestral se puede observar a través de los diversos tipos de estructuras de almacenamiento. Algunos ejemplos son los cincolotes, las trojas, los tejabanos y los cuezcomates, que conservaban muy bien el maíz. Sin embargo en la actualidad la conservación del maíz en los pequeños productores es un problema de seguridad alimentaria. Existen familias de agricultores en las que el maíz no se puede almacenar más allá de los tres meses debido a problemas con los gorgojos, las ratas y los hongos.

En las siguientes páginas hablaremos de una alternativa viable para la mejor conservación del maíz almacenado, conocido como "Silo Metálico". Este manual forma parte del esfuerzo que el CIMMYT realiza en el Estado de México para transferir tecnologías integrales para reducir las pérdidas de maíz en poscosecha.

Debes saber que hay lugares en Centroamérica, donde los silos han sido utilizados por más de 15 años con excelentes resultados.

Con este objetivo, se ha construido un silo muestra adecuando a la realidad y los materiales con que cuentan los agricultores del Estado y tomando en cuenta la experiencia generada por otros grupos, las necesidades y los conocimientos locales.

Hay algunas empresas que producen silos y los venden, pero no siempre se puede comprar. Por esta razón, asociaciones de agricultores podrían formar un fondo y generar ellos mismos una microempresa que se dedique a la fabricación y venta de silos entre sus agremiados. Recuerde que al usar un buen sistema para almacenar su cosecha, tiene maíz con buena calidad para el autoconsumo, alimento para sus animales, posibilidad de comercializar cuando el mercado ofrezca mejores precios y así ganar un poco más, además de salvaguardar la herencia que la naturaleza le heredó en la semilla de maíz.

Cuando el maíz está bien protegido, se tiene un alimento limpio, sano, con todos sus nutrientes y de alta calidad.

*LE INVITAMOS A QUE UTILIZE ESTE MANUAL Y  
COMPRUEBE QUE ES POSIBLE CONTRUIR SU PROPIO  
SILO METALICO.*

### ¿Qué es el Silo Metálico?

Un silo es un depósito cilíndrico metálico, normalmente hecho con lámina galvanizada, de carácter hermético, en el que se conserva el maíz por varios meses y hasta años.

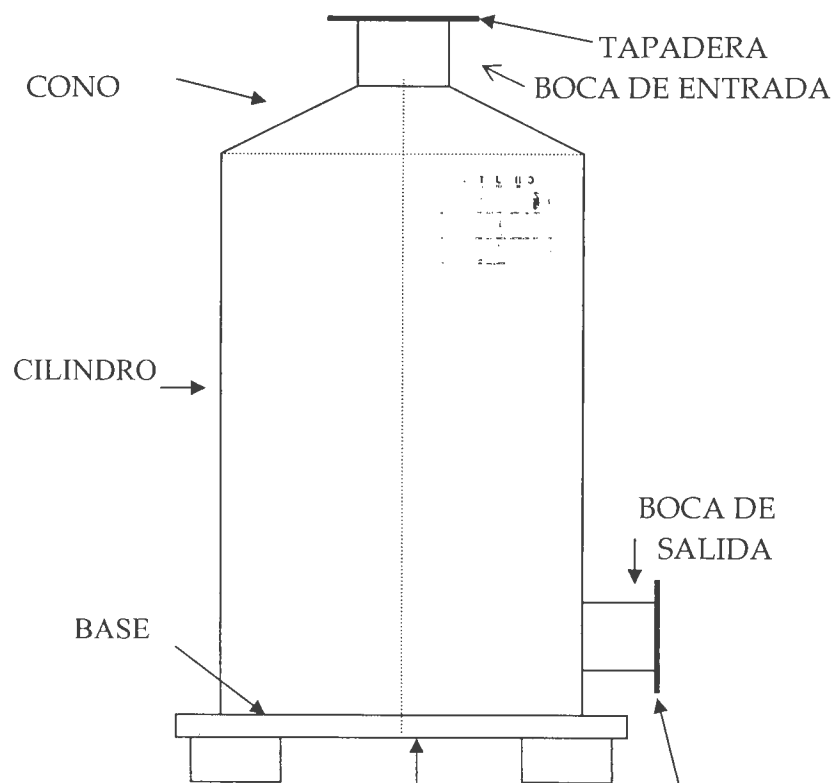
### ¿Qué ventajas tiene el Silo Metálico?

Al no entrarle aire ni agua, se eliminan los problemas por ataque de plagas (gorgojos y palomillas), roedores, hongos y se protege el maíz por periodos prolongados de tiempo, reduciendo las pérdidas a valores menores del 5%. Se adapta a las necesidades de cada productor, debido a se puede construir de diferentes capacidades: desde media, una o dos toneladas de maíz. No es estorboso y puede estar en algún pasillo de la casa y ofrece un lugar exclusivo para guardar maíz. En caso de que utilice productos minerales o químicos, el silo permite el uso de ellos y provee la hermeticidad que exige el tratamiento. Teniendo los cuidados básicos de ubicación y limpieza, resulta una inversión rentable ya que puede durar varios años, y en caso de que sufriera corrosión ambiental

o de ácidos, es fácil conseguir la materia prima y los materiales para corregir el daño.

### Diagrama del Silo

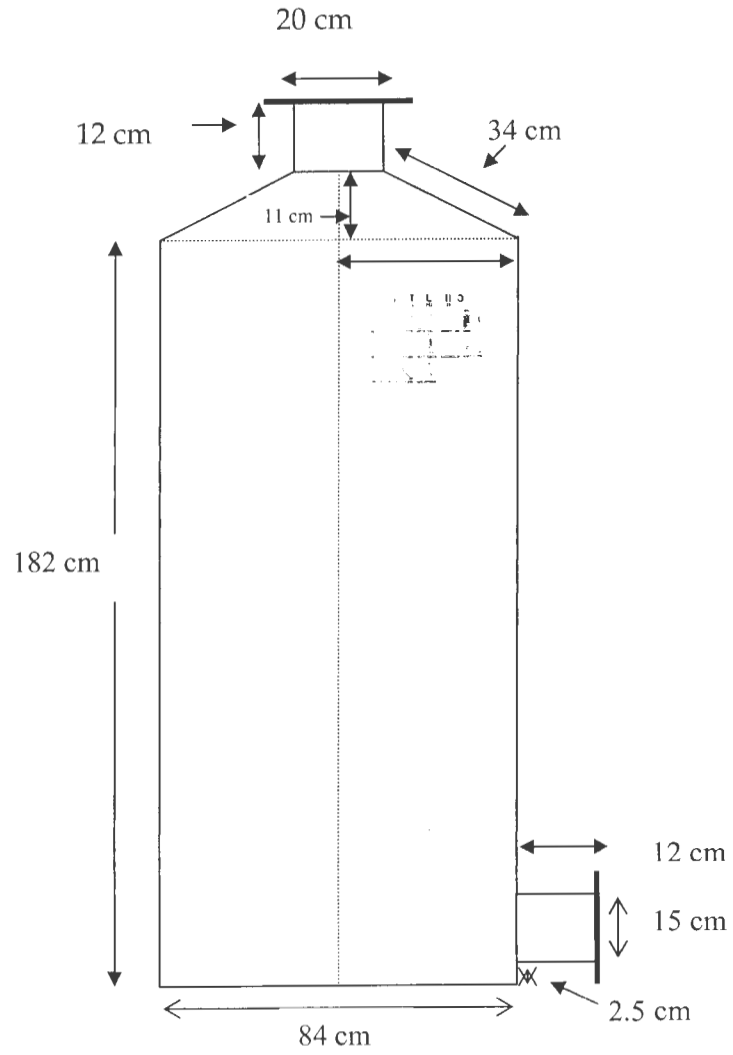
Las partes de las que consta un silo metálico son: cilindro, base, cono, boca de entrada y de salida con sus respectivas tapaderas, instrucciones de uso y tarima de madera.



TARIMA

TAPADERA

**Patrón General del Silo y Medidas 1-ton.**



## CONSTRUCCION DEL SILO

### *¿Qué materiales necesita?*

Marcador indeleble, lápiz

Lista de materiales para fabricar un Silo estándar de 1 tonelada. Recuerde que la calidad de la lámina y soldadura son muy importantes.

- 4 ½ Láminas galvanizadas de 183 x 92 cm., calibre 26"
- 2 Carretes de Soldadura de 1/8 50/50 Plomo /Estaño
- 1 Bote de Pasta para Soldar (100 g)
- 500 mL Acido muriático. Uso industrial
- 1 Cartucho de Gas Butano/ Propano 275 g con boquilla para soldar
- Encendedor
- Trapo para limpiar y Cobija para apoyar el silo
- Guantes de plástico y de carnaza
- 1 Hoja de Lija para lámina
- 1 Llanta de automóvil
- 1 Mesa o Base para sentar el cilindro
- Viga de lámina de hierro, madera o PTR (perfil tubular rectangular)
- 10 m Alambre re-quemado

### *¿Qué herramientas necesito para construir un Silo Metálico?*

Necesitara las siguientes herramientas básicas para fabricarlo pero recuerde que puede reemplazar la función de la herramienta si no dispone de ella.

- a. 2 Burros de Trabajo de 1 m de alto x 2 de largo
- b. Mesa de Trabajo
- c. 1 Angulo 3/16 x 2"
- d. 10 cm. de Angulo para asentar dobleces
- e. Arco y segueta
- f. Escuadra
- g. Flexómetro o cinta métrica
- h. Compás
- i. Maceta de 6 lb.
- j. Mazo de Hule de 6"
- k. Martillo de hojalatero
- l. Tijeras para lámina chicas y grandes
- m. Pinzas de Mecánico
- n. 4 Pinzas de Presión
- o. Pinzas para cortar Alambre
- p. 2 Prensas

- q. Desarmador 7 mm. de ancho
- r. Cincel
- s. Lima plana de 8" y lima triangular
- t. Punto, 2 clavos
- u. Brocha 1 cm. de ancho y cepillo para lámina
- v. Cautín eléctrico para soldar estaño
- w. Tornillo o sujetador



a-b c-d



e



f g



h



i j k



l



m



n o



p



q



r



s



t



u



v



w

**Nota Importante:** LEA TODO EL MANUAL ANTES DE EMPEZAR A TRABAJAR, ASI PODRA PREVEER Y TENER UNA MEJOR IDEA DEL RESULTADO FINAL

## Paso 1. Mesa de Trabajo y Gramil

### *Burros de trabajo*

- Los 2 burros o mesa de trabajo deben ser de 2 m de largo x 1 m de alto. Procure ocupar soldadura para hacer un burro firme, fuerte y parejo.

-Atornille o soldé un **Angulo** (3/16 x 2" de 2 m de largo) en la orilla para que sirva de esquina para los dobleces que hará en las láminas (Fig. 1)

- Cuide que los burros no tengan tornillos, salientes ni picos para no lastimar el material.



Figura 1. Detalle del ángulo soldado en el burro

### *Marcado y cortado del Gramil*

- El Gramil o marcador de lámina, es instrumento para trazar líneas paralelas de cierto grosor, en este caso será de 1 cm. Para hacerlo, tome un pedazo de lámina (aproximadamente 8cm x 4cm.) más gruesa que la lámina de 26".

- Fíjela al tornillo como se ve en la figura 2 o sujétela con algo para que no se mueva.



Figura 2. Fijación de la lámina en el tornillo

- Marque con un pedacito de segueta las medidas en donde hará los cortes como se ve en la figura 3 y luego corte. Ocupe la lima triangular para matar el filo, pues ocuparemos mucho esta pieza

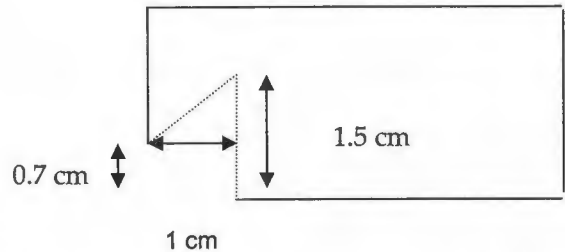


Figura 3. Medidas para el cortar y marcar el Gramil

## Paso 2. Elaboración del Cilindro.

### *Marcado de pestañas y corte de esquinas*

- Acomode las láminas en el suelo o encima de la cobija para que no se lastimen.
- Verifique que la medida de todas las láminas sea la misma, de no ser así utilice la más pequeña como patrón y corte lo que sobra para dejarlas todas iguales. Si alguna lámina está abollada corrija con las pinzas de mecánico a que quede plana.
- Coloque una lámina sobre el burro y marque con el gramil a lo largo (Fig. 4)
- Trace las líneas para hacer el corte de las esquinas.

-Observe las figuras 5 y 6, para después se proceda a ensamblar.



Figura 4. Marcar con Gramil



Figura 5. Cortar esquinas

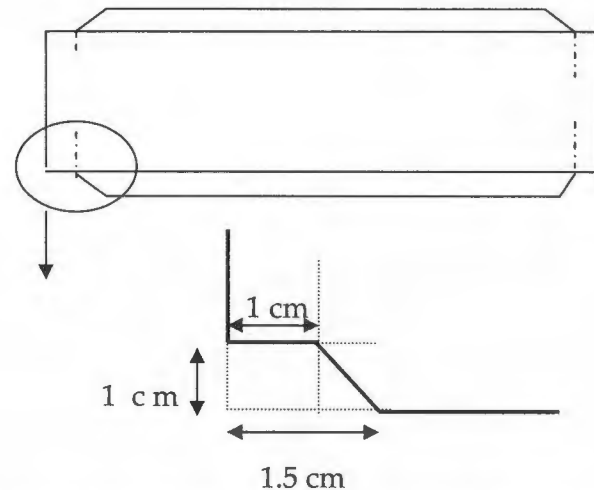
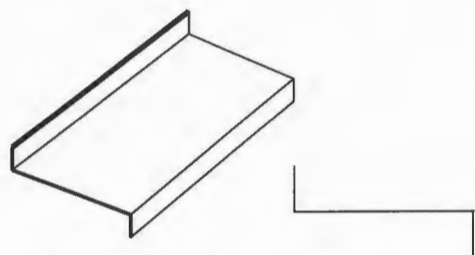


Figura6. Medidas de las pestañas y corte de esquinas

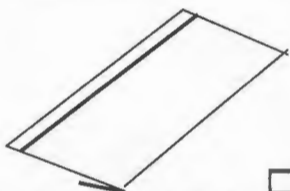
### ***Doblado de pestañas***

El procedimiento general del doblado se muestra en la figura 7

**Paso 1.-** Doblar a 90° una pestaña para arriba y la otra para abajo



**Paso 2.-** Asentar la pestañas y abrir el doblez



**Paso 3.-** Quiebre el doblez

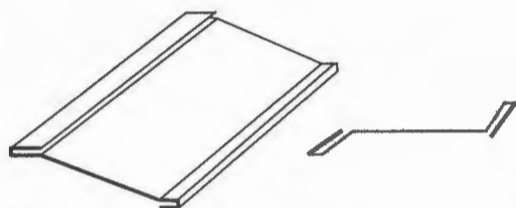


Figura 7. Procedimiento general del doblado

- Inicie acomodando la lámina a lo largo en el burro. Coloque el ángulo sobre ella, justo en la línea que marcó, de modo que la pestaña quede volando (Fig.8). Fije la lámina y el ángulo al burro con las prensas o pídale al ayudante que la sostenga con fuerza.



Figura 8. Preparando la lámina para doblar pestaña

- Ahora doble la pestaña utilizando el mazo de hule con golpes de arriba hacia abajo. Coloque una mano en el interior del ángulo para evitar que la lámina se mueva (Fig. 9).



Figura 9. Posición de la mano y doblado con mazo



Después asiente el doblado con el martillo de hojalatero dando golpes firmes con el centro del mismo para que quede plano (Fig. 10)



Figura 10. Asentando el doblado con martillo hojalatero

- Doblada la pestaña a 90° hacia abajo, tome la lámina, déle vuelta con cuidado para que quede en la posición que indica la figura 11.
- Golpee con el mazo de hule donde indica la flecha para que la pestaña quede acostada sobre la lámina.




Golpee  
aquí → 

Figura 11. Aplanar el doblado

-Mida con el gramil (Fig. 12), para verificar que no ha doblado de más ni de menos y proceda a realizar el quiebre colocando primero el ángulo encima de la lámina y luego fije con las prensas (Fig. 13).



Figura 12. Medición con gramil Figura 13. Detalle de doblado

- Golpee hacia abajo con el mazo de hule y después abra la pestaña con el desarmador, golpeado con el mazo para que se pueda unir a las otras láminas (Fig. 14)



Figura 14. Quiebre y apertura de la pestaña

- Recuerde que las pestañas en una misma lámina SON OPUESTAS

**SI LA PESTAÑA O EL DOBLEZ QUEDARON MAL: DESHAGA, APLANE O CORTE Y VUELVA A EMPEZAR "NO LO DUDE".**

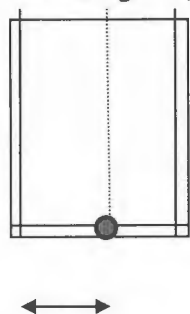
- Este procedimiento se repite con las tres láminas, pero **antes de hacerlo con la tercera**, se marca la boca de salida para el maíz de la siguiente manera:

### *Marcado y corte de la Boca de Salida*

- Coloque la lámina encima de una cobija o base lisa y uniforme. Marque con el gramil la parte de abajo que será la base del fondo del cilindro (Fig. 15).



Figura 15. Macar con gramil la lamina



44 cm.

- Mida el ancho de la lámina **sin las pestañas** y marque la mitad (aproximadamente 44 cm).
- Con ayuda de la escuadra, marque una línea del punto hacia arriba para poder sacar el centro de la boca de salida considerando el diagrama.
- Marque con el compás la circunferencia, tomando en cuenta las medidas de las figuras 16 y 17.



Figura 16. Boca de salida

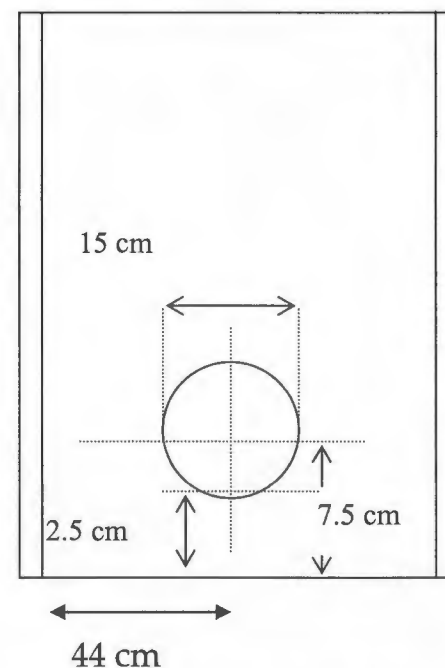


Figura 17. Medidas de Boca de Salida

- Ahora, corte el círculo empezando en una orilla con el cincel, realizados los 3 cortes diríjase al centro, para abrir y permitir que entren las tijeras y cortar el resto del círculo (Fig. 18 y 19).

**- TENGA MUCHO CUIDADO AL CORTAR PUES LA LAMINA ES MUY FILOSA**



Figura 18. Abrir con el cincel      Figura 19. Cortar con tijera

- Coloque debajo de la abertura el mazo y con el martillo de hojalatero asiente el borde. Posteriormente lime para matar el filo (Fig. 20 y 21).



Figura 20. Asiente el borde      Figura 21. Lime la orilla

### *Engrapado y soldadura del cilindro*

- **NOTA IMPORTANTE:** Un día antes deje las láminas enrolladas, atadas con un alambre u otro material para que no se lastimen y tomen la forma curva facilitando el ensamble al siguiente día.

- Coloque en el piso una viga de madera, PTR o metal para tener una base fuerte y lisa sobre la cual asiente las uniones de las láminas.

- Ponga la 1er lámina con la orilla encima de la viga y con **la pestaña hacia arriba** (Fig. 22)

- Con ayuda de otra persona coloque la 2ª lámina, que en este caso es la que tiene la abertura de salida y engánchela con la lámina que está en el suelo,

asegurándose de que queden embonadas correctamente para permitir un engrape adecuado.

- Cuide que las uniones de enlace sean **EXACTAS Y COMPLETAS**, ayúdese del martillo para que no queden descuadradas (Fig. 23 y 24).



Figura 22. Láminas sobre la viga en el centro



Figura 23. Asegurando con martillo que embonaron.



Figura 24. Emparejando las láminas



Figura 25. Midiendo lo largo que esté parejo

- Cuando ya estén bien embonadas, asiente con el martillo de hojalatero primero en los extremos y el centro para asegurarse de que no se vaya a salir y luego lo que falta con golpes firmes, fuertes pero sin dañar la lámina.

- Repase 2 o 3 veces el engrape hasta que ya no note bordes:

- Verifique que la medida de las 2 láminas unidas que sea uniforme a todo lo largo (Fig.25).

**SI LAS MEDIDAS NO SON EXACTAS, DESHAGA LA UNIÓN, ABRA LA PESTAÑA, RECORTE LA LAMINA Y VUELVA A EMPEZAR, NO LO DUDE.**

- El siguiente paso es uno de los **más delicados** pues se debe cerrar el cilindro y asegurar la hermeticidad. Se considera que es **indispensable hacerlo con mínimo de 2 personas** y colocar debajo del cilindro soportes para que levante la estructura y favorezca el ensamble y el asiento adecuado de las uniones (Fig. 26 y 27)

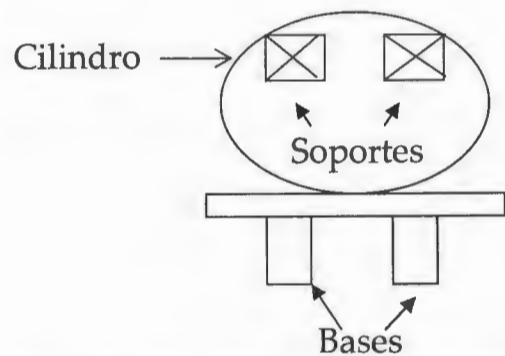


Figura 26. Esquema de vista de frente con soportes y bases para poder ensamblar



Figura 27. Ensamble sobre la viga y en el centro con ayuda.



Figura 28. Asiente extremos y centro primero para asegurar, luego el resto.

- Ayúdese de las pinzas de presión para sujetar los extremos. **Mantenga la posición del cilindro para asentar y para soldar (Fig. 29, 30 y 31)**



Figura 29 Ayúdese con pinzas de presión



Figura 30. No debe deformarse



Figura 31. Utilice los soportes para tener una posición cómoda al momento de soldar

- Para soldar el silo, observamos que es importante realizar esta actividad hasta el final, pues el calor que alcanza el soplete de gas, puede deformar la lámina, afectando las medidas finales.

-Una vez armado, asentado y correctamente acomodado se procede a soldar. Verifique que cuenta con todo el material necesario (Fig. 32).



Figura 32. Material para soldar

- Para empezar, la superficie debe estar **PERFECTAMENTE LIMPIA** pues de lo contrario la soldadura se botara o no pegara. Se puede ocupar cautín de carbón, cautín eléctrico o soplete de gas LP. El primero es muy lento, el segundo únicamente

calienta la superficie que hace contacto con la punta y el tercero sirve bien, es rápido y cómodo por lo que decidimos usarlo y recomendarlo para este caso.

Los pasos generales para soldar son:

- 1.- **FIJAR LAS UNIONES** con pinzas, ángulo, prensas, y ayuda de personal, de modo que la superficie a soldar quede bien plana.
- 2.- **LIMPIAR** con trapo la superficie.
- 3.- **PONERSE GUANTES.**
- 4.-**APLICAR ACIDO MURIATICO** con la brocha solo donde va a soldar, si se chorrea corroe la superficie. **CUIDADO con el ácido y sus vapores, es muy corrosivo y venenoso** (Fig. 33).
5. **QUITAR GUANTES.**
- 6.- **LIMPIAR** con el trapo los excesos del ácido.
- 7.-**LIJAR** para quitar impurezas y un poco de galvanizado (Fig. 34).
- 8.-**LIMPIAR** nuevamente con el trapo.
- 9.-**APLICAR PASTA PARA SOLDAR** con una palita o directamente con el dedo. La pasta ayuda para que la soldadura se adhiera a la superficie (Fig. 35).
- 10.- **PRENDER CAUTIN** verificando que caliente pero que no deforme la lámina.

11.-CALENTAR UNIFORMEMENTE un tramo de la lámina y derretir la pasta (Fig. 36).

12.-TOMAR PASTA con la punta de la soldadura  
12.-APLICAR LA SOLDADURA sin dejar agujeros. (Fig 37).

Si es necesario regrese, aplique pasta y vuelva a aplicar soldadura, si el calor levanta la lámina retire el soplete un poco y calcule la distancia para continuar.

Si nota que la soldadura no pega, raspe con el cepillo hasta quitar toda la pasta. Inicie el proceso de igual forma si llega a quemar la lámina.



Fig. 33. Aplicar Ácido  
**CON CUIDADO**



Fig. 34. Lijar la superficie  
para quitar el galvanizado



Fig. 35. Aplicar pasta  
para que pegue la  
soldadura.



Fig. 36. Calentar la  
lámina.



Figura 37. Aplicando la soldadura, que no queden agujeros.

- Verifique visualmente que no tenga aberturas y que las soldaduras queden todas por fuera.

- Tome el cilindro de los extremos y gírelo para tener una posición cómoda para soldar las demás uniones. Recuerde que la superficie debe estar plana, ayúdese del ángulo y prensas (Fig. 38).



Figura 38. Girar el cilindro para soldar la siguiente hoja.

### Paso 3. Elaboración de la Base

#### *Marcado y doblado de la pestaña*

-Marque con el gramil la pestaña de 1 cm en la base y en la parte de arriba del cilindro (Fig. 39).

- Tome las pinzas y doble la pestaña de la circunferencia cuidando de no pasarse de la marca antes hecha (Fig. 40).

-Asiente el dobléz con un pedazo de ángulo o una base curva y el martillo para que quede plana (Fig. 41 y 42).



Figura 39. Marcar con gramil    Figura 40. Doblar pestaña



Figura 41 Asentar la pestaña con base circular

Figura 42. Asentar con base firme para que quede plana.

- Con las tijeras, empareje las esquinas donde se unen las láminas para que no queden picos salidos.



### *Marcado y armado de la base*

El cilindro que hemos armado, no forma una circunferencia perfecta, por lo que el diámetro no es preciso y el cálculo matemático es aproximado. La medida de la base corregida se saca de la siguiente manera:

- Amarre unas tiras de alambre alrededor del cilindro para forzarlo a que tome forma cilíndrica (Fig. 43)



Figura 43. Amarre el cuerpo del cilindro

- Tome la mitad de una lámina para dibujar en ella la base.
- Coloque el cilindro encima de la lámina y cerciórese que alcanza, saque la lámina de debajo del cilindro y proceda a hacerle un corte a la mitad.

- La base, al igual que el cuerpo del cilindro, llevará el refuerzo del ensamble, el cual se hace justo a la mitad de la circunferencia siguiendo el procedimiento que hemos utilizado en los apartados anteriores, desde el marcado con el gramil hasta la soldadura. Esto se debe hacer **ANTES** de cortar la circunferencia pues recordemos que el calor puede deformarla un poco.

- Ya que se tenga la lámina ensamblada y soldada por la mitad, coloque el cilindro encima y dibuje con marcador la orilla, escriba marcas iguales tanto en el cilindro como en la base para luego hacerlos coincidir en sus esquinas (Fig. 44 y 45) previo al corte.



Figura 44. Marcar sobre la Lámina.

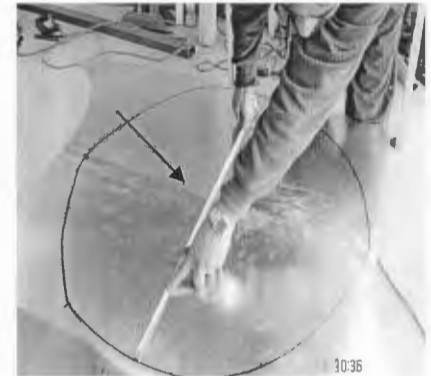


Figura 45. Detalle del ensamble al centro de la lámina.

- Marcada la circunferencia en la lámina proceda con el gramil a marcar la pestaña de la circunferencia y recorte (Fig. 46).



Figura 46. Marcando la pestaña con el gramil.

- Coloque tanto la lámina como el silo en una base alta haciendo coincidir las marcas, recuerde que la línea reforzada de la base debe estar en una de las uniones entre las láminas.

- Ponga en cada unión de láminas una pinza para evitar que el cilindro se mueva (Fig. 47).



Figura 47. Colocando pinzas para que no se mueva.

-Hecho esto, haga cortes a la pestaña cada 2 cm. (Fig. 48)

- Levante cada una con el martillo a que quede a 90° con respecto a la base. Esto se hace **primero en una sección** para que el silo se obligue a tomar su forma y no se salga de la circunferencia (Fig. 49).



Figura 48. Corte de pestañas



Figura 49. Levantando pestañas con martillo

-Si se nota que las pestañas no cubren bien a la parte de la orilla del cilindro, abra el aplanado y vuelva a doblar para que la pestaña realmente abrace la orilla del silo.

- Se aplanan las pestañas con el martillo y luego se asientan con un pedacito de ángulo para que la base quede bien planita (Fig. 50).



Figura 50. Asentando para que este lista para soldar.

- Pase su dedo por encima de la unión para asegurarse que no está nada levantado.
- Se procede a soldar siguiendo los mismos pasos enunciados anteriormente, pero ahora sin lijar para no levantar las pestañitas.

LIMPIAR → ACIDO → LIMPIAR → PASTA →  
SOLDAR

- Cerciórese que la soldadura entro perfectamente en cada uno de los espacios para que quede herméticamente sellado.



Figura 51. Soldando la base

- Corte con las pinzas los alambres que abrazaban el cuerpo del cilindro.

#### Paso 4. Elaboración del cono

##### *Marcado de cono y boca de entrada*

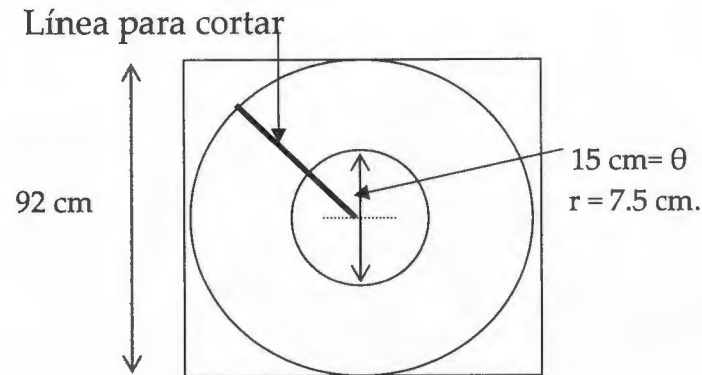
- Tome la otra mitad de la lámina y trace un cuadrado de 92 cm. de lado.
- Marque el centro del cuadrado ayudándose de escuadra y flexómetro.
- Haga un compás utilizando una tira de lámina con clavos en sus extremos para trazar una circunferencia que toque las 4 orillas del cuadrado.
- Marque la circunferencia.



Figura 52. Marcando la circunferencia para hacer el cono.

- Abra el compás a 7.5 cm y marque el perímetro de la boca de entrada de maíz. Trace una línea como se

ve en la figura 53, esta servirá para abrir la circunferencia y armar el cono.



El diámetro real será de 20 cm., por ahora se marca de 15 cm. para contemplar el margen de error a la hora de formar el cono.

### *Cortado de cono y boca de entrada*

- Corte el círculo, después la línea y la boca de entrada (Fig. 54)



Figura 54. Cortado de la boca de entrada del cono

### *Doblado de pestañas*

- Coloque el cilindro como se ve en la figura 55 y con ayuda de las pinzas doble la pestaña en donde va unido el cono, empareje las uniones con las tijeras y asiente tal como se hizo con la base.



Figura 55. Cortado de la boca de entrada del cono

- Invierta el cilindro de modo que la parte donde va el cono quede en el suelo y amarre con alambre para que adquiera forma, tal y como lo hicimos con la base.

- Tome medidas del perímetro de la circunferencia en un patrón sobre papel o en el suelo

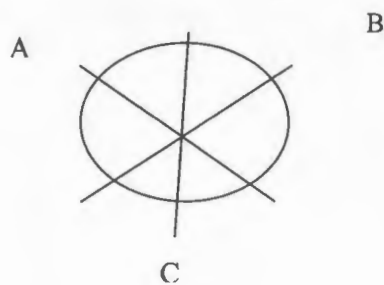
### Armado del cono

- Tome el círculo que recortó y marque con el gramil la orilla de **UNA** de las aberturas que le hizo de un extremo al centro, doble, asiente y abra la pestaña para luego ensamblar con el procedimiento aplicado anteriormente (Fig. 56).



Figura 56. Doblado de la pestaña del cuerpo del cono.

-Para conocer el diámetro del cono final, tome 3 diferentes medidas al círculo que dibujamos de la base del cilindro y saque el promedio.



- Recordemos que no es una circunferencia perfecta. El promedio del diámetro  $A + B + C = 86$  cm.

- Tomando en cuenta este diámetro, haga en su cuaderno el siguiente cálculo:

Diámetro conocido + 1 cm, de cada lado para las pestañas + 0.25 cm de cada lado por el margen de error. SI SOBRA PODEMOS RECORTAR, PERO SI FALTA YA NO TENEMOS LAMINA

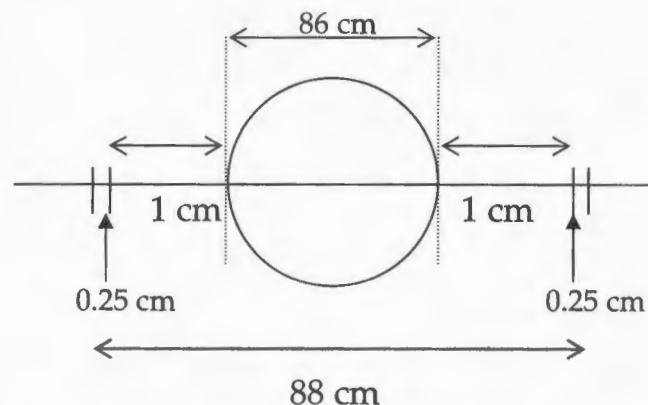


Figura 57. Medidas para el diámetro del cono.

- **CORRIJA MEDIDAS DEL CONO.** Como el total de diámetro es 88 cm. (Fig. 57), tome su compás de lámina y mida a 44 cm que es el radio del cono y recórtelo para corregir medidas.

- Trace en un papel patrón la circunferencia del cilindro y coloque el cono de lámina encima. Cierre el cono para verificar medidas como se ve en la figura 58 hasta que se obtenga la altura deseada (11cm.) y marque en el empalme donde deba cortar.
- En este caso marcamos 9.5 cm del empalme de base por 38 cm de largo como se ve en la figura 58. No olvide considerar la pestaña para ensamblar (Fig. 59)



Figura 58 Levantar la lámina formar altura deseada



Figura 59. Corte para el cono

- Recorte de la orilla que no tiene pestaña con el gramil (Fig. 60), siga el procedimiento conocido

- para ensamblar con la pestaña anteriormente preparada utilizando las pinzas como se ve en la figura 61



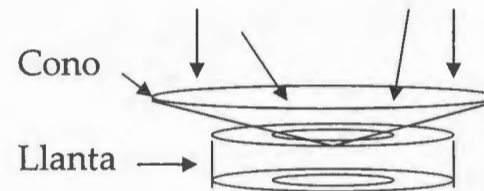
Figura 60. Marcando la pestaña



Figura 61. Utilice pinzas para sujetar el empalme.

- Coloque el cono sobre una llanta para darle forma ejerciendo la presión necesaria donde indican las flechas y aplique soldadura en el empalme.

PRESIONE AQUÍ PARA DAR FORMA



**Paso 5. Elaboración de cuello de entrada y salida del silo.**

**Marcado de líneas, recortado y soldadura**

Tome en cuenta que

$$\text{Perímetro} = (\pi) (\varnothing)$$

$$\pi = 3.1416 \text{ (valor constante)}$$

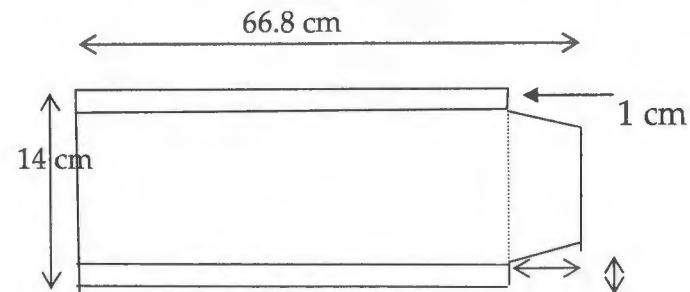
$$\varnothing = \text{Diámetro deseado en cm.}$$

Calcule el largo de la faja para formar el cuello del cono de la siguiente manera:

$$\text{Perímetro} = (3.1416) (20 \text{ cm}) = 62.8 \text{ cm} + 4 \text{ cm}$$

$$\text{(Del traslape)} = 66.8 \text{ cm.}$$

- El ancho final es la suma de 12 cm + 1 cm. de pestaña + 1 cm. de dobléz = 14 cm.



4 cm      1.5 cm

Figura 62. Medidas del cuello de entrada del silo

- Recorte como se indica en la figura 62, posteriormente coloque la faja en el burro de trabajo, fije con las prensas y doble la pestaña. Esto se hace con el fin de dejar el borde bien liso pues es una pieza que se manipulara en posteriores ocasiones.

- Como esta pieza será una figura circular, deslice la faja completa sobre un tubo para permitir que adquiriera la forma. Hágalo poco a poco sin abrir los dobleces (Fig. 63).

**LA FAJA DEBE CERRAR POR SI SOLA**



Figura 63. Dándole forma circular al cuello de entrada

- Cierre la faja para formar el cilindro utilizando los 4 cm. de traslape, fije con una pinza de cada lado y proceda a soldar con **CAUTIN** y sin lijar. Aquí el

gas LP puede deformar la lámina y modificar nuestra medición. Cuide que no queden bordes de soldadura, esto se logra pegando con el martillo al momento de estar soldando.

- Para soldar por dentro nuevamente utilice el caudín eléctrico.
- Una vez frío lije y lime la soldadura por fuera y por dentro para obtener bordes lisos (Fig. 64 y 65).



Figura 64. Lijando el interior



Figura 65 Limando el interior

- Marque con el gramil la forma de la base que va pegada al cono.

-Presente la pieza en el cono y verifique que quede centrado y vertical, pinte con marcador la orilla sobre la base y recorte el restante en el cono para ajustar al diámetro deseado (Fig. 66).



Figura 66. Marcar y ajuste la circunferencia del cuello de entrada en el cono

- Tome el cuello de entrada ya soldado y corte las pestañas a lo largo de todo el perímetro, dejando 2 cm entre cada una, sin pasarse de la línea marcada con el gramil.

- Doble las pestañas de manera alternada como lo muestra la figura 67, esto es para darle mayor fuerza a la unión con el cono.



Figura 67. Doblado de pestañas alternadas



- Deben quedar igual número pestañas dobladas y sin doblar, si no es así, haga un corte extra para que queden pares.
- Coloque el cono en la llanta y rebaje el filo a la abertura con una lima (Fig. 68)



Figura 68. Limar para quitar el filo a la abertura.

- Presente el cuello que debe entrar libre sin forzarlo, gírelo hasta que quede a gusto, unas pestañas quedan dentro y otras fuera (Fig. 69)

Figura 69. Presentar el cuello en el cono, que no quede forzado.



- Con el martillo baje las pestañas que están afuera. Déle vuelta al cono y baje entonces las pestañas de ese lado apoyándose en el ángulo como lo muestra la figura 70.



Figura 70 Bajar las pestañas del cuello exterior.



Figura 71. Bajar las pestañas del cuello interior.

- Con ayuda de una base pequeña asiente y verifique que todas las pestañas estén correctamente aplanadas.
- Ahora ya se puede soldar el cuello al cono con el procedimiento conocido. Busque la mejor posición para que la soldadura no se escurra. Hágalo primero en una sección, luego espere a que seque y entonces prosiga (Fig. 72)
- En este caso se aplica soldadura solo la parte externa para penetrar en todos los espacios.



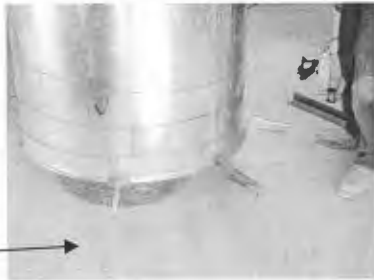
Figura 72. Encuentre la posición adecuada para que no resbale ni el ácido ni la soldadura



Figura 73. Soldar la parte del cuerpo del cono.

- Ahora con el cono y cuello soldado, procederemos a ensamblarlos con el cuerpo del cilindro.

- Colocado el cono en la llanta, suba el cilindro sobre este y acomódelo a la circunferencia colocando pinzas de presión en cada una de las uniones (Fig. 74)



Llanta

Figura 74. Cilindro encima de una llanta para no lastimar el cono

- Recorte lo que sobra de la lámina del cono, dejando solo 1 cm de pestaña. (Si es más la unión se vera afectada).

- Corte las pestañitas como en los procedimientos anteriores, dejando 2 cm entre cada una y después con el martillo dóblelas, recuerde hacerlo **por secciones** para disminuir el moviendo del cilindro,

**AUN NO quite las pinzas de presión**

- Una vez terminadas todas las secciones, doble las pestañas con las pinzas una por una y después asiente sobre una base firme golpeando con el martillo y la base de metal (Fig. 75)



Figura 75. Asentando las pestañas después de haberlas bajado una por una con las pinzas.

- Quite las pinzas y proceda a soldar con el método conocido y sin lijar.

**APLIQUE PAREJO LA SOLDADURA, EN TODOS LOS AGUJERITOS.**

- Espere a que enfríe para quitar los alambres del cuerpo del cilindro.

- Para hacer el cuello de salida se siguen los mismos pasos que para el cuello de entrada, sin embargo las medidas cambian como siguen:

Diámetro = 15 cm.

Perímetro =  $(3.1416) (15 \text{ cm.}) = 47.124 + 4 \text{ cm de Traslape} = 51.12 \text{ cm.}$

Largo = 51.12 cm

Diámetro = 15 cm

Ancho = 14 cm (incluido pestaña y doblez).

- Acueste el cilindro sobre una cobija (Fig. 76).

- Una vez armado el cuello de salida, se presenta en la abertura del cilindro (Fig. 77).

- Con la mano se le van doblando poco a poco las pestañas que quedan adentro del cilindro, tiene que presionar pues es una superficie recta adaptada a una superficie curva (Fig. 77).



Figura 76. Acueste el cilindro



Figura 77. Doble las pestaña para que no se lastime. que están por dentro.

- Asiente las pestañas, colocando su mano dentro del cilindro con una pieza de metal para poder golpear por fuera con el martillo. Los golpes son exactos pero no muy fuertes. Debe asegurarse con la mano que tanto las pestañas de adentro como las de afuera estén bien aplanadas.



Figura 78. Asiente las pestañas por dentro y por fuera con una base firme.

- Quite las pinzas y proceda a soldar con el método conocido y sin lijar.

**APLIQUE PAREJO LA SOLDADURA, EN TODOS LOS AGUJERITOS.**

- Espere a que enfríe para quitar los alambres del cuerpo del cilindro.

- Para hacer el cuello de salida se siguen los mismos pasos que para el cuello de entrada, sin embargo las medidas cambian como siguen:

Diámetro = 15 cm.

Perímetro =  $(3.1416) (15 \text{ cm.}) = 47.124 + 4 \text{ cm de Traslape} = 51.12 \text{ cm.}$

Largo = 51.12 cm

Diámetro = 15 cm

Ancho = 14 cm (incluido pestaña y doblez).

- Acueste el cilindro sobre una cobija (Fig. 76).

- Una vez armado el cuello de salida, se presenta en la abertura del cilindro (Fig. 77).

- Con la mano se le van doblando poco a poco las pestañas que quedan adentro del cilindro, tiene que presionar pues es una superficie recta adaptada a una superficie curva (Fig. 77).



Figura 76. Acueste el cilindro



Figura 77. Doble las pestaña para que no se lastime. que están por dentro.

- Asiente las pestañas, colocando su mano dentro del cilindro con una pieza de metal para poder golpear por fuera con el martillo. Los golpes son exactos pero no muy fuertes. Debe asegurarse con la mano que tanto las pestañas de adentro como las de afuera estén bien aplanadas.



Figura 78. Asiente las pestañas por dentro y por fuera con una base firme.

- Trate de soldar de la manera más limpia y más plana que pueda, ya que esta tapa debe de cerrar muy bien para permitir la hermeticidad del silo.
- Esta parte se suelda con cautín eléctrico para que el calor no deforme la lámina. Si no calienta bien, puede limar la punta del cautín cuando se esté calentando (Fig. 82)



Figura 81. Mida antes de soldar toda la pieza



Figura 82. Solde con cautín y no quite las pinzas.

- La soldadura va por dentro y por fuera y una vez terminado lime y lije para que elimine los bordes y no obstaculice la entrada y salida de la tapa.
- Vuelva a medir la tapadera a la boca para verificar la medida. Si no embona correctamente, elimine la

soldadura con calor del soplete de gas y vuelva a empezar

- Una vez listo el cuerpo de la tapadera, marque con el gramil del lado que no tiene el doblado liso y corte las pestañitas cada 2 cm como lo hemos venido haciendo (Fig. 83).
- Doble las pestañitas a 90° con las pinzas respetando las marcas del gramil (Fig. 84).
- Asiente las pestañas en una mesa para que queden parejitas.



Figura 83. Marcar con gramil



Figura 84. Doblar pestañas

- Coloque el cuello de la tapadera sobre un pedazo de lámina, marque la circunferencia y marque también con el gramil para crear la pestaña. Corte la circunferencia con todo y la pestaña.

- Corte las pestañas como en procedimientos anteriores, dóblelas al mismo tiempo que coloca el pequeño cilindro sobre la base a que quede prisionero en las pestañas.(Fig. 85).
- Asiente directamente las pestañas con el martillo como se presenta la figura 85 y 86.



Fig. 85 Asentar dejando prisionero al cuerpo de la tapa.



Fig. 86. Asentando la parte de donde se tomará la tapa para abrir.

- Ahora, podemos soldar siguiendo los mismos pasos sin lijar para no levantar las pestañas. En esta ocasión se puede soldar con cautín o con gas, si se llega a ver un agujero se debe de regresar, aplicar pasta y tapar (Fig.87)

- Como es una pieza que será manipulada con mayor frecuencia, se lima al final para que quede lisa. El procedimiento es igual para las dos tapaderas.



Figura 87. Limando las orillas pues es una pieza que será utilizada muy frecuentemente.

- Lave el silo con un trapo húmedo (no fibra) y jabón para quitar el exceso de grasa de la soldadura. Permita secar correctamente

### VERIFICACION DE HERMETICIDAD

- Este procedimiento se puede realizar aplicando aire comprimido por uno de los orificios del silo, cerrando a la par el otro.
- Con ayuda de una solución jabonosa verifique que no haya escapes de aire. De presentarse una fuga, aplique soldadura y vuelva a verificar.

- Coloque el silo en un lugar alto no directamente al piso con mucho cuidado, cubierto del sol.

- Se recomienda aplicar una cubierta de pintura metálica anticorrosiva y la etiqueta del origen y datos de fabricación. Se puede utilizar el afiche de instrucciones que utiliza el Programa Regional de Poscosecha / PRP Agencia suiza para el desarrollo y la cooperación / COSUDE para Centroamérica.

<http://www.inta.gob.ni/informacion%5Fpostcosecha/>

- Si se transporta, el silo debe estar en forma vertical y correctamente sujetado para evitar lesiones en la lámina.

## RECOMENDACIONES ADICIONALES

- No se salten pasos y en todos los pasos cuide de no golpear, pisar o maltratar la lámina

- Tratar de que sea un cilindro lo más perfecto que se pueda, utilicen su ingenio para hacer que se forme bien y sea más estético. Pueden ocupar abrazaderas sin fin para ajustar con tornillos y hacerlo más cilíndrico y no se deforme.

- Invierta más tiempo en la soldadura para que quede hermético. Hágalo con calma, repita cuando sea necesario, la clave de la soldadura está en función del calor aplicado.



*“Después de 4 días de labores hemos terminado el silo para almacenar maíz. Me gusto mucho mi trabajo para ser el primero que hacemos utilizando el manual”. Sr. Homero Guevara Mata. Boyeros, Texcoco, Estado de México.*

## MANEJO ADECUADO DEL SILO

### 1. Ubicación apropiada para el silo

- Protéjalo del sol, lluvia, calor excesivo.
- Instálelo siempre encima de una tarima
- Colóquelo debajo de un techo dentro de casa o un techo espacial fuera de casa.
- No lo pegue a las paredes

### 2. Medidas de limpieza básica del lugar

- La regla más importante para cuidar el silo y el maíz colocado dentro es la limpieza.
- En todas las casas visitadas a lo largo de más de 10 años se comprueba que en casas limpias hay maíz limpio.
- Antes de llenar el silo, se debe limpiar para eliminar residuos de la cosecha anterior
- Esto se puede hacer con una pistola de aire o con un trapo y un palo para llegar a los rinconcitos, o bien fumigar el silo vacío.
- Si introduce maíz seco y limpio al silo no tendrá ningún problema, por lo tanto, si usted hace su parte, el silo hace la suya.
- Asegúrese de mantener limpio el lugar donde se instale el silo.

### 3. Revisión y mantenimiento del silo

- Revise cada mes el silo y el maíz.
- Si presenta humedad sáquelo y séquelo nuevamente.
- Si presenta plagas deberá proceder a fumigar.
- Si tiene problemas de corrosión, lije, limpie y ponga pintura plateada o consulte a su ferretero
- Para sacar tu maíz, trata con cuidado las tapaderas, no las azotes o permitas que se ensucien, con una palita puedes acercarte el maíz, aunque al principio el solo vendrá por el peso, para meterlo te recomendamos hacer un embudo con los sobrantes de la lamina o comprar uno para que te sea fácil llenarlo.
- NUNCA LO INCLINES, SE PUEDE DEFORMAR Y HACERSELE UNA PEQUEÑA ABERTURA QUE PUEDE SER SUFICIENTE PARA QUE LOS GORGOJOS ENTREN.
- En la siguiente sección se dan recomendaciones de prácticas sencillas para cosechar, secar su maíz, controlar plagas y fumigar.



## Medidas para Mejorar las Prácticas de Almacén

### ¿Cómo prevenir las infestaciones con plagas?:

Con el propósito de prevenir infestaciones y daño durante el almacenamiento al menos tres fuentes de infestación deben evitarse:

**1.- Infestación proveniente del campo:** Esta se da cuando los insectos rondan el maíz durante el tiempo de maduración. Estos insectos pueden provenir de almacenes infestados e inicialmente puede ser a muy bajos niveles pero puede incrementarse durante el período de resguardo del grano. Se debe evitar la presencia de almacenes infestados al menos 6 semanas antes de la cosecha.

**2.- Poblaciones residuales en los sitios de almacén:** la estructura de almacenamiento debe ser limpiada y tratada, asegurándose que tanto paredes, pisos y techos queden perfectamente limpios. Se deben reparar el contenedor si es necesario y eliminar cualquier objeto dentro de ella así como aplicar insecticida.

**3.- Infestación cruzada o contaminación por entrada de material infestado:** Para evitar la contaminación con grano infestado, todo el grano del ciclo anterior debe ser desalojado del contenedor y sometido a tratamiento. No se debe permitir la mezcla de granos de diferentes ciclos si no han sido tratados previamente.

## Reglas de protección en almacén

### ¿Cómo almacenar mejor su cosecha?

#### *Tiempo de Cosecha:*

- 1.- Doblar el tallo de la planta por debajo de la mazorca para evitar la entrada de agua y el daño de pájaro.
- 2.- Revisar si el grano ya llega a la madurez. Este es determinado tomando algunas mazorcas y observando si ya se ha formado la línea oscura en el grano.
- 3.- Se debe evitar que el grano pase mucho tiempo en el campo una vez entrada la madurez.

#### *Forma de Cosecha del maíz:*

- 1.- Si desea cosechar su maíz con cobertura o cubierta, asegúrese que el grano este en proceso de secado y de que no hay indicios de plagas,
- 2.- En este caso observe la presencia de agujeros, harina o polvillo o la presencia de insectos.
- 3.- Si su cosecha es en mazorca, al momento de la cosecha se debe separar y seleccionar mazorcas que están dañadas. Las mazorcas sanas se almacenan y las dañadas se pueden utilizar inmediatamente.

#### *Secado del Grano:*

- 1.- Se considera importante realizar el secado lo antes posible para evitar que el grano se pueda infestar.
- 2.- El maíz se debe secar al sol durante un tiempo.
- 3.- Para determinar si el maíz está seco debes colocar una muestra de grano en un frasco tapado y colocarlo en el sol

durante un hora. Si se observan gotas de agua en las paredes entonces se debe secar por más tiempo. En caso negativo, se debe colocar en el sol 3 días más para asegurar que la semilla esta bastante seca.

4.- Después que el grano ya está seco se debe asolear por 3 días más de sol fuerte. Una vez seco, se deja enfriar una noche.

*No almacene grano húmedo porque propiciará el crecimiento de hongos, mal olor, fermentación, pérdida de calidad y ataque de insectos.*

5.- Otra manera es la evaluación del sonido de crujido que hace el grano seco.

6.- Algunas formas alternativas de secado son la utilización de calor seco o humo a través de una fogata.

#### *Limpieza del Grano*

1.- Considere una segunda selección manual de las mazorcas para retirar aquellas que se encuentren dañadas o infestadas.

2.- Si va a desgranar es importante tamizar el grano para eliminar basura y posibles insectos

3.- Realiza movimiento de grano y limpieza nuevamente antes de colocar en el lugar de almacenamiento.

#### *Lugar de Almacenamiento*

1.- Elija el lugar donde colocara el silo. Estar protegido del sol y la lluvia y sobre una tarima.

2.- Realice la limpieza del lugar. Esta se debe realizar eliminando la cosecha pasada para evitar contaminación por plagas existentes. Este espacio debe estar seco y fresco para reducir la aparición de plagas.

3.- Si utiliza **El Silo Metálico** por primera vez, este debe lavarse perfectamente para eliminar restos de grasa o solventes, y se debe dejar secar y en su caso pintar.

5.- Recuerde que **El Silo Metálico**, es un recipiente excelente para el almacenamiento de grano. El único cuidado que se debe de tener es poner el silo en la sombra y guardar el maíz bien seco.

#### *Aplicación de tratamientos*

1.- Los tratamientos se aplican al momento de colocar el grano el contenedor o lugar de almacenamiento

2.- Si va aplicar tratamiento con agentes inertes, o minerales o polvos de plantas esto debe hacerse mezclando perfectamente con el grano en la proporción indicadas para cada producto.

3.- Para grano almacenado en silo, coloque la dosis de agente, mezcle perfectamente y almacene en el contenedor.

4.- Si vas a usar plantas intactas o frescas, estas se colocan en la capa más externa del grano en contacto con el ambiente.

5.- Si vas a usar tratamiento con pastillas debes tener mucha PRECAUCION. Las pastillas de fosfina son muy peligrosas y solo gente capacitada debe realizar estos tratamientos. NUNCA se debe colocar este tratamiento dentro de la casa.

#### *Monitoreo*

1.- Debes revisar tu grano almacenado de manera regular para detectar oportunamente la presencia de plagas y aplicar un tratamiento nuevamente.

## Fumigación en el Silo Metálico:

Agente Fumigante: Pastillas. Nombre: Fosfina.

Precauciones:

1. Este fumigante es muy peligrosos si no se emplean correctamente. Leas las instrucciones del envase.
2. Para realizar una fumigación se debe disponer de un silo hermético que evite fugas del gas durante el procedimiento.
3. NO deben utilizarse fumigarse cuando el silo se encuentre alojado en los pabellones, o cuartos destinados a la vivienda.
4. El gas de Fosfina se vende en forma de tabletas de fosfuro de aluminio, que liberan fosfina al entrar en contacto con la humedad del aire. Nunca se deben tocar las pastillas, sin la utilización de guantes. Nunca debe ser inhalado.

Procedimiento

1. Primero cierre la salida del silo sellándola con la tapa y colocando grasa o una plástico entre las uniones para hacerla hermética y que no escape el gas.
2. Después coloque el maíz en el silo llenándolo por la parte superior y con ayuda de un embudo. El número de pastillas para el silo es el mismo independiente de la cantidad de maíz que se desee fumigar.
3. Las pastillas se deben preparar antes de su uso y siguiendo la siguiente dosis:

- Utilizar cuatro pastillas para un silo de 1 tonelada de maíz en un contenedor hermético.
  - 2 pastillas para un tambo de 250 lt.
  - Recuerde no tener contacto directo con la pastilla y prepáralas en un lugar bien ventilado
4. Las pastillas se pueden colocar en contenedores pequeños con facilitar su eliminación posterior. Estos pueden ser frascos con tapa abierta, charolas, envases de metal, o envoltura de papel.
  5. Preparadas las pastillas colóquelas inmediatamente a través de la tapa superior del silo. Cierre la silo con la tapa y colocando grasa o plástico para sellarlo.
  6. Tras aplicar las pastillas verifique que no hay fugas en las tapas de entrada y salida. Se percibe un olor característico a ajo.
  7. De existir coloque jabón de pasta en estas áreas y selle los orificios.
  8. El silo debe mantenerse en condiciones de cierre hermético durante 5 días por lo menos. La recomendación son 10 días.
  9. Al terminar se deben ventilar abriendo la tapa superior del contendor cuidando de NO aspirar los gases.
  10. Permita la ventilación por un par días y posteriormente retire cuidadosamente los residuos, colóquelos en una bolsa y regréselos con el proveedor donde compro las pastillas.
  11. El grano se puede consumir después de 11 días de haber fumigado el maíz.

## Agradecimientos

Los autores agradecemos enormemente el valioso trabajo editorial de Mike Listman, redactor científico del CIMMYT, así como la producción y diseño de Miguel Mellado. La revisión en español estuvo a cargo de Ma. Concepción Castro, a quien le apreciamos su valioso tiempo. Este manual fue revisado por varios expertos que generosamente aportaron valiosas ideas y especialmente a Homero y Adriana Guevara Varela, Prisciliano García Hernández, Familia Montiel Ruiz y Molina Molina, Familia Saucedo Camarillo y Chavez Pina, Alvaro Salgado Ramirez y al grupo Poscosecha de Centroamérica.