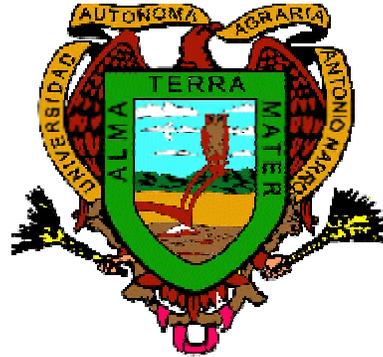


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



El silo hermético, método efectivo para controlar plagas de
almacén en el Norte de Guanajuato.

Por:

CAROLINA AMABILIA GUZMÁN PÉREZ

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el
Título de:**

Ingeniero en Agrobiología

Buenavista Saltillo, Coahuila México.

Septiembre de 2005

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
División de Agronomía
Departamento de Botánica

El silo hermético, método efectivo para controlar plagas de almacén en el norte Guanajuato.

Por:

Carolina Amabilia Guzmán Pérez

TESIS

Que somete a consideración del jurado calificador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN AGROBIOLOGÍA

COMITÉ PARTICULAR

Presidente del jurado:

Dr. Mario E. Vázquez Badillo

SINODAL:

SINODAL:

Dr. José Alfonso Aguirre Gómez

Biol.. Miguel A. Carranza Pérez

SINODAL SUPLENTE

M.C. Federico Facio Parra

M.C. Arnoldo Oyervides García
Coordinador de la División de Agronomía.

Este trabajo se realizo con apoyo de investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Bajío, Celaya Guanajuato; colaborando instituciones como el CONCYTEG-Guanajuato, la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SDA) del Estado de Gto. participando jefes directivos y asesores técnicos de los Distritos de Desarrollo Rural 001 (Dolores hidalgo) y 002 (San Luis de la Paz), la Fundación Guanajuato en la administración de recursos financieros, el Instituto Tecnológico Agropecuario (ITA) # 33, Roque Gto. apoyando investigadores en laboratorios y calidad de semillas, Presidencias Municipales con el apoyo de asesores técnicos y grupos de agricultores.

Todo el proyecto bajo la dirección del Dr. José Alfonso Aguirre Gómez encargado del programa de recursos genéticos en el Campo Experimental Bajío y en el proyecto realizado, como investigador en granos de poscosecha y transferencia de tecnología.

Dr. José Alfonso Aguirre Gómez
Encargado del programa de Recursos Genéticos

INVESTIGADORES PARTICIPANTES

M.C. Lourdes García Leños (Entomología)

M.C. Jesús Narro Sánchez (Fitopatología)

M.C. Elvira Cortés (Calidad de semillas)

M.C. Guadalupe Rodríguez (Calidad de semillas)

Dr. Fernando Galván Castillo (Director Agrícola SDA-GTO.)

DEDICATORIA

A mis padres con amor, respeto y admiración, que con sus sabios consejos y enseñanzas, me han sabido guiar por el camino correcto; por eso y mas, con todo el amor a:

Sra. Erlinda Pérez López

Sr. Evigilio Guzmán Roblero

A mis hermanos:

Antonio A. Guzmán Pérez

José N. Guzmán Pérez

Lidia M. D. Guzmán Pérez

Eglodeim Guzmán Pérez

Yuri Guzmán Pérez

Eric B. Guzmán Pérez

Por su apoyo incondicional y por ser mis mejores amigos, los amo. Gracias.

A mi abuelo, Martín Pérez Morales. Por ser el hombre mas noble y comprensivo que haya conocido y por dar amor infinitamente a sus seres queridos.

A Rafael Durán por todo su amor, cariño y apoyo brindado, y por esto le agradeceré infinitamente siempre.

A los camaradas y amigos de la CDE: Rafael D. (Chino), Omar B. (Vaquero), Horacio M. Guadalupe, Manuel V., Hilario C. Gabriel S., Mario V. García, Mario R., Odilon, Diómedes, Nora G. Eduardo G., Yuri G. Denice A., Juan José, Eloísa del A. y a los demás que ahora no los tengo en mente. A ellos un

merecido reconocimiento por luchar en contra de las injusticias y por el sueño de un mundo mejor.

A mis compañeros y amigos de generación con los que compartí momentos tristes y alegres.

A la clase trabajadora, por que por que gracias a ella, sus hijos podemos recibir una educación pública.

“Consideraciones de un joven al elegir profesión “

...Si nuestras condiciones de vida nos permiten elegir cualquier profesión, vamos a elegir la que nos proporcione mayor dignidad. Una profesión basada en las ideas de cuya veracidad estemos completamente seguros, que brinde las mayores posibilidades para actuar en aras de la humanidad y para aproximarnos al objetivo común, con relación al cual toda profesión es sólo un medio de acercamiento a la perfección.

...Si elegimos una profesión en la que podamos, más que en ninguna otra, trabajar para la humanidad, no nos doblaremos bajo su peso porque será un sacrificio en bien de todos; entonces no experimentaremos una alegría mezquina; limitada, egoísta, sino que nuestra felicidad pertenecerá a millones de seres, nuestra obra tendrá una vida tranquila, pero eternamente eficaz y sobre nuestros restos mortales derramarán lágrimas amargas las personas nobles.

Carlos Marx

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. José Alfonso Aguirre Gómez por su apoyo incondicional y por ser parte fundamental en el asesoramiento, comprensión y aporte de sus conocimientos para la realización de este trabajo. Además de ser excelente persona, que escucho mis dudas en cualquier momento.

Al Dr. Mario E. Vázquez Badillo por su asesoramiento oportuno y apoyo brindado.

Al Biól. Miguel A. Carranza Pérez, por su confianza y apoyo brindado en la conclusión de este trabajo. Además por ser una buena persona y maestro.

A la M.C. Maria de Lourdes García Leañós, por su disposición y apoyo en la realización de este trabajo de investigación.

Al M.C. Federico Facio Parra por el apoyo brindado en la realización de este trabajo.

A la Lic. Esperanza de la Peña Gaona, por ser una excelente persona y brindar apoyo a quien mas lo necesita.

A mis amigos, y a todas las personas que con su apoyo, confianza y amistad, hicieron posible que llegara a cumplir una parte importante del que hacer profesional y también como ser humano.

INDICE DE CONTENIDO

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | vi |
| ÍNDICE DE CUADROS..... | vii |
| RESUMEN..... | viii |
| I. INTRODUCCION | 1 |
| Objetivo General | 3 |
| Objetivos Específicos..... | 3 |
| Hipótesis..... | 3 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 4 |
| Maíz..... | 4 |
| Producción y consumo..... | 4 |
| Almacenamiento de granos y semillas..... | 5 |
| Factores abióticos..... | 6 |
| Factores bióticos..... | 9 |
| Almacenamiento en zonas rurales..... | 13 |
| Almacenamiento hermético..... | 15 |
| Principio en que se basa el almacenamiento hermético y la influencia del proceso respiratorio..... | 16 |
| Antecedentes del almacenamiento hermético de granos y semillas..... | 18 |
| Resultados que se han obtenido con el almacenamiento hermético en el control de plagas..... | 20 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 23 |
| Área de estudio..... | 23 |
| Materiales..... | 23 |
| Metodología..... | 24 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 28 |
| Etapa I. Almacenamiento de granos de manera tradicional..... | 28 |
| Usos del grano por el pequeño agricultor..... | 28 |
| Formas de almacenamiento..... | 32 |
| Método para controlar plagas de almacén..... | 35 |
| Etapa II. Evaluación final del silo hermético..... | 39 |
| Opinión sobre el silo hermético..... | 39 |
| Acción de los agricultores después de haber evaluado el método de almacenamiento..... | 40 |
| Ventajas y desventajas del silo hermético..... | 42 |
| Transferencia del método..... | 43 |
| Estimación de pérdidas en los métodos de almacenamiento..... | 45 |
| V. CONCLUSIONES..... | 47 |
| VI. LITERATURA CITADA..... | 48 |
| VII APENDICE..... | 52 |

INDICE DE FIGURAS

| | Página |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Figura 3.1 Área de estudio: 13 municipios de la región norte del Estado de Guanajuato | 27 |
| Figura 4.1 Principales usos que le da el agricultor al grano | 29 |
| Figura 4.2 Razones principales por la que el agricultor almacena granos..... | 30 |
| Figura 4.3 Periodo que permanece almacenado el grano | 31 |
| Figura 4.4 Formas de almacenamiento practicada por los agricultores..... | 32 |
| Figura 4.5 Residuos que dejan los agricultores en su almacén..... | 34 |
| Figura 4.6 Método utilizado por los agricultores para controlar plagas de almacén..... | 35 |
| Figura 4.7 Opinión de los agricultores sobre el silo hermético como método de almacenamiento | 39 |
| Figura 4.8 Acciones de los agricultores después de haber evaluado los métodos de almacenamiento | 40 |
| Figura 4.9 Ventajas y desventajas del silo hermético percibidas por los agricultores | 42 |

INDICE DE CUADROS

| | Pagina |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Cuadro 4.1 Porcentaje de perdidas de granos estimado por los agricultores en su almacén..... | 37 |
| Cuadro 4.2 Características del almacén tradicional del agricultor | 38 |
| Cuadro 4.3 Transferencia del método con los agricultores..... | 44 |
| Cuadro 4.4 Porcentaje de pérdidas por insectos y hongos en los métodos de almacenamiento evaluados..... | 45 |

RESUMEN

En México, la conservación de granos y semillas, se le ha dado poca importancia principalmente, a los sistemas de almacenamiento que existen actualmente, siempre se ha dicho como producir mas, pero no como mejorar las prácticas de poscosecha. El sector mas afectado que padece deficiencias en la formas de conservar granos es el medio rural. Estos almacenan granos como pueden y para combatir las plagas de almacén acuden al método comúnmente utilizado, el control químico. Las perdidas de granos almacenados aun con la utilización de químicos, es un problema al que se enfrenta este sector. Ante la necesidad de resolver esta problemática urge que se implementen métodos o alternativas que reduzcan las perdidas en granos almacenados y que pequeños agricultores sean beneficiados.

En Guanajuato, los pequeños agricultores de la región norte del Estado, se enfrentan a esta problemática y para tratar de resolverla en gran medida, se evaluó el método alternativo silo hermético para combatir las plagas de almacén, contra el método tradicional que utilizan los agricultores. En base a encuestas realizadas a los agricultores, se conocieron las formas tradicionales de almacenar granos y posteriormente se propuso el método alternativo. La evaluación se realizo en 38 comunidades de los 13 municipios de la región. Se utilizaron recipientes herméticos de 200 kg, donde se almaceno maíz y frijol de la cosecha primavera-verano de los agricultores. El fin de la evaluación fue para que los agricultores validaran el método, lo conocieran y compararan con el método tradicional. Los resultados obtenidos fueron muy buenos, se comprobó, que el silo hermético es un método efectivo para controlar plagas de almacén, ya que reduce el porcentaje de pérdidas causado por insectos en un 14 %, comparado con el método tradicional de los agricultores; el porcentaje de incidencia de hongos, fueron similares y menores al 2%. Los agricultores de esta región, por las encuestas realizadas al final y los talleres demostrativos adoptaron el método alternativo de almacenamiento por brindar beneficios

ecológicos, económicos y sociales e hicieron énfasis en que realmente se reducen las pérdidas de granos por plagas sin tener que utilizar pesticidas.

El método evaluado es una práctica muy antigua. El principio se basa en utilizar recipientes herméticos que pueden ser silos de metal o estructuras subterráneas, este consiste básicamente en colocar granos o semillas en el recipiente que generalmente no permite la entrada de aire, de manera que con el paso del tiempo, la respiración de insectos, microorganismos y en menor grado las semillas consumen el aire (oxígeno) disponible dentro del sistema y se produce bióxido de carbono. De esta manera, se manifiesta de forma natural una atmósfera modificada (al incrementarse el CO_2) que actuará como un control de plagas y que conservara el grano almacenado por mayor tiempo (Reyes, 1988).

I. INTRODUCCIÓN.

En los últimos años, la agricultura mexicana, como el resto de los países latinos enfrenta retos difíciles. Si bien desde el punto de vista económico la agricultura está perdiendo importancia, pero desde el punto de vista de ser la base de la alimentación y de la seguridad alimentaria, (principalmente la producción de granos) sigue siendo la fuente principal para alimentar a la creciente población. La infraestructura agrícola no es capaz de producir los alimentos que requieren sus habitantes, con el agravante de que en muchas ocasiones tampoco se cuenta con los recursos económicos para poder adquirirlos en el mercado internacional.

La explicación a esta situación se encuentra, en parte, debido a los bajos rendimientos por unidad de superficie que se tienen en los países en vías de desarrollo, y también porque gran parte de las labores de campo que todavía se realizan en base a la mano de obra familiar o contratada. Cabe señalar que las condiciones edáficas y climáticas también juegan un papel importantes en la producción de granos.

En México, a pesar de que el maíz es el grano más importante para su población, existe la posibilidad de que se reduzcan fuertemente las áreas destinadas a su cultivo y la demanda nacional sea cubierta con grano barato, mala calidad y de importación. El problema tiene sus orígenes en el atraso que vivimos en cuanto a las técnicas de producción y conservación, lo cual repercute en altos costos de producción, que lo hacen cada vez menos rentable. Entre los principales motivos que provocan la baja rentabilidad del cultivo está la acción de las plagas que lo dañan durante la siembra, desarrollo y poscosecha, sufriendo fuertes pérdidas (15%) durante la etapa de llenado por ataque de pájaros e insectos, siendo mayor durante el almacenamiento donde

comúnmente se pierde del 18 al 22% o incluso más por acción conjunta de plagas y patógenos que además merman la calidad del producto (Gutiérrez, 1996a).

A nivel de pequeño y mediano productor, los sistemas de almacenamiento se caracterizan por la poca capacidad que poseen para almacenar sus cosechas, por la diversidad de estructuras tradicionales que ofrecen poca protección a los granos y por el desconocimiento casi total de las tecnologías para secar, beneficiar y proteger sus cosechas de las plagas. Tales formas de almacenamiento que práctica este sector, provoca pérdidas por el ataque de plagas 33% o más, aún utilizando productos químicos en los granos almacenados destinados al consumo familiar, que muchas veces, por el uso inadecuado, pone en riesgo la salud de los miembros de la familia.

En el almacenamiento de granos, los agricultores de la región Norte del estado de Guanajuato enfrentan problemas de pérdidas por plagas en bodegas, ya que después de haber producido el grano, el principal problema, es su conservación, la cual se ve afectada por plagas y hongos que desmeritan la cantidad y calidad de los productos almacenados. Las pérdidas registradas son del 20 – 21 % y pérdidas en la calidad del 50 – 100% (Aguilera, 1988; Pérez, 1993). Ante esto los agricultores acuden a utilizar diversos métodos de control, siendo el más común el uso de químicos, los cuales pone en riesgo la salud de las familias y el medio ambiente. De tal forma que, es necesario encontrar un manejo efectivo en el control de plagas de granos almacenados que esté al alcance de los pequeños y medianos productores, y que permita lograr un beneficio de tipo social, económico y ecológico.

Urge el mejoramiento de las tecnologías de poscosecha o alternativas para beneficiar a este grupo de productores. Por lo tanto, esta propuesta de investigación va orientada para dar respuesta al urgente problema que enfrentan los pequeños agricultores de la región Norte del Estado de Guanajuato, de reducir las pérdidas de granos almacenados, con la utilización

del silo hermético como método alternativo en el control de plagas en almacén. Por lo anterior, el presente trabajo tiene los siguientes objetivos e hipótesis.

Objetivo general

- Validar el silo hermético como método alternativo para controlar plagas de granos almacenados.

Objetivos específicos.

- Que los pequeños agricultores conozcan y comparen el método alternativo para controlar plagas de almacén.
- Comparar y cuantificar pérdidas por insectos y hongos bajo el uso de silos herméticos y el método tradicional.
- Aceptación del silo hermético por los pequeños agricultores en la conservación de granos y semillas.

Hipótesis

- Pequeños agricultores del Norte del Estado de Guanajuato aceptaran el silo hermético como método de almacenamiento para granos y semillas.
- El uso del silo hermético reducirá las pérdidas causadas por plagas en el almacenamiento de granos y brindará a las familias campesinas beneficios económicos, ecológicos y sociales.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

Maíz

El maíz constituye uno de los recursos naturales renovables más relevantes en toda la historia de la humanidad. El maíz del género *Zea* y especie *mays* es una de las plantas más útiles al hombre. Su importancia radica en ser fuente de alimento.

La historia de la humanidad se estima en 3 millones de años; la aparición del hombre en América data de 12 a 15 mil años y el inicio de la agricultura que ocurrió hace 10 mil años cuando los españoles llegaron a América en 1492 y en México en 1521 el maíz ya tenía varios siglos de cultivo y toda una cultura desarrollada del maíz.

En grandes áreas de México y el mundo, el cultivo del maíz es actividad y alimento para los pueblos; por lo tanto una escasez de este grano, acarrea grandes problemas sociales y económicos.

Producción y consumo

Entre las numerosas especies de plantas cultivadas, útiles al hombre, tres son altamente importantes por su área mundial cultivada y volumen de producción: trigo, arroz y maíz.

En el caso del maíz, en el panorama internacional del ciclo Octubre – Septiembre 2004/2005, la producción mundial fue de 706.4 millones de toneladas y el consumo de 682.4 millones de toneladas. Los principales países

productores son EUA, China, U. Europea, Brasil y México (SIAP/SAGARPA, 2004).

La producción de maíz en México, se ha incrementado. En el 2004, la producción fue de 22 millones de toneladas con un consumo de 28 millones de toneladas, por lo tanto la producción nacional como las importaciones han crecido considerablemente desde el año 1994 hasta la fecha. En México la deficiencia del maíz y alimentos en general se encuentra con un déficit en la balanza agroalimentaria de alrededor US\$ 3500 millones por año. El déficit total en la balanza comercial fue de 8,500 millones de dólares para el 2004 (SICM/SE y CEA/SAGARPA, 2004).

Los incrementos en la producción de maíz y sobre todo, el de la población, plantea un problema bastante serio. Por un lado, los volúmenes de semillas y granos que debe almacenarse y conservarse van en aumento cada día; por otro lado, estos productos demandan un manejo adecuado para conservar la calidad y el valor económico, agrícola e industrial, hasta el momento de ser consumidos por la población en constante aumento o por la demanda de semillas mejoradas de alta calidad y rendimiento

Almacenamiento de granos y semillas

El alimento es necesario para la nutrición de todos los seres vivos y la lucha constante para obtenerlo, es una característica biológica de estos organismos. El hombre ha tenido que hacer frente desde tiempo inmemorial a la competencia con los demás seres vivos por el aprovechamiento de aquellos productos alimenticios para su subsistencia.

La conservación de granos y semillas ha sido y será para el hombre motivo de preocupación para resguardarlos contra el peligro de sus competidores, por su significado de ser fuente de alimento para su subsistencia.

El crecimiento demográfico de la población humana reclama cada día mayores volúmenes de granos, que satisfagan las necesidades alimenticias e industriales de la humanidad. En muchos lugares, la población aumenta más rápidamente que los alimentos que demandan para subsistir, y este fenómeno produce carencias muy serias, las que repercute en la seguridad alimentaria del pueblo. De tal manera que es necesario almacenar grandes cantidades de granos para satisfacer la demanda de la población.

Independientemente del uso de los granos y cereales, ya sea como alimento para el hombre, animales, así como para semilla que asegura la producción de mejores cosechas en el futuro o como materia en la industria, es necesario que se almacenen en forma ventajosa y por periodos variables de tiempo, para que se utilicen y consuman de acuerdo con las necesidades de la población.

Los problemas relativos a la conservación de granos son muy complejos, por la concurrencia de factores físicos, químicos, mecánicos y biológicos, y puede decirse que muchos de estos factores son específicos de ciertas regiones ecológicas del mundo; sin embargo gran parte de la resolución de ellos descansa en la investigación y en el conocimiento de las causas que la originan.

Factores abióticos

Se han hecho muchos experimentos sobre la longevidad de las semillas almacenadas y se ha descubierto una gran cantidad de variación en los factores abióticos que la afectan, pero existe un acuerdo general que los mas

importantes son: temperatura, contenido de humedad de la semilla y la disponibilidad de oxígeno.

Temperatura

El microclima que rodea al grano es afectado, principalmente por la temperatura del ambiente que lo rodea. Hill (1983), menciona que esta temperatura cambia de acuerdo a los efectos de la radiación solar y dependiendo de los materiales de construcción del almacén, la variación será más o menos pronunciada. En climas calientes, la temperatura de algunas bodegas puede alcanzar niveles muy altos afectando el grano y la semilla almacenada.

La importancia de la temperatura radica en su efecto sobre factores biológicos como los microorganismos e insectos. Mientras más alejada sea la temperatura del óptimo de su desarrollo más seguro será el almacenamiento.

Humedad

La humedad es el factor de mayor influencia en la conservación de granos y semillas durante el almacenamiento. Su importancia radica en su relación con factores biológicos que causan daño y en los que afectan el valor nutricional y económico (calidad y peso) de las cosechas. Las plagas que atacan el grano son menos atraídas al grano seco, por el contrario el deterioro de grano húmedo es muy rápido y puede llegar a niveles de 100% de pérdidas (Pérez, 1993)

Usualmente el grano viene del campo con contenidos de humedad altos (20% ó más), impidiendo su almacenamiento "seguro". El grano con niveles de humedad seguros para su almacenamiento tendrá bajos o insignificantes problemas por ataque de microorganismos y bajos niveles de ataque por insectos.

Bajo las condiciones ecológicas de México, el maíz desgranado no se almacena con seguridad por lapsos mayores de un año, si su contenido de humedad inicial excede del 13%; el porcentaje de humedad ideal para su almacenamiento es del 12%. En el caso del trigo, tanto duro como suave, la humedad máxima recomendable durante el almacenamiento es hasta del 14 %. Para el frijol están considerados entre 11 y 12 % de humedad en el momento de su almacenamiento, para que su conservación sea eficiente (Ramírez, 1996).

Oxígeno

La respiración de los granos, los insectos y microorganismos asociados a ellos, involucra el uso de oxígeno. Mientras menor sea el contenido de oxígeno de un almacén, menor será la respiración del grano y la actividad de los insectos y microorganismos reducen sus efectos de daño.

En métodos tradicionales de almacenamiento la presencia de oxígeno no es una limitante, salvo en almacenamiento e estructuras herméticas como en silos metálicos y barriles. En estos casos, los niveles de oxígeno pueden reducirse al sellar completamente la estructura y permitir que la respiración del grano, insectos y microorganismos consuma todo el oxígeno disponible. Esto ha sido reconocido como una alternativa para evitar el deterioro y ha sido utilizada para almacenar grano húmedo para ensilaje, sin embargo, en el caso del grano almacenado para consumo humano su uso es limitado (Reyes, 1988).

En general, mientras más bajo sea el valor de la temperatura y el contenido de humedad, las semillas permanecen viables por más tiempo. Los bajos contenidos de humedad parecen ser la mejor manera de controlar los organismos perjudiciales; las temperaturas bajas reducen la tasa de las reacciones químicas (Duffus y Slaughter, 1980).

Factores bióticos

Durante el almacenamiento, los granos almacenados pueden ser atacados por insectos, hongos, bacterias, aves y roedores. Estos últimos consumen cantidades considerables de grano, dañan y contaminan el resto del alimento disponible y como consecuencia afectan la calidad y viabilidad del producto. A los insectos, hongos y bacterias se les ubica en una categoría diferente ya que la incidencia de estos dependen en gran medida de la humedad relativa y la temperatura dentro del almacén de granos.

Insectos

Los insectos causan dos tipos de daños a los granos y a las semillas en el almacén. Un daño consiste en la destrucción y en el consumo del grano por los adultos y los estados larvarios con fines alimenticios y de oviposición, además de la contaminación que ocasionan sus excrementos y exoesqueleto. El otro daño es el deterioro producido por la condición del grano mismo y por el metabolismo de los insectos que lo infestan. Ambos tipos de daños, independientemente de otros factores, desmeritan considerablemente la calidad alimenticia, el valor económico y el poder germinativo de los granos y semillas.

Lindblad y Druben (1986), mencionan que los insectos que atacan a los granos almacenados se clasifican en tres grupos, según el daño que el grano presenta:

- a) Plagas primarias. Son plagas primarias porque son capaces de romper la cubierta externa del grano y perforarlo; o porque depositan sus huevecillos en el exterior de las semillas y al nacer la larva perfora el grano, alimentándose de su exterior. Ejemplos de estos son: gorgojos del arroz, maíz y trigo, la palomilla dorada, el barrenador y barrenillo.

b) Plagas secundarias. Se denominan plagas secundarias a los insectos que se desarrollan una vez que el grano ha sido dañado por las plagas primarias. Generalmente se alimentan de la harina y de los granos rotos y perforados por los insectos primarios. Como ejemplo, se tiene al gorgojo castaño de las harinas, *Tribolium castaneum* (Herbst.).

c) Plagas terciarias. Se le denomina a un grupo de insectos que se desarrollan una vez que el grano ha sido dañado por los insectos primarios y secundarios. Generalmente se alimentan de impurezas, granos quebrados, perforados, residuos dejados por otros insectos y muchos de ellos, de los hongos que se desarrollan una vez que el grano se ha deteriorado completamente. Un ejemplo de plaga terciaria es el gorgojo plano o chato de los granos *Cryptolestos pusillus* Schonh.

La mayoría de los insectos de semillas almacenadas pertenecen a las familias de los ordenes Lepidóptera y Coleóptera. Entre los insectos mas conocidos que perjudican al maíz se encuentra las especies de *Sithophilus zeamais* Motschulsky (gorgojo del maíz: familia Curculionidae) y *Prostephanus truncatus* Horn (barrenador grande de los granos: familia Bostrichidae).

Hongos

Los hongos son la principal causa de enfermedades de los cultivos agrícolas. Moreno (1988), agrupa a los hongos presentes en los granos y semillas y sus derivados en tres grupos que son: hongos de campo, hongos de almacén y hongos de deterioro avanzado.

En este caso nos enfocaremos a los hongos de almacén. Estos se desarrollan bajo condiciones de baja humedad relativa, después de la cosecha, durante el transporte, el secado lento, el almacenamiento y procesamiento de

los granos. Pertenecen principalmente a este grupo principalmente especies de *Aspergillus* y *Penicillium*, como *Aspergillus flavus*, *A. candidus*, *A. glaucus*, *A. ochraceus*, *A. restrictus* y *A. versicolor*. Según Reyes (1988), el grupo mas frecuentemente relacionado con el deterioro de los granos es *A. glaucus*, debido a que tiene especies que se desarrollan en contenidos de humedad entre 12.5 y 13.0 % en oleaginosas y entre 14.0 y 15.0 % en los granos ricos en almidón, siendo estos contenidos de humedad los mas comunes en los almacenes.

Entre los daños causados por los hongos de almacén a los granos y semillas se encuentran: perdida de viabilidad, ennegrecimiento de los granos, cambios nutritivos y producción de toxinas.

Bacterias

Son organismos de nutrición heterotrófica, que también son llamados saprofitos que pueden desarrollarse donde se encuentren cuerpos de animales o vegetales en descomposición, o masas de productos de desechos de los mismos.

Organismos como las levaduras causan daños a los granos almacenados y su importancia radica en que a diferencia de los mohos, crecen sin oxígeno. Aunque exista el cierre total de un recipiente hermético que contenga alimento no impide que pueda descomponerse.

Roedores

Son animales que pueden comer una gran cantidad de grano y ensuciarlo mientras se lo están comiendo. Son responsables de un porcentaje considerable de pérdidas después de la cosecha, por eso es necesario tomar medidas preventivas y curativas (Appert, 1993).

El tipo de rata y ratón puede diferir dependiendo del país o de la región. Sin embargo, en muchas partes del mundo hay tres roedores importantes que pueden encontrarse corriendo de la casa a los campos de cultivo y a los sitios de almacenamiento en busca de alimento, agua y buenas condiciones para vivir. Estos roedores son: rata noruega *Rattus norvegicus* Berkenhout, la rata de los tejados *Rattus rattus* L. y el ratón casero *Mus musculus* L. (Lindblad y Druben, 1986).

Aves

En muchas regiones tropicales, los pájaros granívoros son responsables de las pérdidas, a menudo considerables de los cultivos antes y después de la cosecha.

Entre las especies de rapiña de los granos almacenados, las mas comunes son los gorriones, los “come Mijo”, los “gendarmes”, los “estorninos”, las palomas y las tórtolas.

La concentración del alimento que representan para esos animales las reservas de granos y la costumbre de que la mayoría de ellos viva cerca del hombre, explica la extensión de las poblaciones que a veces se puede constatar alrededor de los lugares de almacenamiento (Appert, 1993).

Una forma de combatirlos es no dejarlas establecerse, tapando ventanas con telas de alambre.

Almacenamiento en zonas rurales

A lo largo del territorio nacional, se puede observar que una gran mayoría de pequeños agricultores que viven en las zonas rurales practican formas tradicionales para cosechar y almacenar granos y semillas.

En Estados como Yucatán, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Veracruz y Morelos se puede observar que gran parte de la población maneja su cultivo y producción de manera tradicional, realizando prácticas de precosecha como la dobla, el encadenado (grupos de plantas con la mazorca «tumbadas» una sobre otra) o el zacateo. De igual manera existen numerosos tipos de estructuras para almacenar, como «choza» en Yucatán y Chiapas, en Guerrero y Oaxaca la «troje» elaborada con carrizo y barro, o varas de acahual y lodo; en Michoacán el «tapanco»; en el Estado de México la «troje» y el «sincolote», utilizados básicamente para secar la mazorca. En Puebla y el estado de Morelos se pueden observar los «cuescomates» que están elaborados con barro y zacate de monte (Gutiérrez, 1996a).

En Morelos, el almacenamiento se realiza principalmente a granel (43.3%), el 23.9% encastillado y una parte importante posee almacenes tradicionales. El tiempo de almacenamiento es variable: entre uno y tres meses, diez y doce meses, o más de 12 meses. Más de la mitad de los productores asegura almacenar su grano con baja humedad, pero el resto acepta almacenarlo con alta humedad. Güemes *et al.*, (1990) mencionan que en Morelos, el grano llega a la finca con el 2% de daño por insecto y el 9.3% de daño diverso. Para combatir las plagas, el 28.4% utilizan pastillas de fumigante. Menos del 5% usa insecticidas y el resto se desconoce.

Leslie y Vázquez (1992), en una encuesta realizada para suministrar información sobre la siembra, cosecha, almacenamiento de maíz y presencia de insectos en el medio rural de cuatro estados de la República Mexicana (Jalisco, Guanajuato, Chiapas y Veracruz), encontraron: que la mayoría de los pequeños agricultores de los estados evaluados, almacenan maíz por periodo de un año para el consumo familiar. Las principales formas de almacenar el maíz, en orden de importancia es: en mazorca con hojas, desgranado y en mazorca sin hojas. Los sistemas de almacenamiento mas comunes son las trojes, los sacos (costales) y silos metálicos. Los silos metálicos son utilizados principalmente en Veracruz y Chiapas. El porcentaje de perdidas que reportaron es este trabajo fueron significativas al nivel de 10% entre las formas de almacenar el grano en los Estados de Veracruz y Chiapas (no así en Jalisco), y para el estado de Guanajuato, este estudio no reporta el porcentaje de pérdidas.

En el ámbito nacional se reportan pérdidas del 20-22% de la producción almacenada (Sifuentes, 1979). Mientras que en el Estado de Guanajuato se registran pérdidas del 20-21% y perdidas de calidad del 50-100% (Aguilera, 1988; Pérez, 1993). Sin embargo, la percepción de agricultores del centro y sureste del Estado de Guanajuato en relación a las pérdidas de granos almacenados, consideran que estas pérdidas son del 30-50% (Aguirre, 2002)

Por lo anterior, se debe tomar importancia al almacenamiento de granos en las zonas rurales de México, donde hay que mejorar las prácticas tradicionales para un buen almacenamiento, ya que muchos agricultores que no tienen recursos para hacer construcciones costosas acuden a utilizar métodos ineficientes, como el químico para controlar plagas de almacén, que pueden poner en riesgo la salud de las familias. De tal manera que es necesario buscar nuevas alternativas, siempre mejores en la conservación de granos.

Almacenamiento hermético

Antes de que se de una explicación detallada del almacenamiento hermético es necesario conocer, que este método para almacenar granos y semillas se ubica dentro del método físico de control, de una atmósfera modificada o controlada. Una atmósfera controlada se crea en un almacén de granos con el objeto de eliminar por asfixia o alteración metabólica por vía respiratoria a los insectos-plaga y eventualmente a los hongos que pudieran deteriorar el grano o semilla. La alteración o modificación de la atmósfera, constituye una tecnología novedosa en la conservación de alimentos, surgida de una adaptación de los viejos principios del almacenamiento cerrado y hermético de hace siglos en Europa y Oriente (Pérez, 1993).

El almacenamiento hermético, es uno de los métodos que más han utilizado los países desarrollados en el almacenamiento de granos a gran escala, usando recipientes herméticos (que pueden ser silos de metal o estructuras subterráneas). Consiste básicamente en colocar granos o semillas en algún recipiente que generalmente no permite la entrada de aire, de manera que con el paso del tiempo, la respiración de insectos, microorganismos y en menor grado las semillas consumen el aire (oxígeno) disponible dentro del sistema y se produce bióxido de carbono. De esta manera, se manifiesta de forma natural una atmósfera modificada (al incrementarse el CO₂) que actuará como un control de plagas y que conservara el grano almacenado por mayor tiempo (Reyes, 1988).

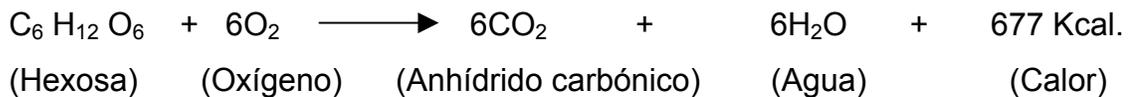
Principio en que se basa el almacenamiento hermético y la influencia del proceso respiratorio.

Principio de los Silos Herméticos. “Eliminación del oxígeno existente en el aire del depósito o recipiente hermético hasta un nivel que suprima o inactive los organismos nocivos que dependen del oxígeno para subsistir, ya se trate de insectos o de hongos, antes de que puedan acarrear graves daños al grano” (Hyde, 1980).

Para explicar, los principios en que se basa el almacenamiento hermético es necesario conocer el proceso respiratorio, que de alguna manera va ligado al almacenamiento hermético, ya que la energía que necesitan la mayoría de los organismos vivos para crecer y desarrollarse se obtiene mediante el proceso conocido como respiración y que entraña una serie de complejas reacciones químicas iniciadas por las enzimas existentes en el organismo vivo (Hyde, 1974). Por esto es necesario conocer:

La Respiración aeróbica

Normalmente, en el aire la respiración entraña la descomposición de hidratos de carbono, normalmente en forma de azúcares, ya sea los del propio grano o los del alimento consumido por los insectos, según una ecuación general que en el caso de la hexosa, puede representarse del modo siguiente:



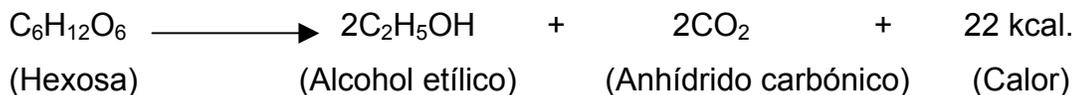
El oxígeno que se requiere para esta reacción aeróbica se obtiene del aire. La oxidación libera agua y anhídrido carbónico y también una cantidad considerable de energía. Gran parte de esa energía la emplean los organismos

vivos (insectos, hongos o semillas) para su crecimiento y desarrollo. Pero también hay una parte que pasa al aire en forma de calor.

Respiración anaeróbica

La mayoría de los animales y plantas, incluidos muchos hongos, necesitan oxígeno para respirar y mueren – o por lo menos dejan de desarrollarse – cuando hay poco oxígeno. A ciertos hongos les bastan cantidades insignificantes de oxígeno para su crecimiento.

Otros organismos, entre ellos las bacterias y levaduras, pueden respirar aunque no exista oxígeno en absoluto y pueden descomponer los hidratos de manera incompleta que en presencia de aire y producen sustancias como ácidos lácticos, acéticos y el alcohol. Esta última reacción que se da sobre todo en el caso de las levaduras, se representa de la siguiente manera:



Dicha reacción, llamada fermentación produce mucho menos calor que la reacción aeróbica anteriormente descrita (22 Kcal. por gramo-molécula de hexosa, en comparación con 677 Kcal. en presencia de oxígeno). La respiración anaeróbica que caracteriza a ciertos microorganismos, sólo se produce en los recipientes herméticos cuando hay un alto grado de humedad, esto es cuando el grano está húmedo.

Estos factores del proceso respiratorio son importantes para entender el almacenamiento hermético del grano. Si el grano seco en un contenedor hermético es infestado por insectos, estos pronto utilizarán el oxígeno disponible y se asfixiarán (Moreno y Quezada, 1995).

Es importante también que la estructura del almacén sea completamente hermética cuando quiere conservarse grano con alto contenido de humedad, ya que fugas muy leves no beneficiaran al control de insectos y mucho menos al control de hongos y bacterias.

Antecedentes del almacenamiento hermético de granos o semillas

El método de guardar herméticamente los granos o semillas es una práctica ancestral llevada a cabo por el hombre desde hace 9,000 a 7,000 años antes de Cristo, como se demuestra en las semillas de trigo guardadas en vasijas de cerámica por diferentes culturas desde Egipto hasta la Europa que ya formaban comunidades agrícolas. Incluso las culturas Mixtecas- Zapotecas utilizaban vasijas cerradas con maíz con ofrendas a sus muertos. En Europa y Asia se utilizaban fosas subterráneas como sistemas herméticos de almacenamiento (Vayssiere, 1948). Durante los periodos de guerra en Europa se acostumbraba a guardar como un gran tesoro; bajo tierra y herméticamente, los granos básicos para la alimentación durante los periodos apocalípticos de hambruna (Dendy, 1918).

Las investigaciones sobre almacenamiento hermético tiene su origen en la serie clásica de experimentos de Dendy (1918), Dendy y Elkington (1918,1920), quienes afirmaron que en unos recipientes herméticos, los insectos mueren cuando la mayor parte de oxígeno se ha consumido por su propia respiración. Desde entonces muchos especialistas – por ejemplo, Denmead y Bayley (1966) – han demostrado que el factor decisivo, en la muerte de los insectos, es la desaparición del oxígeno.

Esta practica ancestral ha sido utilizada ampliamente en países como: África, La India, Kenya, Chipre, Brasil, Argentina, México, América Central y América del Sur, China, Australia, etc., a gran escala. Los países desarrollados lo han utilizado en combinación con inducción de otros gases y manejo de

temperaturas y humedades letales para los insectos y los hongos que dañan los granos almacenados (Reyes, 1988).

En México, este método ha sido una práctica ancestral desde épocas precoloniales, aunque no se haya conocido en su totalidad, el principio de hermetismo. Sin embargo cuando se aceleró la creciente población, se generó la necesidad de almacenar granos como respuesta al imposible autoabasto de los grandes centros poblacionales; así, aparecieron los primeros tipos de graneros vinculados aun a las formas que ofrecía el medio ambiente: la guarda de los granos de manera subterránea y en los nichos que brindaban las cavernas (Hernández y Watson, 1965), paralelos a estos sistemas se emplearon las primeras formas artificiales: estructuras enterradas y, en el caso domestico, las vasijas de barro(utilizando de alguna manera el hermetismo). A estas, se adicionaron formas antiguas como la deshidratación o el ahumado (Orozco, 1966).

Actualmente, el uso de recipientes herméticos en México para guardar o almacenar pocas cantidades de granos lo han utilizado muy pocos, específicamente pequeños agricultores de estados del sureste del país, tales como, Oaxaca, Chiapas y Veracruz. La difusión de este método no se conoce en el resto de la Republica Mexicana.

Como se ha visto hasta el momento, el almacenamiento de granos se remonta desde que nuestros antepasados empezaron la agricultura del maíz. Los recintos de almacenamiento que utilizaban las diversas culturas para guardar grano, se basaban en los tipos de clima de cada región, de los materiales disponibles, de las características de la sociedad y de las variaciones a nivel cultural, resultando así, una diversificación de los graneros. Actualmente, todavía se pueden ver antiguas trojes y cuescomates en los estados del sur y centro del país, con variantes según la región, pero la mayoría de las familias siguen almacenando grano dentro de las casas-habitación o cerca de ellas,

porque no cuentan con sistemas de almacenamiento, ya sea, por falta de recursos económicos o porque desconocen la existencia de otros métodos que pueden funcionar en la conservación de granos y semillas.

Lo anterior, permite que el almacenamiento rural a nivel familiar cobre importancia en almacenamiento de granos, ya que un punto a considerar es el acondicionamiento de los almacenes, con el fin de incrementar la eficiencia en la conservación de granos y semillas, y poder evitar pérdidas que afectan a la economía familiar del pequeño agricultor.

Resultados que se han obtenido con el almacenamiento hermético en el control de plagas.

En lo que respecta a insectos, la mayoría de las especies que atacan granos almacenados, mueren cuando la concentración de oxígeno llega a 2 % por volumen de aire intergranular (Bailey, 1965).

El tiempo que tardan los insectos en morir bajo un almacenamiento hermético depende notablemente del grado de la infestación del grano, es decir, del tamaño de sus poblaciones. Oxley y Wickenden (1986), demostraron que al existir una población pequeña de insectos (13.5 individuos / Kg. de grano), el oxígeno baja a niveles letales en 21 días, pero si la cantidad de insectos es mayor (133 individuos / Kg. de grano), el oxígeno desciende hasta 2 % en sólo 4 días.

Para el caso de hongos, algunas especies que solo se desarrollan cuando el grano tiene un contenido de humedad elevado (más del 15 %), pueden crecer en una concentración de oxígeno hasta de un 0.2 % (Reyes, 1988). Otra especie sobrevive a atmósferas con un 80% de bióxido de carbono. En condiciones de anaerobiosis, el desarrollo es nulo (Christensen, 1978).

Banks (1978), encontró que grano almacenado 18 días en niveles de oxígeno de 0.2 % con un contenido de humedad del 18% a 30 °C, presentaba crecimiento escaso de *A. glaucus*, pero no de *A. flavus* y *Penicillium*.

Los hongos pueden crecer a una muy baja concentración de oxígeno, debajo de casi 0.2 % (Peterson, 1956). A una concentración de oxígeno entre 0.5 y 1.0 % ciertos microorganismos, incluso un número de levaduras, pueden proliferar rápido si la temperatura es adecuada, y causan el deterioro del grano (Burmeister, 1966).

En el almacenamiento hermético el efecto del bióxido de carbono (CO₂) sobre los hongos es muy variable, puede provocar una estimulación o una inhibición total del crecimiento, dependiendo de las condiciones presentes. Se ha visto que el efecto de una determinada concentración de CO₂, en la cual se inhibe el crecimiento de los hongos, se incrementa con las bajas temperaturas (Reyes, 1988).

Reyes (1988) almacenó maíz en recipientes herméticos con capacidad de 2.3 Kg. en 5 tiempos de almacenamiento (15, 30, 90, 180, y 270 días), y añadió una población de 45 insectos adultos de la especie *Sitophilus zeamais*; en este experimento encontró: que en tan sólo 15 días de almacenamiento, la respiración de la semilla, de los insectos, de los hongos, transformó la composición de la atmósfera en los contenedores herméticos. Los niveles alcanzados de oxígeno (O₂) y bióxido de carbono (CO₂) resultaron letales para las poblaciones de insectos e inhibieron el desarrollo de los hongos de almacén. Bajo condiciones herméticas de almacenamiento el contenido de humedad del grano se mantiene sin cambios significativos; y que con una atmósfera que contenga una concentración de CO₂ mayor de 81.7 % resulta tóxica para semilla de maíz almacenada con contenido de humedad de 18.4 % en un periodo de 90 días.

Moreno y Quezada (1995) realizaron experimentos de almacenamiento hermético de maíz. Almacenaron maíz en contenedores de 250 ml durante 30 días a 27 °C, con contenidos de humedad de 14, 15, 16 y 17 % e infestado con insectos de la especie *Prostephanus truncatus* y encontraron que, a los 3 días, el nivel de oxígeno descendió a 0.8, 0.6, 0.4 y 0.0 % en el maíz almacenado con 14, 15, 16 y 17 % de contenido de humedad; y a los 6 días de almacenamiento se registro 0 % de oxígeno. Esta atmósfera fue letal para los insectos, que se reportaron muertos a los 6 días y la incidencia de hongos fue controlada.

Los resultados que se han obtenido con el almacenamiento hermético, se puede decir, que es un buen método para preservar grano en buenas condiciones, previniendo la infestación de insectos y matando cualquier insecto presente en el grano almacenado, sin el uso de químicos tóxicos. Las propiedades del grano no se afectan y pueden usarse para la molienda, y aunque no es muy recomendado para semilla, el porcentaje de germinación es satisfactoria y puede ser usado para este fin.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

El proyecto de investigación se realizó en colaboración con investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SDA), Presidencias Municipales y grupos u organizaciones de productores para establecer los módulos de validación en la región norte de Guanajuato.

Área de estudio

El área de estudio para este proyecto de investigación fueron los Distritos de Desarrollo Rural, 001 y 002 (Figura 3.1) de la región Norte del estado de Guanajuato.

La región Norte del Estado de Guanajuato, se tiene clima templado con una temperatura media anual de 18 grados centígrados, mientras que en el resto, el clima es semiseco con una temperatura media anual de más de 22 grados. Debido a que las precipitaciones van de los 300 a los 600 mm anuales, la región se considera árida y la vegetación esta compuesta por arbustos espinosos, hierbas y pastos.

Materiales

Se utilizó maíz y frijol de la cosecha (primavera-verano) de los propios agricultores para llenar los recipientes herméticos con capacidad de 200 Kg. Se usaron las bodegas o almacenes de los agricultores para guardar el grano almacenado en silo y el almacenado por el agricultor con el método y forma que tradicionalmente acostumbra. Antes de guardar el grano se tomo la humedad ambiental, la humedad del grano y la temperatura con la ayuda de sensores.

Se requirió del apoyo de material didáctico (rotafolios, trípticos, encuestas) y material y equipo de laboratorio de Entomología, Fitopatología y Calidad de semillas.

Metodología

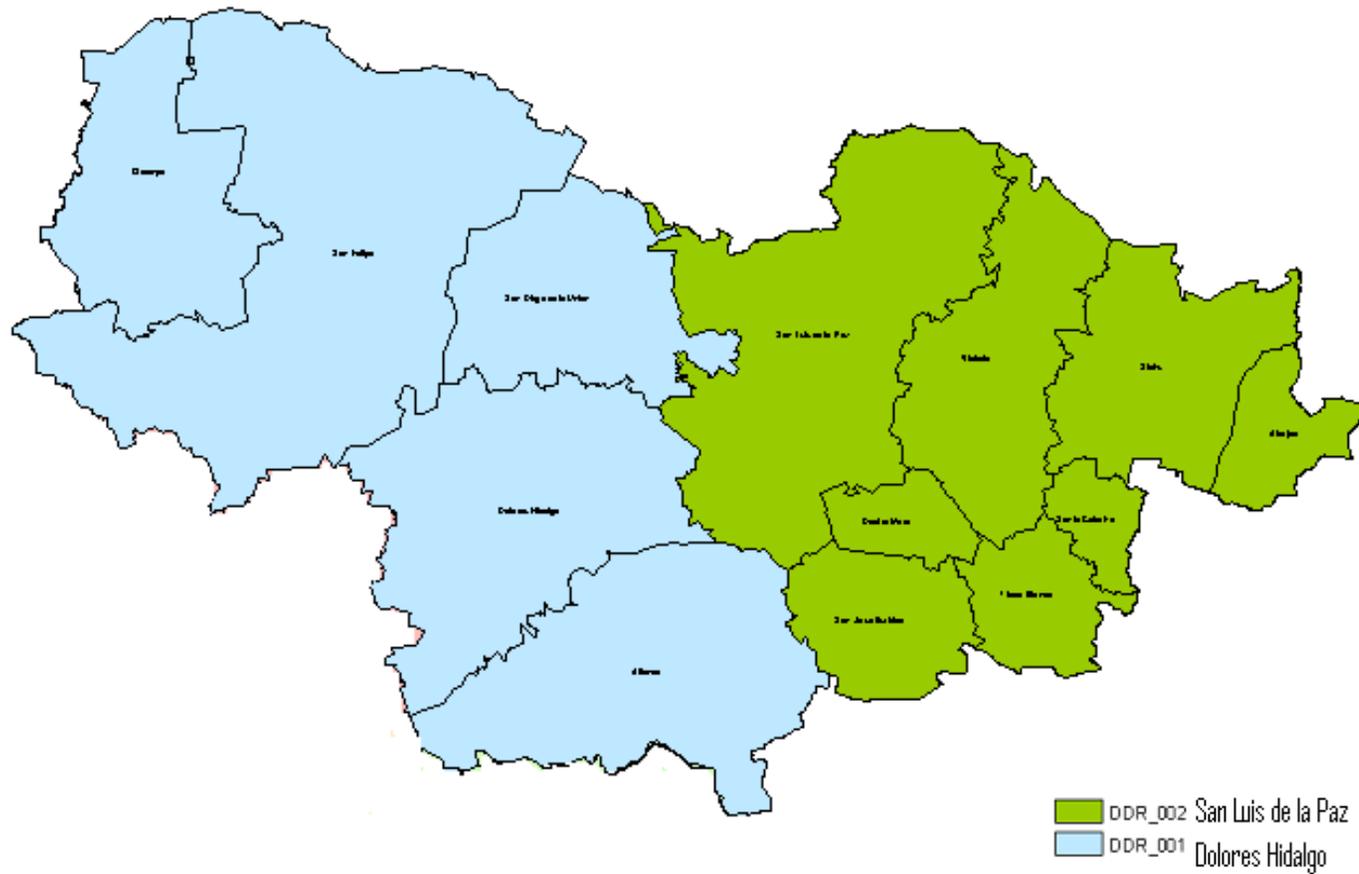
La investigación de este proyecto requirió de un periodo de dos años consecutivos para obtener información confiable sobre la validación del método alternativo para controlar plagas en granos almacenados, con los pequeños agricultores que almacenan granos y semillas de manera tradicional. En la región norte del estado de Guanajuato se validó el método en 38 comunidades de los 13 municipios de la región.

En la evaluación se consideraron los siguientes aspectos:

1. Delimitación del área de interés en las regiones donde se contaba con apoyo de investigadores del INIFAP.
2. Con lo anterior, se estableció contacto con la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SDA) del Estado, para coordinar las acciones de investigación con los técnicos y agricultores.
3. Se realizaron reuniones de investigadores con asesores técnicos de los Distritos de Desarrollo Rural (DDR), en este caso fue el Distrito 001 de Dolores Hidalgo y el 002 de San Luis de la Paz. Además se contó con el apoyo de las presidencias municipales. La finalidad de las reuniones fue enlazarse con los productores.
4. En las reuniones con asesores técnicos y productores de diversas comunidades se explicó los objetivos del método alternativo para la conservación de granos y semillas.
5. Se llevó a cabo la selección de las comunidades de los 13 municipios de la región para realizar la comparación y validación de los recipientes herméticos en el control de plagas de almacén.

6. Se eligieron 44 sitios en 38 comunidades, y en cada comunidad se establecieron uno o dos módulos de validación del método.
7. Antes de iniciar la validación se realizó encuestas a los productores para conocer las formas de almacenamiento practicadas tradicionalmente por los mismos.
8. Una vez conocida la opinión de los productores de las formas de almacenamiento, y la información brindada del método alternativo para controlar plagas, se establecieron los módulos en los 44 sitios para comparar y evaluar el silo hermético con los métodos utilizados por los productores en la conservación de granos y semillas.
9. Los silos que se utilizaron en la evaluación son de lámina galvanizada con tapas de bronce, la capacidad de los silos fue de 200 Kg.
10. Los silos fueron llenados con maíz o frijol previamente seco y limpio con un porcentaje de humedad del 12 %. En esta fase inicial se tomaron muestras tanto de grano almacenado en silos y grano almacenado por el agricultor de manera tradicional (testigo), para comparar al final de la evaluación, el grano almacenado en los dos métodos y poder estimar el porcentaje de daño por plagas de almacén (insectos y hongos).
11. El grano en ambos métodos permaneció almacenado durante un periodo de seis meses.
12. Al término de la evaluación de los silos herméticos, se aplicaron encuestas a los productores para conocer la opinión de la validación del método y su eficiencia en el control de plagas en granos almacenados.

Figura 5.1. Área de estudio: 13 municipios de la región Norte del Estado de Guanajuato.



VI . RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

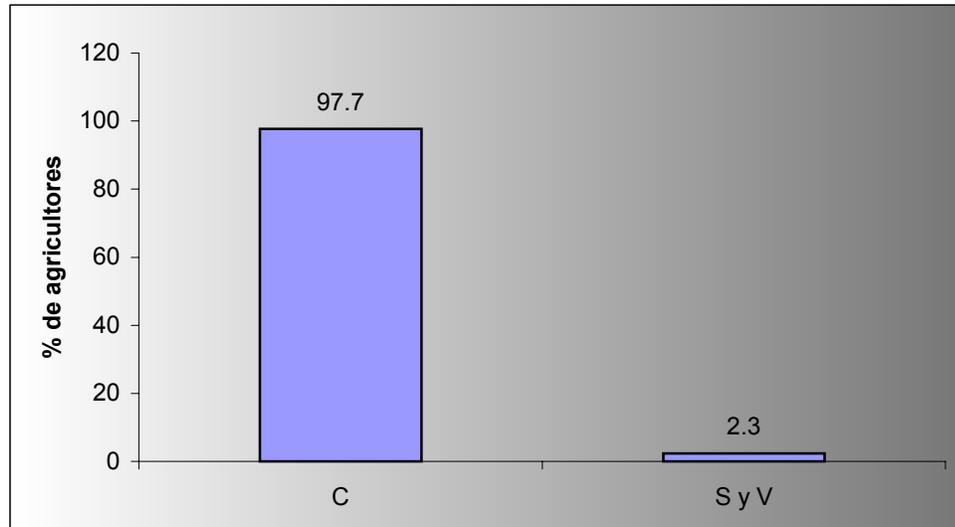
Este apartado se analizarán los resultados en base a las encuestas realizadas a los agricultores al inicio y al final. En la primera etapa se conocerán el uso, formas y método de control en almacenamiento de granos practicado por los agricultores de manera tradicional. Después se conocerán los resultados obtenidos de la evaluación del silo hermético como método de almacenamiento en el control de plagas, en base a las encuestas finales; y por último la estimación de perdidas de granos por insectos y hongos de almacén en los dos métodos de almacenamiento realizado por los investigadores del proyecto.

Etapa I. Almacenamiento de granos de manera tradicional.

Los principales usos que le da el agricultor al grano se observa en la Figura 4.1, donde el 97.70 % de los agricultores destina el uso del grano para consumo humano y animal. El 2.3 % lo destina a la venta y a la semilla que guarda el agricultor para la próxima cosecha. Esto refleja que en la mayoría de los estados donde los pequeños agricultores cosechan maíz, lo destinan al consumo familiar, como lo menciona Gutiérrez (1992) en un estudio en el estado de Morelos: de la totalidad de la cosecha se destina entre el 80 y 90% al consumo familiar, entre el 9 y 12% a la venta y el grano picado se mezcla con grano limpio y se ofrece a los animales domésticos.

Leslie y Vázquez (1992) encontraron en los estados de Chiapas, Veracruz y Guanajuato, que la mayoría de los pequeños agricultores destina el uso del maíz al consumo familiar, a excepción del estado Jalisco donde un 72% de los agricultores destina el grano para alimento de ganado.

Con los datos reportados, es claro que los pequeños agricultores siempre destinan el uso del maíz para satisfacer las necesidades básicas de alimento.



C = consumo

S y V = semilla y venta

Figura 4.1. Principales usos que le da el agricultor al grano.

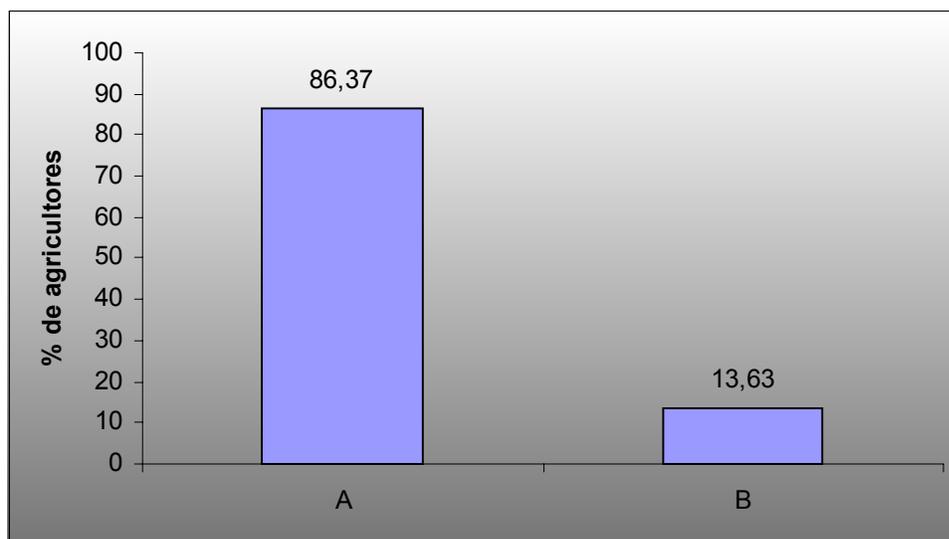
Respecto del porque los agricultores almacena granos, podemos observar en la Figura 4.2, que el 86.37 % de los agricultores almacenan granos para protegerlo de plagas, esta es una de la razones principales por la que la mayoría de los pequeños agricultores de México almacena. Dejar expuesto el grano en el campo implica que al momento de cosecharlo y llevarlo al almacén, el grado de daño por insectos, hongos, roedores y aves sea mayor, como lo menciona Gutiérrez (1996a) en un estudio realizado en Morelos, en la etapa de llenado los agricultores pierden el 15% por causa de pájaros y durante el almacenamiento del 18 al 22 % por causa de insectos, roedores y pájaros.

Otra razón por la que los agricultores almacenan granos, es por la necesidad de desocupar el terreno. En el Norte de Guanajuato el 13.63 % afirma que es necesario disponer del terreno, para prepararlo para la siguiente

cosecha. Indirectamente los agricultores opinan que el maíz no puede quedarse por mucho tiempo en el campo por los diversos factores que dañan la cosecha.

Reyes (1988) considera que en el campo o en el almacenamiento uno de los agentes mas importantes que merman y destruyen los productos alimenticios son los insectos; y que el maíz, particularmente, antes de llegar a su etapa final que es el consumo, pasa una serie de etapas donde el grano puede sufrir daños que representan pérdidas cuantitativas y cualitativas.

En casi todas las regiones ecológicas de México, las condiciones ecológicas favorecen considerablemente la reproducción de las plagas (insectos, hongos, roedores y pájaros), los cuales causan daños a los granos y a las semillas tanto en el almacén como en el campo. Las pérdidas por estas causas se acentúan en aquellas áreas bajas, cálidas y húmedas del país, donde el manejo y el almacenamiento de los granos es más problemático (Lagunes, 1991).



A = protección del grano de plagas

B = desocupar el terreno

Figura 4.2. Razones principales por la que el agricultor almacena granos

En el Estado de Guanajuato, la mayoría de los pequeños agricultores (80%) inician el almacenamiento de granos en los meses de octubre y noviembre, es decir, después de que la cosecha haya llegado a su madurez fisiológica en el campo. Los agricultores se basan en que el grano está seco, al momento de desgranar las mazorcas, o por el sonido que emiten los granos y su consistencia dura. En la Figura 4.3, se tiene que en la región, el 75% de las personas granos por periodos de un año, el resto lo hace por menos o más tiempo. La disponibilidad del grano por más tiempo, es importante para el agricultor ya que es el alimento de la familia o porque hay animales domésticos que alimentar. Durante este periodo, si el grano almacenado no cuenta con las condiciones necesarias para perdurar, los agricultores se pueden enfrentar a problemas de pérdidas por factores bióticos o abióticos.

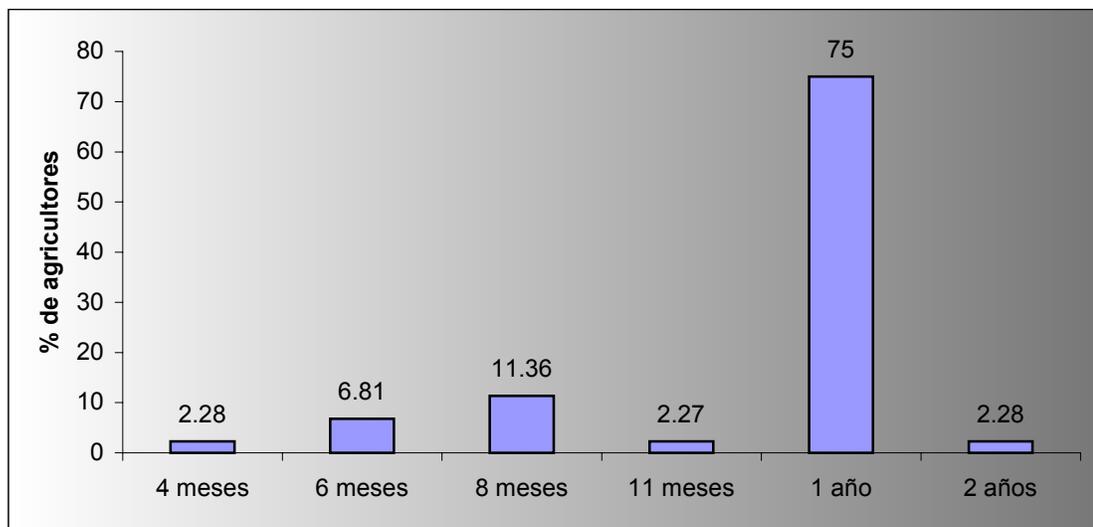


Figura 4.3. Periodo que permanece almacenado el grano

Gutiérrez (1992) encuentra que en el estado de Morelos, los agricultores inician la cosecha de maíz en la zona baja a principios del mes de Octubre; en la zona alta y media en la segunda quincena, las últimas cosechas se efectúan a finales del mes de febrero en la zona alta, a mediados de diciembre en la zona media y finales de Noviembre en la zona baja. Para decidir el momento de la cosecha, ellos lo realizan en base a la coloración de las brácteas o

«totomoxtle» (amarillo paja), o cuando de la mazorca se pueden separar algunos granos aplicando poca presión. Los agricultores de esta región, guardan granos con seguridad por periodos de un año manteniendo bajo el contenido de humedad.

Lindblad y Druben (1986) mencionan que si los agricultores no consideran que después de la cosecha, frecuentemente el grano contiene pequeñas cantidades de paja, semillas de hierba, insectos muertos y tierra que disminuyen el valor del grano y hacen que se deteriore durante su almacenamiento, difícilmente lograrán conservar su cosecha por largos periodos. Y más aun, si el sistema de almacenamiento es ineficiente en la conservación de granos.

En base a los resultados obtenidos de las encuestas, en la Figura 4.4 se tiene que las formas de almacenamiento mas comunes, practicada por los agricultores de esta región es la siguiente: el 74.98 % almacena grano en forma desgranada utilizando algún rincón de la casa, en costales y en barriles de plástico o metal; el 22.72 % almacena en forma de mazorca y el resto lo deja en el campo sin pizar.

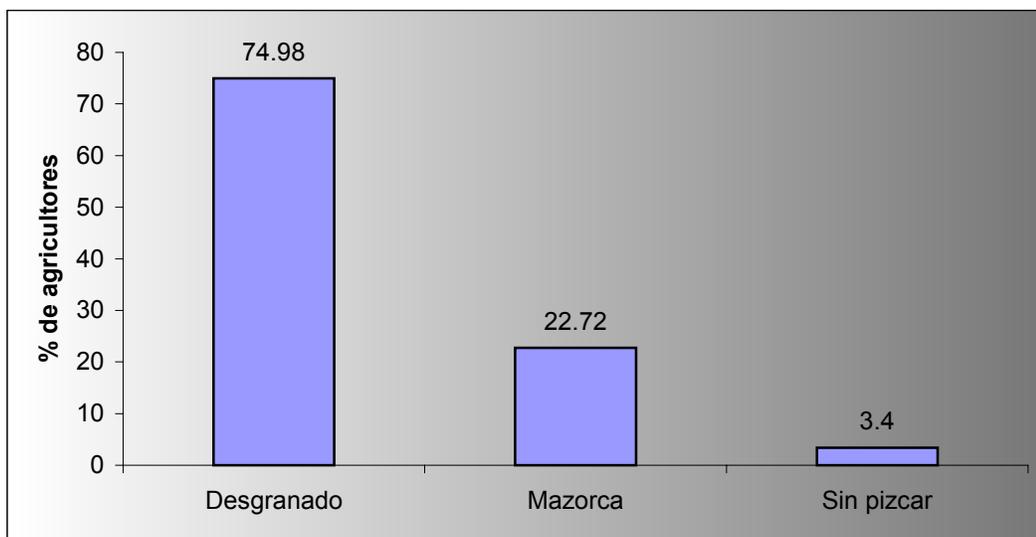


Figura 4.4. Formas de almacenamiento practicada por los agricultores.

En encuestas realizadas por Leslie y Vázquez en 1992 en los Estados de Jalisco, Veracruz, Guanajuato y Chiapas, encuentran que el 65 % de los agricultores guarda maíz en mazorca sin hojas apiladas en costales o en trojes, el 30 % almacena mazorcas con hojas en trojes o apiladas en algún sitio y un 5 % lo hace desgranado, guardando el maíz en sacos o en silos. Los silos metálicos son utilizados principalmente en Veracruz.

De esta encuesta a la fecha se observo claramente que los pequeños agricultores de Guanajuato específicamente, han variado la forma de almacenar grano, puede suponerse que esto se deba a las técnicas que existen para desgranar maíz o simplemente la facilidad del productor de disponer el grano suelto.

En Estados como Tlaxcala, el maíz se guarda principalmente desgranado y almacenado en barriles de metal o plástico dentro de la casa-habitación (observación personal). En Morelos, el almacenamiento se realiza a granel (43.30 %) en algún rincón de la casa, un 23.9 % encastillado en costales y una parte importante en sus almacenes tradicionales, que pueden ser desde canastas de carrizo para almacenar de 50 a 60 Kg. bidones de 150 a 200 Kg. trojes de 500 a 1,500 Kg. cuescomates de 500 a 1,500 Kg. sincalotes de 500 a 1,500 Kg. y cuartos de mampostería con capacidad de 1,000 hasta 4,000 Kg, estos últimos son poco comunes (Gutiérrez, 1992).

En la figura 4.5, se observa que el 80 % de los agricultores en el lugar del almacén dejan residuos de maíz y frijol. Esto hace que exista focos de infestación al grano que pretende almacenarse, ya que el grano como lo menciona Güemes *et al.* (1990) llega del campo al lugar del almacenamiento con un 2 % de daño por insecto y un 9.3 % de daño diverso. No se puede obtener un grano totalmente limpio, pero el lugar del almacén debe contar con el mantenimiento adecuado para almacenar.

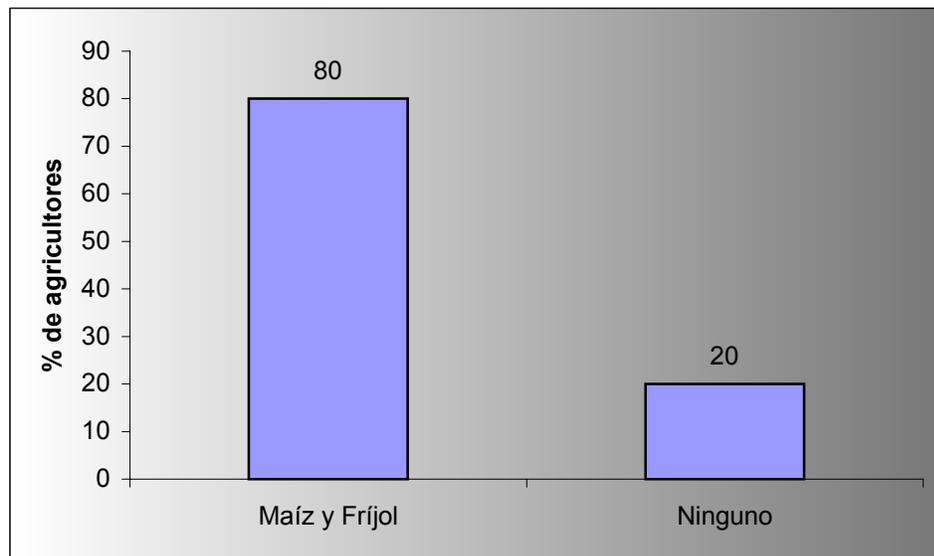


Figura 4.5. Residuos que dejan los agricultores en su almacén.

En lo observado con los agricultores de Guanajuato, se tiene que la mayoría de ellos no cuentan con un lugar específico para guardar granos y almacenan dentro de las casas habitación, muchas veces si cuentan con un lugar para almacenar, este se destina para guardar cosas de uso doméstico y herramientas de trabajo. De acuerdo con Leslie y Vázquez (1992), la mayoría de los agricultores no le dan mantenimiento a su área de almacenamiento antes de guardar el maíz.

Es necesario que los agricultores comprendan que para mantener grano sano, libre de plagas e impurezas se debe mantener las condiciones necesarias en el lugar del almacén. Es decir, el almacén debe proteger a los granos y a las

semillas de los factores físicos del medio ambiente, como la excesiva humedad o las temperaturas extremas que los perjudican, así como de factores bióticos (insectos, aves, roedores, hongos y bacterias) y sobre todo el lugar debe ser exclusivo para almacenar (Ramírez, 1996).

En las encuestas realizadas, acerca del método para combatir plagas, se encontró que el 80 % de los agricultores (Figura 4.6) hace uso del control químico en la conservación de granos y semillas. Los productos mas utilizados fueron pastillas fumigantes (Fostoxin), polvos (Malation y Lindano), Bromuro de Metilo y Fosfuro de Aluminio. El resto de los agricultores no aplica nada al grano o hace uso de otros métodos, como la cal mezclada con el grano.

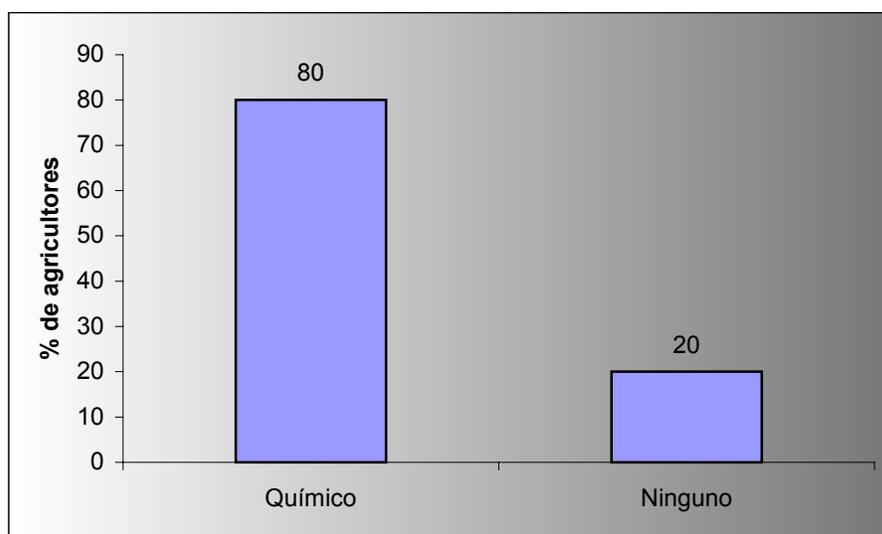


Figura 4.6. Método utilizado por los agricultores para controlar plagas de almacén.

El método químico es el mas utilizado en la mayor parte de la Republica Mexicana, y como ejemplo se tiene al Estado de Morelos, donde el 64.1% utiliza algún tipo de protección contra las plagas. El método de prevención y combate más utilizado es el uso de pastillas de fosfuro de aluminio (fumigante), al parecer por su precio, facilidad de aplicación y eficiencia (Gutiérrez, 1992). En Estados como Jalisco, Veracruz, Chiapas, Oaxaca y Guanajuato puede

observase que el uso de químicos sobresale en la manera de conservar los granos. Según Leslie y Vázquez (1992) los productos mas utilizados son el Malation, Lindano y Fosfinas .

Por lo observado, un buen número de agricultores hace uso de químicos, muchas veces de manera inadecuada, sin la capacitación o el equipo necesario. De las personas que no utilizan químicos, recurren a utilizar cal, arena o ceniza mezclada con el grano, uso de planta locales, exposición del grano al sol, ahumado del grano y otros que se desconocen. Los métodos de control que se desconocen, pueden ser los que se utilizan como practicas tradicionales y quizás sea necesario un monitoreo profundo para conocerlos.

Los agricultores de esta región, aun con la utilización de productos químicos para mantener sano el grano y libre de plagas, tienen problemas de pérdidas por plagas. En el Cuadro 4.1, se reporta el porcentaje de perdida de acuerdo a la percepción del agricultor, relacionado con la condición del grano existente en su almacén. Se observa que el 50 % en una muestra de 22 personas encuestadas perciben perdidas del 10 %; el 50 % (22 personas) restante tienen pérdidas que van del 15 al 100 %.

Las principales plagas que atacan al grano almacenado es el gorgojo, debido a que ya viene contaminado del campo y encuentra las condiciones óptimas en el lugar que destina para su almacenamiento. Los agricultores saben poco, de cuanto maíz pierden en promedio, pero de manera general, se estima que es de 250 a 300 kg. por tonelada de maíz almacenada. En caso de que los agricultores cuenten con poco grano (200 o 500 kg.), la perdida es del 50 % o total.

Los agricultores ante el desconocimiento de un manejo adecuado de grano de poscosecha y al no contar con lugares adecuados para el

almacenamiento se enfrentan a problemas de pérdidas como las que se reportan. De tal manera que es necesario que los agricultores tomen en cuenta los principios básicos de manejo, control y almacenamiento de granos.

Cuadro 4.1. Porcentaje de pérdidas de grano, estimadas por los agricultores en su almacén.

| Número de agricultores | % de pérdida estimada |
|--------------------------|-----------------------|
| 22 | 10 |
| 1 | 15 |
| 2 | 20 |
| 5 | 25 |
| 5 | 30 |
| 1 | 40 |
| 6 | 50 |
| 1 | 70 |
| 2 | 100 |
| Total de agricultores 44 | Promedio 36% |

En el recorrido para conocer los almacenes de los agricultores, se observó que la mayoría (80 %) utilizan la casa habitación para almacenar grano, muchas veces es un rincón de la casa o un cuarto dentro de la misma. Se observó que muy pocos (20 %) cuentan con un lugar específico para almacenar. Los lugares de almacenamiento para este pequeño porcentaje es alguna bodega formal, tejaban o troje.

En el cuadro 4.2, se hace referencia a las características que tiene la casa-habitación del agricultor donde almacena grano. El 81.81 % de ellos cuenta con piso de concreto, es decir, piso de cemento; el techo del almacén es de lámina, los tipos más predominantes de este material fue galvanizada y de

asbesto; la pared en un 47.75 % es de adobe, el 43.17 % es de tabique y el resto es de madera y piedra con cemento.

Las condiciones que brinda la casa-habitación para almacenar maíz o frijol no son las adecuadas para que el grano se conserve sano; los factores ambientales (temperatura, humedad, etc.) que predominan en lugar, no son los requeridos para el buen almacenamiento. Al conocer la realidad que viven los pequeños agricultores, en la deficiencia de sistemas de almacenamiento, se esta de acuerdo con lo que menciona Moreno (1994), el sector mas afectado es el medio rural donde la gente guarda granos en cuartos o como puede; no hay estructura adecuada ni asistencia técnica o apoyo económico.

Tabla 4.2. Características del almacén tradicional del agricultor.

| Casa-habitación | % de agricultores |
|-------------------|-------------------|
| Tipo de piso | |
| Concreto | 81.81 |
| Tierra | 11.36 |
| Madera | 4.54 |
| Total | 100 % |
| Techo del almacén | |
| Lámina | 75.02 |
| Concreto | 11.36 |
| Madera | 9.08 |
| Otros | 4.54 |
| Total | 100 % |
| Pared del almacén | |
| Adobe | 47.75 |
| Tabique | 43.17 |
| Madera | 6.81 |
| Piedra | 2.27 |
| Total | 100 % |

Etapa II. Evaluación final del silo hermético.

Al concluir la evaluación del silo hermético como método de almacenamiento, se le interrogó a los agricultores, la opinión del mismo. A esto, en la Figura 4.7 se tiene que el 97.72 % respondió que el método es muy bueno en la forma de conservar el maíz y solo un 2.28% menciono que el método es malo, porque funciona igual que los que utilizan de manera tradicional.

La respuesta de la mayoría de los agricultores fue muy buena, ya que al observar el maíz o frijol guardado en silo comentaban que estaba muy sano, libre de gorgojos, sin daño de ratas y sin olor químicos (principalmente pastillas). Opinaban que al cocer el maíz y obtener la masa, el sabor es agradable a comparación de la masa obtenida de grano que había sido tratado.

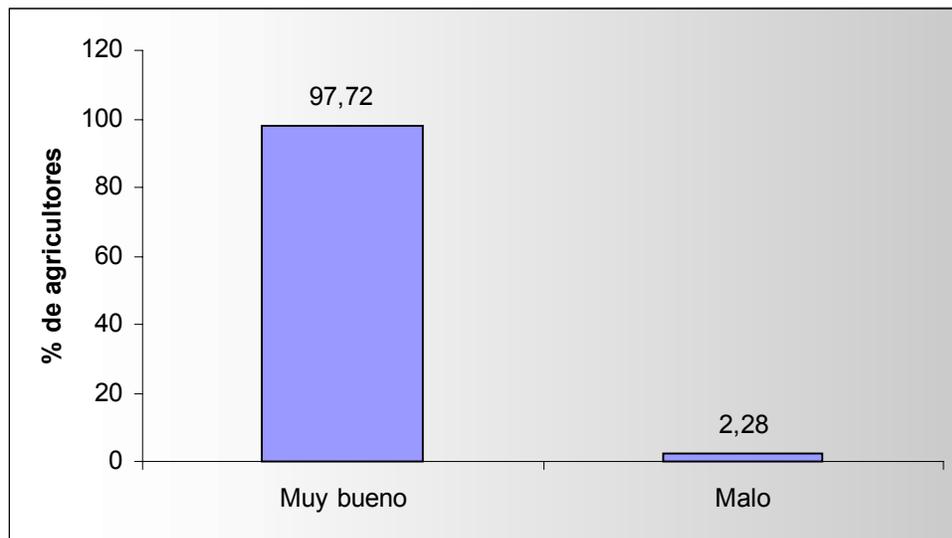


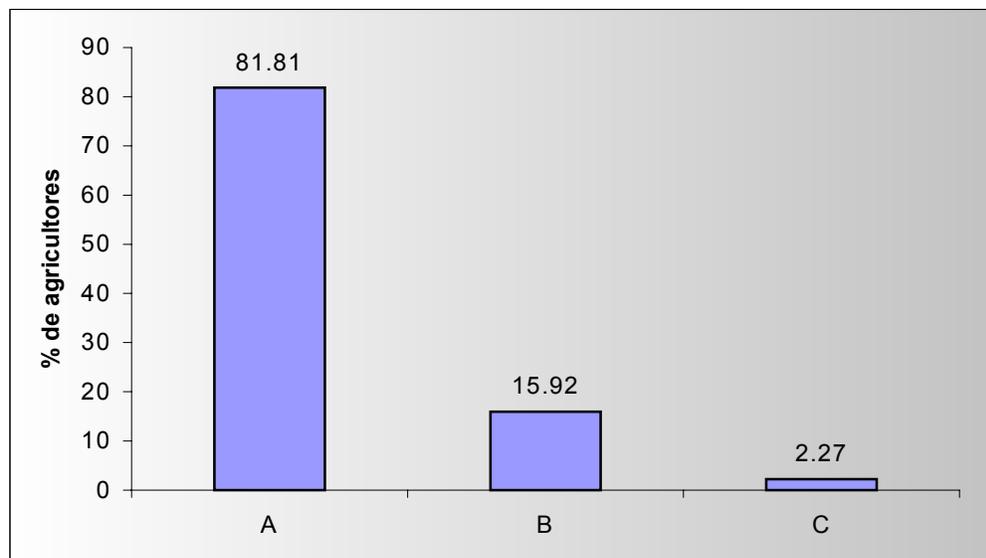
Figura 4.7. Opinión de los agricultores sobre el silo hermético como método de almacenamiento.

Como se observo, en la fase final de la evaluación del grano guardado en ambos métodos, por un periodo de seis meses, los agricultores reafirmaron que hay claras diferencias en la calidad del grano almacenado. El 90 % menciono que el grano almacenado en los silos esta muy sano, comparado con el grano

guardado por el método que ellos utilizan, donde el mismo 90 % comento que tiene todo tipo de daño y que el que esta mas o menos bueno, huele mucho a pesticidas. El 10 % restante de los agricultores para ambos métodos de almacenamiento menciono no encontrar diferencias porque el grano se conserva igual. Esto se debió a que muchos de ellos hicieron mal manejo de los silos

En general los agricultores comprobaron la utilidad de los recipientes evaluados, como método de control de plagas y quedaron satisfechos con los resultados obtenidos.

Después que los agricultores evaluaron los métodos de almacenamiento, se les cuestiono cuales serian sus acciones posteriores para guardar granos. En la Figura 4.8, se observa que el 81.81 % respondió que trataría de adquirir un silo, el 15.92 % seguirá utilizando el mismo método y, el 2.27 % tratara de acondicionar un recipiente.



A = adquirir un silo B = Seguir usando pesticidas C = Acondicionar un recipiente como el silo.

Figura 4.8. Acciones de los agricultores después de haber evaluado los métodos de almacenamiento.

De manera mas formal, se le pregunto a los agricultores si estaría dispuesto a adquirir un silo. La respuesta fue similar a la anterior, el 86.36 % menciono estar en la disposición de adquirirlos y sólo el 13.63 % afirmó que no, la razón fue el costo o porque no le convencieron los resultados. En esta oportunidad, al saber que la mayoría obtuvieron buenos resultados con los silos, se les cuestionó que calificación le asignarían a los dos métodos de almacenamiento, y ante esto el 86.36 % de los agricultores, le asigno la calificación mas alta a los recipientes herméticos con el valor de diez, para el método tradicional que ellos utilizan, la calificación fue de cinco.

Al discutir esto con los agricultores, se afirmo que los recipientes herméticos son una buena opción para conservar maíz y frijol de manera segura, sin utilizar pesticidas y por mas tiempo; y que vale la pena adoptar el método. De tal manera que los agricultores hicieron énfasis en recomendar el método a otros agricultores que no conocen sus beneficios. Esto es una muestra que mejorar las prácticas de almacenamiento con los pequeños y medianos agricultores es de gran beneficio y apoyo para los mismos.

Pueden existir diversos métodos para controlar plagas de almacén, pero no todos pueden brindar eficiencia en la conservación de granos y semillas. El silo hermético es un método que brindo una alternativa a los pequeños y medianos productores de la región Norte de Guanajuato, en la conservación de manera mas sana de la cosecha, tener mejor calidad de granos, obtención de semillas para sembrar, prolongar el periodo de almacenamiento, y evitar las perdidas ocasionadas por plagas.

Los agricultores al haber observado la calidad del grano almacenado en los recipientes herméticos, enumeraron una serie de ventajas. En la Figura 4.9, el 97.73 % de los encuestados mencionaron que con el uso de silos, la conservación de granos en general es segura. Las respuestas ya se han conocido con anterioridad y sería repetitivo volver a mencionarlas. El resto de las personas encuestadas menciona que no le encontró ninguna ventaja al utilizar los silos, como método de almacenamiento, la razón fue porque no le dieron el manejo adecuado, no prestaron importancia y no creyeron en la eficiencia del método.

Respecto a las desventajas, el 63.63 % opino que no le encontró ninguna desventaja al silo; el 34.09 % encontró que una desventaja es el costo para adquirir los silos y; el resto menciona que no existe ninguna razón para adquirir el silo porque el grano almacenado se daña igual por las plagas.

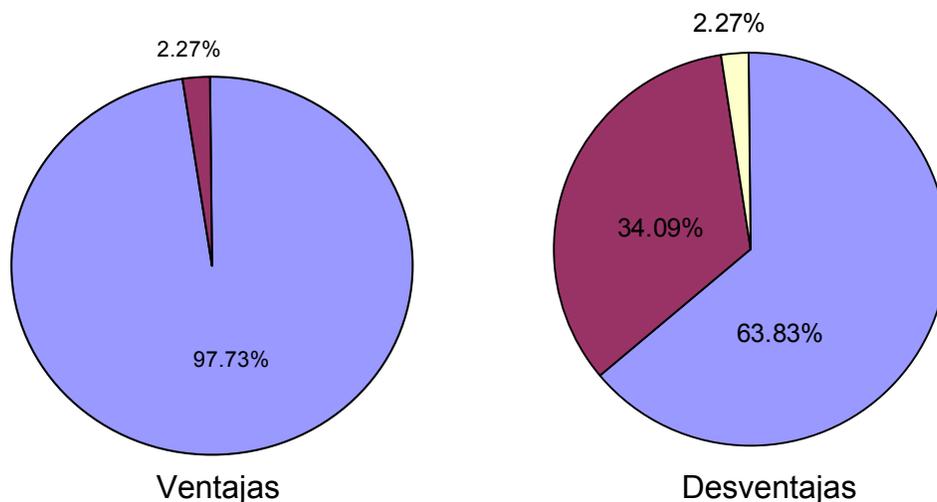


Figura 4.9. Ventajas y desventajas del silo hermético percibidas por los agricultores.

Las ventajas que tuvieron los silos herméticos con la mayoría de los agricultores fue satisfactoria por los excelentes resultados que aporta este método en el almacenamiento de granos. El hecho de reducir en un buen

porcentaje las pérdidas de las cosechas de los agricultores por insectos, hongos y roedores, colocó a los recipientes herméticos como una alternativa segura para almacenar granos. En las desventajas, la adquisición del silo sería el único problema, pero que al enlazarse los agricultores con programas de apoyo, resolverían en gran parte esta cuestión y si hubieran limitantes para esto, el acondicionar recipientes con el principio del silo hermético puede ser una solución.

En la etapa final de evaluación del silo hermético, como método de almacenamiento, los agricultores con los que se establecieron los módulos de evaluación, estuvieron de acuerdo en que se realizaran talleres de demostración con las personas de la comunidad, para que se conocieran los resultados obtenidos de los recipientes herméticos utilizados para almacenar granos (maíz y frijol). En el Cuadro 4.3, se observa que un buen número de personas se enteraron del funcionamiento del silo hermético y una buena cantidad de estos agricultores se interesaron en adquirirlos.

En la adquisición de los silos, el INIFAP trataría de buscar vínculos para que se pudiera satisfacer la demanda, los mismos que los agricultores tratarían de buscar apoyo con proyectos de las Presidencias Municipales correspondientes.

En los talleres de demostración, las personas quedaron muy convencidas de los buenos resultados que brindaron los silos en el almacenamiento de granos, a las personas que lo evaluaron y conocieron esto por opinión propia de los mismos. De tal manera que los silos en la fase final de la evaluación cobraron impacto por los resultados inmediatos que se obtuvieron; y en el proceso de transferencia se dio por aceptado y adoptado el método por los pequeños agricultores de la región Norte de Guanajuato.

Cuadro 4.3. Transferencia del método con los agricultores.

| Funcionamiento del silo | | Personas interesadas en adquirir. | |
|-------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| Sitios de evaluación | Número de personas enteradas del silo hermético. | Sitios de evaluación | No de personas interesadas |
| 15 | 15 | 22 | 30 |
| 1 | 5 | 1 | 8 |
| 6 | 600 | 1 | 5 |
| 2 | 40 | 4 | 20 |
| 1 | 24 | 1 | 6 |
| 2 | 50 | 1 | 7 |
| 7 | 210 | 1 | 8 |
| 2 | 100 | 2 | 20 |
| 1 | 60 | 1 | 15 |
| 1 | 65 | 2 | 40 |
| 1 | 70 | 2 | 60 |
| 1 | 75 | 1 | 50 |
| 4 | 400 | 1 | 60 |
| | | 1 | 65 |
| | | 3 | 300 |
| Total | 1714 | Total | 694 |

Como se mencionó en la metodología, al inicio y al final de la evaluación de los dos métodos de almacenamiento (el tradicional y el silo hermético) se tomarían muestras para comparar los daños causados por las plagas de almacén. En el cuadro 4.4, se observa que el porcentaje promedio de daño causados por insectos en el grano almacenado como testigo fue de 16.32 %, comparado con el grano del silo, las pérdidas fueron bajas (2.46 %), esto quiere decir, que el grano se conservo mejor en los recipientes herméticos de manera segura y sin utilizar pesticidas. Caso contrario del grano almacenado por el método del agricultor donde las pérdidas fueron considerables, aunque se haya utilizado algún tipo de pesticida para conservar el grano. Las altas concentraciones de bióxido de carbono y bajas concentraciones de oxígeno propiciaron que en los silos herméticos los insectos no siguieran desarrollándose, ya que el oxígeno es consumido tanto por los insectos y por la respiración de los granos. Lo mismo sucedió con los hongos, que al no haber oxígeno disponible los hongos se inactivaron y su reproducción fue lenta.

Cuadro 4.4. Porcentaje de pérdidas por insectos y hongos en grano almacenado como testigo (método del agricultor) y el silo hermético.

| Método utilizado | % daño inicial por insectos | % daño final por insectos | % daño inicial por hongos | % daño final por hongos. |
|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Tradicional, del agricultor | 0.41 | 16.32 | 1.25 | 1.43 |
| Silo hermético | 0.64 | 2.46 | 1.00 | 1.48 |

Los insectos encontrados en las muestras revisadas del grano almacenado en silos, estaban muertos en su etapa adulta y en su fase larvaria en estado de momificación. Mientras que en las muestras revisadas como testigo (método del agricultor), los insectos se encontraron en su mayoría vivos en diversas fases de desarrollo (huevo, larva y pupa).

Las pérdidas causadas por hongos fueron relativamente bajas para los dos métodos de almacenamiento, quizás las condiciones ambientales en las que se encontraba el grano influyeron en que los hongos no se desarrollaran. En principio el silo hermético tuvo el daño final más alto (1.48 %) comparado con el testigo, la razón puede deberse a que hubieron silos que se le dio mal manejo, por parte del agricultor y algunos tenían fisuras que no cumplían con la total hermeticidad.

Es importante señalar que los factores ambientales como humedad ambiental, humedad del grano y temperatura influyen en la forma segura de almacenar el grano, no olvidando que el lugar del almacenamiento también lo es.

V. CONCLUSIONES

La respuesta acerca de la validación y transferencia del silo hermético, como método de almacenamiento para controlar plagas de almacén, fue muy buena por los resultados obtenidos con los pequeños agricultores en la conservación segura de granos y semillas.

Los agricultores de la región norte del Estado de Guanajuato, conocieron el funcionamiento del método y compararon que los granos almacenados (maíz o frijol), se conservan mejor en el silo hermético, que con el método tradicional que utilizan.

Compararon y cuantificaron que el porcentaje de pérdidas de granos por el ataque de insectos es menor en silo hermético, comparado con el método tradicional donde los porcentajes son altos. La incidencia de hongos sobre los granos almacenados en ambos métodos de almacenamiento fueron similares en porcentajes.

El método alternativo resulto eficiente para los agricultores en la forma de conservar los granos y semillas, y por esta razón aceptaron al silo hermético como un método efectivo en el control de plagas de almacén.

En general los agricultores obtuvieron beneficios ecológicos, económicos y sociales, al adoptar el silo hermético, como una alternativa para almacenar granos y controlar las plagas de almacén sin tener que acudir al uso de pesticidas.

VI. LITERATURA CITADA.

- Aguilera, P. M. 1988. Pérdidas causadas por insectos al maíz almacenado en Guanajuato. Documento de Circulación Interna. INIFAP – CEBAJ. Celaya, Gto. México.
- Aguirre, G. J. A. 2002. Proceso de transferencia de recipientes herméticos para controlar plagas de granos almacenados. Evaluación y transferencia de tecnología de un método físico para el control de plagas en granos almacenados. Informe sobre el avance de actividades de investigación. Documento de Circulación Interna. INIFAP- CEBAJ.
- Appert, J. 1993. El Almacenamiento de granos y semillas alimenticios. Editorial Hemisferio Sur. Primera Edición. Buenos Aires, Argentina. Pp.154
- Banks, H. J. 1978. Recent advances in the use of modified atmosphere for stored pest control. Proc. 1st Internat. Working Conf. Stored-Prod. Entomol. Ibadan, Nigeria. 198-217.
- Bailey, S. W. 1965. A review of recent studies of controlled atmospheres on stored product pests. In: Controlled atmosphere storage of grain (Ed. J. Shejbal). Elsevier. Amsterdam. 101-118.
- Burmeister, H. R. 1966. Microbiology of ensiled high-moisture corn. Appl. Microbiol. 14: 31-34
- CEA/SAGARPA, 2004. www.cea/sagarpa.gob.mx.
- Christensen.1969. Contaminación por hongos en granos almacenados. 186-189
- Christensen.1978. Contaminación por hongos en granos almacenados. México, D.F 189 p.
- Duffus, C. y Slaughter C. 1980. Las semillas y sus usos. A. G. T. Editor, S. A. México. 188 pp.
- Dendy, A 1918. Report on the effect of airtight storage upon grain insects. I. Report of the Grain Pests (War) Committee, Roy. Soc., London, No. 1, part 1: 6-24.

- Dendy, A., and Elkington H. D. 1918. Report on the effect of airtight storage upon grain insects. II. Report of the Grain Pests (War) Committee, Roy. Soc., London, No.3 3: 3-14.
- Dendy, A., and Elkington H. D. 1920. Report on the effect of airtight storage upon grain insects. III. Report of the Grain Pests (War) Committee, Roy. Soc., London, No.6 1-51.
- Denmead, O. T. y Bailey, S.W., 1996. The effects of temperatura rise and y oxigen depletion on insect survival in stored grain. J. Stored Prod. Res. 2:35-44.
- García, L. M. L. 2002. Aspectos entomológicos de la aplicación de un método físico para el control de plagas en granos almacenados. Evaluación y transferencia de tecnología de un método físico para el control de plagas en granos almacenados. Informe sobre el avance de actividades de investigación. Documento de Circulación Interna. INIFAP- CEBAJ.
- Guemes, G. M. J., R. J Cabrera, y Juan M. V. A. P. 1990. Marco de Referencia del maíz almacenado en Morelos. Campo Experimental de Zacatepec. CIFAP-MOR. SARH-INIFAP. Pp. 28-90.
- Gutiérrez, D. L. J. 1992. Pérdida por manejo en maíz durante la cosecha y su relación con la dispersión de las plagas de poscosecha. Informe Técnico. Campo Experimental de Zacatepec, CIR. CENTRO, SARH-INIFAP. Pp. 13-17.
- Gutierrez, D. L. J. 1994. Entomología de poscosecha en el Estado de Morelos. Memorias del V Simposio Nacional sobre Entomología de granos. Sociedad Mexicana de Entomología, Sección de granos almacenados. Pp. 23-24.
- Gutiérrez, D. L. J. 1996a. Manejo de Poscosecha de Maíz en el Estado de Morelos. Almacenamiento del maíz-grano a pequeña escala. Investigaciones en Morelos y otros estados para el desarrollo de un modelo de manejo integrado. Boletín Informativo. 25pp.
- Gutiérrez, D. L. J. 1996b. Almacenamiento del maíz-grano a pequeña escala. Investigaciones en Morelos y otros estados para el desarrollo de un Modelo de Manejo Integrado. Campo Experimental de Zacatepec, Morelos CIR. CENTRO, SARH-INIFAP. Pp. 13-20
- Haines, C. P. 1991. Insects and arachnids of tropical stored products: their biology and identification (A. Training manual). 2a ed. NRI. Kent, United Kingdom. Pp. 192-198.

- Hernández, X. E. y Watson, J. S. 1965. Graneros de maíz en México a través de los siglos. Chapingo, Escuela Nacional de Agricultura. 1965. 2 pp.
- Hyde, M. B. 1974. Storage trials with moist barley and field beans in polyvinyl chloride and butyl rubber silos. p. 178-185 in Proc. 4th Int. Colloquium on Plastics in Agriculture, París, June 1974
- Hyde, M. B. 1980. El almacenamiento hermético de los cereales. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO. Segunda Reimpresión. Roma, Italia. 74 pp.
- Lagunes L., A. 1991 Insectos Asociados al maíz almacenado en seis localidades del Sur y Sureste de México. En: Soc. Mex. Ent. Memoria del III Simposio sobre Problemas Entomológicos de Granos Almacenados. Veracruz, México. Pp 39 - 49.
- Leslie J. y M. Vázquez. A. 1992. Encuesta para suministrar información sobre la siembra, cosecha, almacenamiento de maíz y presencia de insectos en el medio rural de cuatro estados de la república mexicana. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Unidad Irapuato, Gto. México. 90 pp.
- Lindblad C. y L. Druben. 1986. Almacenamiento del grano (Manejo, Secado, Silos y Control de Insectos y Roedores). Editorial Concepto. Segunda Reimpresión. México, DF. 331pp.
- Moreno, E. 1988. The influence of hermetic storage on the behaviour of Maize seed germination. Seed science and Technology. V. 16(2). 427-434.
- Moreno, M. E. 1994. La problemática y la investigación sobre la conservación de granos y semillas. Talón de Aquiles. www.talondeaquiles.com.mx
- Moreno L. J. y M. Y. Quezada. V.. 1995. Almacenamiento Hermético de Maíz. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad de Aguascalientes. México, DF. 150 pp.
- Orozco, C. L. 1966. Alhóndigas y positos. Almacenes Nacionales de Depósito, S. A. México, D F. 350 pp.
- Ortega, A.C. 1987. Insect pests of maize: a guide for field identification. México, DF, CIMMYT.
- Oxley, I. A. y G. Wickenden. 1986. The effect on restricted air supply on some insects which infest grain. Ann. App. Biol. 51: 313-324

- Pérez, M. J. 1993. Insectos de granos almacenados (biología, daños, detección y combate). Centro de Investigación Regional del Centro, INIFAP, Campo Experimental Bajío. Celaya Guanajuato, México. 350 pp.
- Peterson, A. V. 1956. Grain storage studies. XXII. Influence of oxygen and carbon dioxide concentrations on mold growth and grain deterioration. Cereal chem.. 33:53-66
- Ramírez, G. M. y Zurbia, L. R. 1992. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. Editorial CECSA, 7ª Impresión. México, DF 300 pp.
- Ramírez, G.M. 1996. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. México, Editorial Continental. 290 pp.
- Reyes T., M. M. 1988. El almacenamiento hermético de maíz y su efecto en la calidad de la masa para tortillas. Tesis de Licenciatura en Biología. Fac. De Ciencias. UNAM. México, DF. 59 pp.
- Roos, E. E. 1986. Physiology of seed deterioration. Ed by M. B. McDonald, Jr and C. J. Nelson. Crop science society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA. Pp. 16-17.
- SIAP/SAGARPA- 2004 www.siap/sagarpa.gob.mx.
- SICM/SE-2004. www.sicm/se.gob.mx.
- Sifuentes, S. A. 1979. Pérdidas causadas por insectos en los granos almacenados. Panagfa. Vol. 7 No 68: 44-45.
- Vazquez, A. M. 2001. El ecosistema de granos almacenados. Departamento de Biotecnología de Plantas de la Unidad de Irapuato del CINVESTAV. Avance y Perspectiva Vol. 20. Pp. 407-420
- Vayssiere, P. 1948. Hermetic storage, the process of the future for the conservations of foodstuffs. In: preservation of grains in storage. Easter, S. (Ed). Papers presented at the International Meeting of infestation of foodstuffs, London, U. K. August, 1947. Pub. Washington, D. C., USA: Food and Agriculture Organization. Pp 115-122.
- Zulser, E. W., 1984. Conservación de semillas por refrigeración. Sulzer Hnos., S. A. México 15 pp.

IX. APÉNDICE

Apéndice I

ENCUESTA APLICADA A LOS AGRICULTORES PARA CONOCER EL USO, MANEJO Y FORMAS DE ALMACENAMIENTO DE GRANOS.

LOCALIZACIÓN

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Estado: | Municipio: |
| DDR: | Modulo: |
| Técnico PESPRO: | |
| Usos del grano que se almacena en casa (comida, venta, siembra, animales etc) | |
| | |

DATOS GENERALES

| |
|-------------------------------|
| Comunidad : |
| Agricultor cooperante: |
| Coordenadas : |
| Altura SNM: |
| Porque ó para que almacena: |
| |
| Fecha de inicio: |
| Equipo de medición instalado: |

ALMACENAMIENTO

| |
|--------------------------------------------------------------|
| Tiempo aproximado de almacenamiento del agricultor: |
| |
| Forma de almacenamiento : |
| |
| Existen residuos de la cosecha anterior en almacén (Cuales): |
| |

LUGAR DE ALMACENAMIENTO

| |
|------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de construcción: |
| |
| Piso : |
| |
| Techo: |
| |
| Paredes : |
| |
| Otros : |
| |
| Aplica químicos para conservar grano y/o semilla (cuál): |
| |
| ¿ Que porcentaje de su cosecha pierde año tras año en almacén? |
| |
| Observaciones (Anotar cualquier dato o información que ayude en la interpretación) |
| |
| |

TOMA DE DATOS

- SE TOMO MUESTRA INICIAL PARA CONOCER INFESTACIÓN PRIMARIA
- SE HIZO LA COMPARACIÓN CON EL MÉTODO DEL AGRICULTOR
- SE COMPARO AL FINAL DEL EXPERIMENTO EL GRANO ALMACENADO EN SILO Y EN EL ALMACEN DEL AGRICULTOR PARA ESTIMAR PORCENTAJE DE PERDIDAS.
- SE MOSTRO EL METODO DE CONTROL DE PLAGAS DE ALMACEN AL RESTO DE INTEGRANTES DE COMISION Y COMUNIDAD.

Apéndice II

EVALUACIÓN FINAL EN LA COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE ALMACENAMIENTO

| | |
|-----------------------|-------------------|
| Municipio: | Comunidad: |
| Modulo: | Grano almacenado: |
| Fecha de Terminación: | Humedad final: |

¿cuál es su opinión sobre el silo hermético como método para el almacenamiento de granos y semillas?

A simple vista, observa diferencias en el grano almacenado de ambos métodos? 1= si ; 2= no ¿Cuales?

| Silo hermético | Método: |
|----------------|---------|
| | |
| | |
| | |

Después de hacer esta comparación de métodos ¿Que piensa hacer Ud. Para almacenar sus granos y semillas?

¿Compraría Ud. Un(os) silo(s) 1= si ; 2 = no ¿Por qué? _____

¿ Hasta cuándo tuvo grano bajo sus condiciones de almacenamiento normal? _____

Con que porcentaje de eficiencia calificaría los métodos de almacenamiento que probó?

Silo Hermético _____ Método Agricultor _____

Usted recomendaría el uso del silo hermético a otros productor? 1 = si ; 2 = no ¿ por qué?

¿Qué ventajas y desventajas tendría con el uso del silo hermético como método de almacén

| Ventajas | desventajas |
|----------|-------------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

OBSERVACIONES (cualquier información que ayude a analizar los resultados obtenidos)

Apéndice III

Silos herméticos con capacidad de 200 Kg. utilizados durante la evaluación.



Abéndice IV

Ubicación de los sitios para la evaluación en el Norte de Guanajuato.

| SITIO | MUESTRA | DDR | MUNICIPIO | COMUNIDAD | AGRICULTOR | ASESOR TECNICO | CAP. (kg) | GRANO |
|-------|---------|-----|--------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------|--------|
| 1 | 1 | 1 | Allende | San Antonio de la Joya | Genaro Ramirez | Dr. Adolfo Valtierra | 200 | Maíz |
| 3 | 3 | 1 | Allende | Rancho Villa de Guadalupe | Ismael Ramirez | Dr. Adolfo Valtierra | 200 | Maíz |
| 2 | 2 | 1 | Allende | La Tinaja | Eulalio Patlan Mulato | Dr. Adolfo Valtierra | 200 | Maíz |
| 4 | 13 | 1 | Allende | La Huerta | Panfilo López Damian | Dr. Adolfo Valtierra | 200 | Maíz |
| 5 | 10 | 1 | Allende | Puerto de Nieto | Juan Perales Muñoz | Ing Arturo V. de la Rosa | 200 | Maíz |
| 6 | 12 | 1 | Allende | Cañajo | Daniel Arteaga Guerrero | Ing Arturo V. de la Rosa | 200 | Maíz |
| 7 | 15 | 1 | Allende | Cañajo | Daniel Arteaga Guerrero | Ing Arturo V. de la Rosa | 100 | Fríjol |
| 8 | 4 | 1 | Allende | Cienega | Francisco Ramirez Ramirez | Ing Arturo V. de la Rosa | 200 | Maíz |
| 9 | 9 | 1 | Allende | Galvanes | José Luis Morales | Ing Arturo V. de la Rosa | 200 | Maíz |
| 10 | 11 | 1 | Allende | Corral de Piedra de Arriba | Amado Gonzalez Tapia | Ing Arturo V. de la Rosa | 200 | Maíz |
| 11 | 6 | 1 | Dolores Hidalgo | Los Serna | Isidro Godinez Venegas | Ing. Arturo Baca A. | 200 | Maíz |
| 12 | 14 | 1 | Dolores Hidalgo | Los Serna | María Remedios Palacios | Ing. Arturo Baca A. | 100 | Fríjol |
| 13 | 8 | 1 | Dolores Hidalgo | Terreros de la Sabana | Manuel Juarez Hernández | Ing. Arturo Baca A. | 200 | Maíz |
| 14 | 7 | 1 | Dolores Hidalgo | Terreros de la Sabana | Antonio Castro Cruz | Ing. Arturo Baca A. | 100 | Fríjol |
| 15 | 5 | 1 | Dolores Hidalgo | El saucillo | Alejandro Patlan López | Ing. Arturo Baca A. | 200 | Maíz |
| 16 | 26 | 1 | San Diego | Presas Monjas-La Virgen | José Lino Barcenás Palomares | Ing. Arturo Baca A. | 200 | Fríjol |
| 17* | 27 | 1 | San Diego | Ejido Hacienda Jesus | Antonio Gaspar Esquivel | Ing. Arturo Baca A. | 200 | Fríjol |
| 18 | 37 | 1 | San Diego | El Barreno | Rufino Mendoza Romero | Ing. Arturo Baca A. | 200 | Maíz |
| 19 | 17 | 1 | Ocampo | La Tinaja | Abel Romo López | Ing. Elman A Canul | 200 | Fríjol |
| 20 | 16 | 1 | Ocampo | La Escondida | Miguel Torrez mancilla | Ing. Elman A Canul | 200 | Maíz |
| 21 | 20 | 1 | San Felipe | El Aguaje | Leonardo Gómez Rayas | Ing. Enrique Villagomez | 200 | Fríjol |
| 22 | 21 | 1 | San Felipe | Pilas Norte | Tito Rangel Ibarra | Ing. Enrique Villagomez | 200 | Maíz |
| 23 | 19 | 1 | San Felipe | Rincon de Ortega | J. Asunción Rangel Mendez | Ing. Enrique Villagomez | 200 | Fríjol |
| 24 | 30 | 1 | San Felipe | Rincon de Ortega | J. Asunción Rangel Mendez | Ing. Enrique Villagomez | 500 | Maíz |
| 25 | 24 | 1 | San Felipe | Cerrillito de los Hernández | Martín Barrientos Briones | M.V.Z. Mayra A. Campos | 200 | Maíz |
| 26 | 25 | 1 | San Felipe | Capillas | Arturo Barrientos Briones | M.V.Z. Mayra A. Campos | 200 | Maíz |
| 27 | 22 | 1 | San Felipe | Aranjuez | Ofelia Romero Landeros | M.V.Z. Mayra A. Campos | 200 | Fríjol |
| 28 | 23 | 1 | San Felipe | Aranjuez | Roberto Espinoza Gómez | M.V.Z. Mayra A. Campos | 1000 | Maíz |
| 29 | 18 | 1 | San Felipe | Herrerías | Cecilia Estrada Perez | M.V.Z. Mayra A. Campos | 200 | Maíz |
| 30 | 29 | 1 | San Felipe | Herrerías | Cecilia Estrada Perez | M.V.Z. Mayra A. Campos | 100 | Fríjol |
| 31 | 28 | 1 | San Felipe | Calle Jalisco # 113 | Fidelmar Ruíz Zavala | Ing. Enrique Villagomez | 200 | Fríjol |
| 32 | 33 | 2 | San Luis de la Paz | Mesa de Escalante | Ángel Padrón | Ing Alfredo García Larrea | 200 | Maíz |
| 33 | 31 | 2 | Xichú | Ocotero | Pablo González | Ing Alfredo García Larrea | 100 | Maíz |
| 34 | 32 | 2 | Victoria | Cañada de Moreno | Dario Bolaños | Ing Alfredo García Larrea | 100 | Maíz |
| 35 | 38 | 2 | San José Iturbide | Cerrito del Arenal | Juan Soto Banderas | Ing Alfredo García Larrea | 200 | Maíz |
| 36 | 40 | 2 | Tierra Blanca | El Picacho | Tomás Pérez Gonzáez | Ing Alfredo García Larrea | 100 | Maíz |
| 37 | 35 | 2 | Dr. Mora | La Vegoña | Daniel Campos Briseño | Ing Alfredo García Larrea | 200 | Maíz |
| 38 | 43 | 2 | Dr. Mora | Rancho San José | Andres García | Ing Alfredo García Larrea | 200 | Maíz |
| 39 | 34 | 2 | San Luis de la Paz | El Palmarito | José Luz Guerrero Rodríguez | Ing Alfredo García Larrea | 200 | Fríjol |
| 40 | 41 | 2 | Santa Catarina | Peña Colorada | Victoriano Sánchez Olvera | Ing Alfredo García Larrea | 100 | Maíz |
| 41 | 39 | 2 | Victoria | Terreros de Cieneguilla | J. Gonzalo Hernández López | Ing Alfredo García Larrea | 200 | Maíz |
| 42* | 36 | 2 | Atarjea | Llanitos | Flavio Flores Espinoza | Ing Alfredo García Larrea | 100 | Maíz |
| 43* | 44 | 2 | Atarjea | San Antón | Calixto Montes García | Ing Alfredo García Larrea | 100 | Maíz |
| 44 | 42 | 2 | San Luis de la Paz | Calle Guanajuato No. 101 | Faustino Rivera | Ing Alfredo García Larrea | 200 | Fríjol |

* Sitios en donde fueron evaluados los silos en el 2003

20-oct-04