

## SILO HERMÉTICO PARA EL CONTROL DE PLAGAS DE GRANOS ALMACENADOS EN GUANAJUATO, MÉXICO\*

### HERMETIC SILO FOR THE CONTROL OF STORAGE GRAIN PESTS IN GUANAJUATO, MEXICO

María de Lourdes García Leños<sup>1§</sup>, José Alfonso Aguirre Gómez<sup>1</sup>, Jesús Narro Sánchez<sup>1</sup>, Elvira Cortés Baheza<sup>2</sup> y José Guadalupe Rivera Reyes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Entomología, Campo Experimental Bajío, INIFAP. Km. 6.5 carretera Celaya-San Miguel Allende. Apartado Postal 112. 38010 Celaya, Guanajuato, México.

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico Agropecuario No. 33. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: garcia.lourdes@inifap.gob.mx

#### RESUMEN

En el estado de Guanajuato, México, se pierde hasta 22% del grano de maíz almacenado y se reduce hasta en 40% la germinación del grano habilitado como semilla debido al ataque de plagas, hongos y roedores. El objetivo de este estudio fue evaluar un silo hermético para el control de plagas de maíz almacenado. En 2002 se ubicaron 35 módulos productores en 15 municipios de Guanajuato, México, para comparar la incidencia de insectos y hongos en el almacén tradicional del productor y el silo hermético. Se colocaron seis frascos probadores con grano de maíz, dentro y fuera del silo. Probadores y muestras se analizaron cada mes, de abril a septiembre. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con dos tratamientos y 33 repeticiones. Se identificaron 16 géneros de insectos y 22 de hongos. Se observó 21% de pérdida de grano en promedio en los almacenes de los productores y 5% en el silo. En la germinación de maíz se redujo en 50% fuera del silo y 15% en el silo durante 6 meses de almacenamiento.

**Palabras clave:** Almacenamiento hermético, control de plagas, grano almacenado.

#### ABSTRACT

In the state of Guanajuato, Mexico; storage maize losses can reach up to 22% and 40% reduction in germination due

to the attack of insects, fungi and rodents. The objective of this study was to evaluate the hermetic silo for the control of stored maize pests. In order to compare insect and fungi incidence on stored grain under the usual farmer conditions with the hermetic silo 35 modules were located in 15 counties of Guanajuato in 2002. Six testers were placed inside and outside the silo. A tester and a maize sample were analyzed monthly from April to September. A completely random block design with two treatments and 33 replications was used. A total of 16 genera of insects and 22 of fungi were identified. A 21% of grain loss was observed in the farmer's storage and 5% in the hermetic silo. Seed germination reduction of 50% occurred outside the silo in comparison with 5% inside the silo.

**Key words:** Hermetic storage, pest control, grain storage.

#### INTRODUCCIÓN

En México, 75% de los granos básicos se produce bajo condiciones de temporal, por agricultores a pequeña y mediana escala, quienes después de la cosecha se enfrentan con el problema de conservación del grano para autoconsumo y de semilla para el siguiente ciclo agrícola. Los granos son atacados por insectos, hongos y roedores que disminuyen la cantidad y calidad del producto almacenado. Ramírez (1974)

\* Recibido: Noviembre de 2005  
Aceptado: Agosto de 2007

reportó pérdidas de 25% en los granos almacenados por los productores en México, y en las regiones tropicales alcanza hasta 50% (Rodríguez, 1990). En el estado de Guanajuato se pierde 21% de los granos en los almacenes de los productores (Aguilera, 1988e).

La infestación inicial de plagas y hongos ocurre en campo durante el período de secado del grano, previo y posterior a la cosecha y tiene una duración de uno a cinco meses. El alto contenido de humedad en el grano durante el almacenamiento, favorece el desarrollo de insectos, ácaros, hongos y microorganismos, los cuales al alimentarse disminuyen la cantidad y calidad alimenticia y comercial de grano (Ramírez *et al.*, 1993).

En los últimos 10 años se han sembrado en promedio 425 000 ha de maíz por año en Guanajuato, bajo condiciones de riego y temporal, y se cosecharon 1 243 000 t que se utilizaron para el abasto regional y nacional (INEGI, 2001). Si se considera que 21% de esta producción se pierde por plagas de almacén, el impacto económico asciende a \$328 000 000 al año.

Otro aspecto importante que se relaciona con las plagas de almacén es la inocuidad alimentaria. Aguilera (1988a) estimó que 70% de los productores a pequeña escala hace uso de insecticidas para el control de plagas de almacén; sin embargo, la mayoría no los aplica en forma adecuada, lo que pone en riesgo la salud de los consumidores y favorece en los insectos el desarrollo de resistencia a los productos utilizados.

La proliferación de hongos en granos almacenados, afecta el aspecto y la calidad del grano, y en el caso de semilla, el poder de germinación. En ocasiones, las sustancias producidas por el metabolismo de los patógenos, resultan tóxicas para el humano y los animales que lo consumen (Ramírez *et al.*, 1993).

Ante esta situación se han desarrollado métodos de bajo costo para el almacenamiento de granos y semillas que han permitido el manejo efectivo de plagas, disminuido el riesgo a la salud para quienes consumen el grano, de bajo costo para su uso por los productores, y amigables con el ambiente. Uno de ellos, es el recipiente hermético, en donde la composición del aire en el interior del recipiente está dada por la fisiología del grano. La respiración modifica las concentraciones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> que resultan desfavorables para el desarrollo de los insectos, sin afectar la viabilidad y germinación de semilla.

Los silos herméticos facilitan además, el control de las condiciones de humedad y temperatura en el interior.

Los silos herméticos han sido probados bajo diversas condiciones de producción y clima. En 1999 el Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) evaluó el silo hermético para control de plagas de granos almacenados en ocho comunidades de los Valles Centrales de Oaxaca. Los resultados fueron satisfactorios y constituyeron la base para difundir esta tecnología al resto del estado (Aguirre *et al.*, 2000).

La calidad de semilla depende de un gran número de factores; algunos genéticos, otros del medio ambiente en que se desarrolla, y otros del manejo y tipo de almacenamiento. Por tanto, la calidad en las semillas, es el conjunto de cualidades genéticas, físicas, fisiológicas y sanitarias que le otorgan la capacidad para dar origen a plantas productivas. Otro aspecto importante es la necesidad de identificar las características y atributos que definen su pureza genética, condición física, calidad fisiológica y sanidad.

De acuerdo a Abdul-Bak y Anderson (1972), cuando suceden las interacciones más favorables entre el componente genético y el medio ambiente en que la semilla es producida, cosechada, procesada y almacenada, se alcanza el nivel de alta calidad. La germinación y el vigor, son características de suma importancia para los productores agrícolas, ya que la calidad de las semillas está determinada principalmente por la germinación, su establecimiento en campo depende del vigor.

El objetivo de este estudio fue evaluar el silo hermético como una técnica para el control de plagas y patógenos en granos y semillas de maíz almacenados por productores a pequeña escala en Guanajuato, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La técnica de almacenamiento consistió en colocar el grano de maíz dentro de recipientes metálicos herméticos, donde se mantienen en condiciones de humedad y temperatura bajas; que en conjunto, impiden el desarrollo de plagas y patógenos que atacan granos almacenados.

El estudio se realizó de abril a septiembre de 2002 en 35 módulos establecidos en trece municipios de Guanajuato, México (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Ubicación y características generales de los municipios donde se establecieron los módulos de estudio. Guanajuato, 2002.**

Municipio	Ubicación geográfica			Temperatura media anual (°C)	Precipitación media anual (mm)	Módulos establecidos
	Latitud	Longitud	Altitud (m)			
Apaseo el Grande	20° 32'	100° 41'	1770	18.2	591.1	3
Celaya	20° 31'	100° 49'	1750	20	598.9	1
Cortazar	20° 29'	100° 58'	1730	17.8	577.2	2
Huanímaro	20° 22'	101° 31'	1720	19.6	599.6	1
Juventino Rosas	20° 39'	101° 00'	1750	19.7	502.5	1
León	21° 07'	101° 41'	1800	18.4	602.4	3
Romita	20° 51'	101° 31'	1750	18.6	598.9	1
Salamanca	20° 34'	101° 12'	1720	19.2	625.1	3
Silao	20° 56'	101° 26'	1780	19.2	613.7	2
Tarandacuao	20° 00'	100° 31'	1930	19.1	720.3	4
Tarimoro	20° 17'	100° 45'	1760	19.7	710.4	2
V. de Santiago	20° 23'	101° 11'	1720	19.6	543.2	4
Villagrán	20° 31'	101° 00'	1730	17.8	577.2	3
Yuriria	20° 12'	101° 08'	1740	18.6	626.0	5
Total						35

En cada módulo se instaló un silo hermético de lámina galvanizada con entrada y salida cubiertas con tapas de rosca fina, con capacidad para almacenar 200 kg de grano o semilla de maíz. El silo se ubicó en el interior de la casa del agricultor, o en el exterior, en techados (Figura 1).

**Figura 1. Ejemplos del tipo de silo hermético evaluado. Guanajuato, México. 2002.**

La evaluación se efectuó por medio de la cuantificación mensual de daños en el grano almacenado dentro del silo y su comparación con los observados en el grano almacenado

bajo las condiciones particulares de cada productor. En forma adicional se evaluó la calidad de semilla. El diseño experimental utilizado fue de bloques completamente al azar con dos tratamientos y 33 repeticiones, en los que la unidad experimental fue cada uno de los módulos establecidos. El muestreo se realizó en colaboración con técnicos del Programa de Desarrollo de Capacidades en el Medio Rural (PRODESCA). Las muestras fueron procesadas en las instalaciones del Campo Experimental Bajío (CEBAJ) y en el Instituto Tecnológico Agropecuario No. 33 (ITA-33), Celaya, Guanajuato.

En cada módulo se registró la temperatura máxima y mínima diaria y en cinco sitios se colocaron higrotermómetros marca HOBO dentro y fuera del silo, para registrar humedad y temperatura cada dos horas durante los meses de evaluación. El grano se introdujo al silo con un máximo de 12% de humedad determinado con el 16 Grain Digital Tester 08025, marca Farmex Electronics.

En cada sitio de evaluación se tomó una muestra del silo, de 1 kg de maíz, a través del orificio de salida y otra del grano almacenado por el productor, las cuales fueron

homogeneizadas y distribuidas a los laboratorios de entomología y fitopatología del CEBAJ y al laboratorio de semillas del ITA-33. El estudio entomológico consistió en dos partes: revisión de los probadores localizados dentro y fuera del silo y análisis de la población insectil natural en granos almacenados.

Probadores, para determinar el efecto de las condiciones de almacenamiento sobre los insectos, que consistieron en frascos de vidrio con tapa de rosca y malla metálica, en los que se colocó un pie de cría de 20 *Sitophilus spp.* y aproximadamente 180 g de maíz cacahuazintle. La población de gorgojos utilizada como pie de cría presentó una proporción sexual de 1:1 y la especie predominante en 96% fue de *S. zeamais* y el resto de *S. granarius*. En cada módulo se colocaron seis probadores dentro del silo y otros seis junto al maíz almacenado por el productor. Los probadores fueron colocados en la parte superior del silo para facilitar su recuperación y evitar al máximo, cambios en las condiciones internas del recipiente.

Cada mes se recuperó un probador de dentro del silo y uno de fuera y se registraron los siguientes datos: peso total de la muestra, peso de grano sano, peso de grano dañado, peso de harina y se colectaron todos los insectos presentes, los cuales se conservaron en alcohol a 80% para su posterior conteo y separación por fase de desarrollo. Los porcentajes de daño se obtuvieron en relación al peso total de la muestra. El período de evaluación para los probadores se redujo debido al rápido crecimiento de la población, ya que en la cuarta fecha de muestreo el daño al grano de maíz había alcanzado niveles muy altos y de haber continuado el ensayo, la población habría sido afectada por falta de alimento.

Para identificar los insectos que atacan el grano almacenado en Guanajuato y determinar su distribución, se tomaron mensualmente dos muestras de 250 g, cada una del interior del silo y de grano almacenado por el productor. A cada muestra se le determinaron los mismos parámetros que a los probadores y se identificaron los insectos presentes con base en las claves y descripciones publicadas en el Boletín United States Department of Agriculture, (USDA, 1965) Hinton y Corbet (1985) y Gutiérrez y Cortéz (1993) hasta género.

Durante el período de evaluación algunos de los probadores se contaminaron con otros insectos, posiblemente porque el calibre de la malla de los probadores no fue suficiente para impedir la introducción de huevecillos, sobre todo

de palomilla, estos probadores fueron descartados. Para comparar el estado inicial del grano con el que se tuvo después del período de almacenamiento, se realizó el análisis de varianza para los dos tratamientos: en el silo hermético y en el almacén del productor (con tratamiento químico) como testigo (considerando que más de 90% de los productores utilizan protección química en el grano que almacenan) para 27 sitios.

En aspectos fitopatológicos, se identificaron los hongos presentes y se determinó el porcentaje de grano infestado por medio de dos tipos de pruebas: la primera consistió en la separación de granos considerados como contaminados por el aspecto manchado de la semilla, y la segunda, fue la de sanidad de semilla realizada con base en la metodología propuesta por el CIMMYT (Warham *et al.*, 1999). Se tomaron 400 semillas de la muestra homogeneizada (cuatro repeticiones de 100 semillas cada una). A los ocho días se cuantificó el porcentaje de granos enfermos, es decir, aquellos que manchados o no, al colocarse en condiciones adecuadas mostraron crecimiento de hongos. Se identificaron los hongos presentes y la frecuencia para cada uno de los géneros dentro y fuera del silo. Se compararon los porcentajes de granos contaminados y enfermos observados en el primero y último muestreo.

La calidad fisiológica de la semilla se determinó a través del vigor y el porcentaje de germinación en el laboratorio de semillas del ITA-33, con base en la metodología propuesta por el ISTA (1996). La muestra utilizada fue de 50 semillas provenientes del silo y del almacén del productor las cuales fueron tratadas con fungicida y colocadas con el embrión hacia abajo sobre toallas de papel humedecidas. Se cubrieron con otra toalla humedecida, se enrollaron y aseguraron con ligas, por último, se colocaron en bolsa de polietileno e incubaron a 25 °C.

Se realizaron dos conteos: el primero a los cuatro días para evaluar el vigor, se cuantificó el total de plántulas que presentaron todas sus partes sin daño o lesiones y se registraron como normales vigorosas. A los siete días se llevó a cabo un segundo conteo, en el cual se evaluó el total de plántulas normales, anormales, semillas duras y semillas muertas. La capacidad de germinación correspondió al total de plántulas normales obtenidas en los dos conteos.

Durante el estudio, dos silos se descartaron por inadecuado manejo por parte del agricultor cooperante y consumo de grano almacenado en el silo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Entomología

En general, la población de picudos observada en los probadores ubicados dentro del silo aumentó durante el período de almacén; sin embargo, en el tercer muestreo se observó una disminución en la cantidad total de estados inmaduros e incluso ausencia de larvas de *Sitophilus sp.*, mientras que en los probadores ubicados fuera del silo aumentó.

El número de picudos en estados inmaduros observados en los probadores (en dos fechas de muestreo) fue menor dentro del silo en comparación con el almacén del productor (Cuadro 2). Las pupas de *Sitophilus sp.* dentro del silo presentaron un tamaño menor, falta de turgencia y color oscuro en comparación con las observadas en el almacén del productor.

En el almacén del productor se identificaron 16 géneros de insectos plaga y de enemigos naturales no identificados, de los cuales seis fueron parasitoides y dos depredadores (Cuadro 3).

**Cuadro 2. Número total de picudos en diferentes estadios de desarrollo en probadores dentro y fuera de cuatro silos en dos fechas de muestreo. Guanajuato, México. 2002.**

Fecha de muestreo	Dentro del silo			Fuera del silo			
	Silo	Adultos	Larvas	Pupas	Adultos	Larvas	Pupas
24 Jun.	1	66	2	32	295	89	41
29 Jul.	1	98	5	55	856	249	98
24 Jun.	3	43			74	25	3
29 Jul.	3	60	1	4	506	235	89
24 Jun.	4	36		25	277	5	11
29 Jul.	4	47		13	898	113	41
24 Jun.	8	97	1	3	220	21	13
29 Jul.	8	183	8	7	417	131	43

**Cuadro 3. Especies de insectos que infestando en forma natural el grano de maíz en el almacén del productor. Guanajuato, México. 2002.**

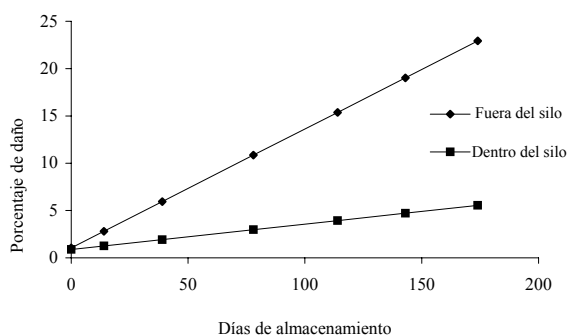
Nombre científico	Nombre común
<i>Sitophilus sp.</i>	Picudo
<i>Prostephanus truncatus</i>	Barrenador
<i>Tribolium sp.</i>	Gorgojo confuso de la harina
<i>Cryptolestes sp.</i>	Escarabajo plano del grano
<i>Orizaephilus sp.</i>	Gorgojo aserrado de los granos
<i>Cathartus sp.</i>	Gorgojo extranjero de los granos
<i>Gnatocerus sp.</i>	Escarabajo cornudo de la harina
<i>Ephestia sp.</i>	Palomilla de la harina del Mediterráneo
<i>Sitotroga cerealella</i>	Palomilla de los graneros
<i>Pharaxonotha kirschi</i>	Escarabajo mexicano de los granos
Psócido	Piojo de los libros
Tres especies de coleópteros no identificados	
Dos especies de palomillas no identificadas	

El porcentaje de daño por insectos dentro y fuera del silo se incrementó en forma continua durante el período de almacenamiento; sin embargo, el daño dentro del silo fue cinco veces menor al compararlo con el daño observado en el almacén del productor. El daño máximo observado fue de 21.15% bajo las condiciones de almacenamiento del productor (Cuadro 4), porcentaje similar al reportado por Aguilera (1988e).

**Cuadro 4. Porcentaje de daño por insectos dentro y fuera del silo hermético durante el período de estudio. Guanajuato, México. 2002.**

Fecha de muestreo	Porcentaje de daño	
	Dentro del silo	Almacén del productor
08 Abr.	0.63	0.63
22 Abr.	0.94	0.69
17 May.	3.65	6.96
24 Jun.	4.24	9.54
29 Jul.	4.04	15.96
26 Ago.	4.24	21.03
29 Sep.	4.60	21.15

No obstante que se observó variación en el desarrollo de la población de insectos entre localidades y en sitios específicos, los daños alcanzaron valores finales de hasta 80%. La tendencia observada en el desarrollo de las poblaciones de insectos, como en el daño que ocasionaron fueron lineales. Sin embargo; la tasa de desarrollo y la del daño fue menor dentro del silo en comparación con el almacén del productor (Figura 2).



**Figura 2. Porcentaje de daño ocasionado por insectos bajo dos condiciones de almacenamiento. Guanajuato, México. 2002.**

De acuerdo con lo reportado por diversos investigadores, el contenido de humedad y la temperatura son factores

determinantes en el desarrollo de los insectos. En el caso de insectos de granos almacenados la temperatura óptima para su desarrollo es de 25 a 35 °C y muy pocos pueden desarrollarse por debajo de los 10 °C y con respecto a la humedad, los insectos no se reproducen con éxito si la humedad relativa es menor a 40% (Ramírez *et al.*, 1993).

Se observó diferencia altamente significativa entre el peso inicial del grano y el final después del período de almacenamiento, la pérdida promedio fue de 3.94% en el silo y de 16.58% bajo las condiciones de almacenamiento del productor, es decir, una diferencia de 12.64% (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Análisis de varianza para el porcentaje de daño por insectos dentro y fuera del silo.**

Fuente de variación	SC	GL	PC	F
Tratamientos	0.50	1	0.50	16.69**
Error	1.57	52	0.03	
Total	2.07	53		

SC= Suma de cuadrados; GL= Grados de libertad; PC= Promedio de cuadrados.

Lo anterior debido a que las condiciones ambientales dentro del silo no son adecuadas para el crecimiento de los insectos más que por un breve lapso y después del mismo, el aire se enrarece y aparentemente la concentración de oxígeno-bióxido de carbono provoca la muerte y momificación de los estadios inmaduros más sensibles. Aún cuando no se elimina por completo la plaga, al interrumpir el ciclo de vida se disminuye con mucho el crecimiento natural de la población, evitando así el daño masivo al grano almacenado.

Los productores a pequeña escala almacenan maíz hasta por 10 meses para el abasto familiar (Aguilera, 1988d). Tratándose de un cultivo anual, sería conveniente que la cantidad y calidad del grano almacenado fuese mantenida durante dicho período, y esto puede lograrse mediante el uso del silo. Por lo anterior, se considera una alternativa viable para la protección de grano de consumo.

El uso del silo reduce el porcentaje de daño provocado por insectos sin la aplicación de ningún biocida, lo cual repercute directamente en la disminución de riesgo a la salud al no dejar residuos tóxicos en los alimentos, disminuye además, la contaminación ambiental. Asimismo, de manera indirecta al eliminarse las aplicaciones de insecticidas, se reduce la presión selectiva sobre insectos resistentes, alargando la vida útil de estos productos.

Se considera conveniente el desechar y destruir los residuos de grano almacenado del período anterior antes de meter más grano al silo, esto con el fin de evitar formación de poblaciones de insectos y hongos adaptadas a esas condiciones de almacenamiento y que desarrollen resistencia.

### Fitopatología

Se identificaron 14 géneros de hongos dentro del silo y 16 bajo las condiciones de almacenamiento del productor (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Hongos identificados dentro del silo y en el almacén del productor. Guanajuato, México. 2002.**

Silo hermético	Almacén del productor
<i>Alternaria sp.</i>	<i>Alternaria sp.</i>
<i>Aspergillus sp.</i>	<i>Aspergillus sp.</i>
<i>Curvularia sp.</i>	<i>Cladosporium sp.</i>
<i>Diplodia sp.</i>	<i>Diplodia sp.</i>
<i>Fusarium sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i>
<i>Helmithosporium sp.</i>	<i>Helmithosporium sp.</i>
<i>Monilia sp.</i>	<i>Monilia sp.</i>
<i>Nigrospora sp.</i>	<i>Nigrospora sp.</i>
<i>Penicillium sp.</i>	<i>Penicillium sp.</i>
<i>Rhizopus sp.</i>	<i>Rhizopus sp.</i>
<i>Sclerotium sp.</i>	<i>Sclerotium sp.</i>
<i>Trichoderma sp.</i>	<i>Trichoderma sp.</i>
<i>Trichothecium sp.</i>	<i>Trichothecium sp.</i>
<i>Verticillium sp.</i>	<i>Verticillium sp.</i>
	<i>Curvularia sp.</i>
	<i>Ganatrobotrys sp.</i>

Algunos de los hongos identificados representan un peligro para la salud del hombre y de los animales domésticos, ya

que producen sustancias tóxicas denominadas micotoxinas; entre los más importantes se encuentran los del género *Fusarium sp.* (Moreno, 1988).

El porcentaje inicial de granos infestados por hongos fue de 48%. Bajo las condiciones de almacenamiento del productor se incrementó hasta 55.3%, mientras que dentro del silo se observó una ligera disminución de 36.3%.

La frecuencia con que se observaron los hongos en el muestreo inicial en comparación con la frecuencia al fin del período en ambos tipos de almacenamiento, indican que las condiciones de humedad y la composición del aire dentro del silo inhiben el crecimiento normal, pero no los eliminan (Cuadro 7).

### Calidad de la semilla

En general, se observó mayor vigor y capacidad de germinación en el grano almacenado en el silo hermético en comparación con el almacenado en condiciones del productor.

El vigor y la germinación de la semilla dentro del silo tuvo una disminución de alrededor de 17% durante el período de almacenamiento, mientras que fuera del silo, es decir, bajo las condiciones de almacenamiento del productor la disminución fue casi de 50% (Cuadro 8).

La germinación dentro del silo se mantuvo por arriba de 86% y el vigor un poco menos de 80% en comparación con 50% en germinación y 41% en vigor observado en maíz almacenado por el productor. Por lo anterior, se considera que el uso del silo es una alternativa viable para la conservación de semilla.

**Cuadro 7. Frecuencia y porcentaje de los principales hongos observados en maíz almacenado. Guanajuato, México. 2002.**

Género	Inicio Maíz a almacenar <sup>a</sup>		Final Almacén del productor <sup>a</sup>		Final Silo hermético <sup>a</sup>	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
<i>Fusarium sp.</i>	0.60	59.7	0.71	70.8	0.67	66.7
<i>Penicillium sp.</i>	0.29	28.6	0.21	21.2	0.20	20.0
<i>Nigrospora sp.</i>	0.07	7.3	0.05	4.8	0.13	12.5
<i>Aspergillus sp.</i>	0.01	0.6	0.02	1.7	0.01	0.5
<i>Rhizopus sp.</i>	0.04	3.8	0.02	1.6	0.00	0.2

<sup>a</sup>El número de sitios fue el siguiente: Muestreo inicial- 34 localidades; almacén del productor final-25; silo hermético-30.

**Cuadro 8. Porcentaje de vigor y germinación del maíz almacenado dentro y fuera del silo. Guanajuato, México. 2002.**

Muestreo	Silo hermético		Almacenamiento del productor	
	Germinación D	Vigor D	Germinación F	Vigor F
Inicial	95	95	95	95
Final	78	78	52	41
Disminución	17	17	43	54

### CONCLUSIONES

Se comprobó la utilidad de los recipientes herméticos para el control de plagas de almacén.

El uso del silo hermético reduce la pérdida de grano hasta en 17% en comparación con el método de almacenamiento tradicional de los productores.

El silo hermético no afecta el porcentaje de granos infestados por hongos, sólo inhibe su crecimiento durante el período de almacén, pero no los elimina.

La calidad de semilla se mantiene a niveles aceptables de germinación dentro del silo hasta por seis meses de almacenamiento.

### LITERATURA CITADA

- Abdul-Bak, A. A. and Anderson, J. D. 1972. Physiological and biochemical deterioration of seed, *Seed Biology*. Vol. II, cap. 4, p. 283-315. Academic Press. New York. USA.
- Aguilera, P. M. 1988a. Marco de referencia del sistema postcosecha del maíz en el estado de Guanajuato. *In: Primera Reunión Científica, Forestal y Agropecuaria*. Guanajuato. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Centro de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria (CIFAP). Guanajuato, Guanajuato. p. 21 (Publicación Especial Núm. 17).
- Aguilera, P. M. 1988b. Plagas de almacén que infestan al maíz desde el campo de cultivo en Guanajuato. *In: Primera Reunión Científica, Forestal y Agropecuaria*, Guanajuato. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

- (INIFAP), Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Centro de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria (CIFAP). Guanajuato, Guanajuato. p. 21 (Publicación Especial Núm. 17)
- Aguilera, P. M. 1988c. Evaluación de insecticidas para el control de plagas de almacén en Guanajuato. *In: Primera Reunión Científica, Forestal y Agropecuaria*, Guanajuato. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Centro de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria (CIFAP). Guanajuato, Guanajuato. p. 23 (Publicación Especial Núm. 17).
- Aguilera, P. M. 1988d. Fluctuación poblacional de los principales insectos del maíz almacenado en Guanajuato. *In: Primera Reunión Científica, Forestal y Agropecuaria*, Guanajuato. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Centro de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria (CIFAP). Guanajuato, Guanajuato. p. 24 (Publicación Especial Núm. 17).
- Aguilera, P. M. 1988e. Pérdidas causadas por insectos al maíz almacenado en Guanajuato. *In: Primera Reunión Científica, Forestal y Agropecuaria*, Guanajuato. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Centro de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria (CIFAP). Guanajuato, Guanajuato. p. 24 (Publicación Especial Núm. 17).
- Aguirre, A.; Aragón, F.; Bellon, R. M.; Berthaud, J. and Smale, M. 2000. CG Maíce Diversity Conservation: A Farmer - Scientist collaborative Approach. Phase II. First Technical Report. Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CYMMYT), IDRC. México D. F. 20 p.



- Barnett, H. L. y Hunter, B. B. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Burgess Publishing Company, Third edition, Minneapolis, Minnesota, USA.
- Gutiérrez D., L. J. y Cortéz R., M. O., 1993, Aspectos sobre taxonomía de las plagas de los granos almacenados en México. *In*: Pérez M., J. (comp.), Insectos de granos almacenados: Biología, daños, detección y combate. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). p. 1-32 (Libro Técnico Núm. 1).
- Hinton, H. E. y Corbet, A. S. 1985. Insectos comunes de productos alimenticios almacenados. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro de Investigaciones Agrícolas de la Península de Yucatán. Trad. de la 1a. ed. en inglés por Ramón Rodríguez R. 82 p. (Libro Técnico Núm. 1).
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2001. Anuario Estadístico del Estado de Guanajuato. 619 p.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1996. Rules for seed testing. Seed Sci. and technology, 2. 2. 11SST Vol. 24. Supplement, Netherlands.
- Moreno M. E. 1988, Manual para la identificación en granos y sus derivados. Coordinación de la investigación científica. Programa universitario de alimentos. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, D. F. 109 p.
- Ramírez M., M.; Zurbia-Flores, R. R. y Díaz A., L. 1993. Ecología del almacenamiento y el combate de insectos: Control físico y biológico en insectos de granos y semillas almacenados. *In*: Insectos de granos almacenados: biología, daños, detección y combate. INIFAP-CIRCE-CEBAJ. p. 110-146 (Libro Técnico Núm. 1).
- Ramírez G., M. 1974. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. Ed. CECOSA 2a. impresión. 1966. México, D. F., 300 p.
- Rava A., C. 1991. Producción artesanal de semilla mejorada de frijol. FAO-MAG. Managua, Nicaragua.
- Rodríguez R., R. 1990. Perspectivas de la investigación entomológica de productos almacenados en la zona sur de México. XXV Congreso Nacional de Entomología, II Simposio Nacional, Entomología de productos almacenados. Perspectivas de la investigación en México. Ediciones Mexicanas de Postcosecha Vol. II, Oaxaca, Oaxaca, México. p. 43-51.
- United States Department of Agriculture (USDA) 1965. Stored-Grain Pests. Farmers' Bulletin No. 1260. Washington, D. C. 46 p.
- Warham, E. J., Butler, L. D. y Sutton, B. C., 1999. Ensayos para la semilla de maíz y trigo. Manual de laboratorio. Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CYMMYT). México, D. F. 84 p.