

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS ORGÁNICOS PAR EL
CONTROL DE GORGOJO DEL MAÍZ *Sitophilus zeamais M*, EN
GRANOS ALMACENADOS; EN EL MUNICIPIO DE CHIQUIMULA,
DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA.**

**TESIS
PRESENTADA AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO**

POR

MAGDA IRENE MEDRANO GUERRA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

CHIQUIMULA, GUATEMALA, MAYO DE 2000

ÍNDICE GENERAL

Contenido	No. de Pag.
INDICE DE FIGURAS	iii
INDICE DE CUADROS	iv
RESUMEN	V
1. INTRODUCCIÓN	01
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	03
3. JUSTIFICACIÓN	04
4. OBJETIVOS	05
4.1 General	05
4.2 Específicos	05
5. HIPÓTESIS	05
6. MARCO TEÓRICO	06
6.1 Marco Conceptual	06
6.2 Marco Referencial	13
7. METODOLOGÍA	15
7.1 Material Experimental	15
7.2 Diseño Experimental	17
7.3 Modelo Estadístico	17
7.4 Selección del Área Experimental y del Grano a almacenar.	18
7.5 Descripción de los tratamientos	18
7.6 Distribución aleatoria de las tratamientos en cada unidad experimental .	19

7.7	Obtención de las muestras en cada unidad experimental para determinar porcentajes de daño y pérdida.	19
7.8	Variabes respuestas evaluadas	22
7.9	Análisis de la Información	23
8.	RESULTADO Y DISCUSIÓN	24
8.1	Resultados de los análisis de varianza para porcentajes de daño y pérdida.	24
8.2	Pruebo de DMS poro os tratamientos que presentaron diferencias significativas.	25
8.3	Resultados de lo pruebo de germinación de los tratamientos.	32
8.4	Análisis de Toxicidad	33
9.	CONCLUSIONES	34
10.	RECOMENDACIONES	36
11.	BIBLIOGRAFÍA	38

INDICE DE FIGURAS

Fig. Contenido	No. de Pag.
01. Porcentajes de daño obtenidos durante los meses de almacenamiento, en la evaluación de tres productos orgánicos para el control del gorgojo del maíz (<u>Sitophilus zeamais</u> M.). Aldea El Guayabo, Chiquimula. Nov/S - Abr/97.	30
02. Porcentajes de pérdida obtenidos durante los meses de almacenamiento. Aldea El Guayabo. Chiquimula. Nov/9 - Abr/97.	31
03. Promedio de temperatura del grano dentro del silo para los cinco tratamientos durante los meses de almacenamiento. Aldea El Guayabo, Chiquimula. Nov/9 - Abr/97.	32

INDICE DE CUADROS

Cuadro. Contenido	No. de Pag.
01. Resumen de cuadrados medios para los porcentajes de daño, en la evaluación de tres productos orgánicos para el control del gorgojo del maíz (<i>Sitophilus zeamais</i> M.). Aldea El Guayabo, Chiquimula. Nov/96 - Abr/97.	24
02. Resumen de cuadrados medios para los porcentajes de pérdida, en la evaluación de tres productos orgánicos para el control del gorgojo del maíz (<i>Sitophilus zeamais</i> M.). Aldea El Guayabo, Chiquimula. Nov/96 - Abr/97.	25
03. DMS para daño al primer mes de almacenamiento	26
04. DMS para daño al segundo mes de almacenamiento	26
05. DMS para daño al tercer mes de almacenamiento	26
06. DMS para daño al cuarto mes de almacenamiento	27
07. DMS para daño al quinto mes de almacenamiento	27
08. DMS para daño al sexto mes de almacenamiento	27

09.DMS para pérdida al primer de almacenamiento	28
10.DMS para pérdida al segundo mes de almacenamiento	28
11.DMS poro pérdida al tercer mes de almacenamiento	28
12. DMS para pérdida al cuarto mes de almacenamiento	29
13.DMS para pérdida al quinto mes de almacenamiento	29
14.DMS para pérdida al sexto mes de almacenamiento	29
15.Análisis de Varianza poro los porcentajes de germinación al inicio y al final del almacenamiento.	33

EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS ORGÁNICOS PARA EL CONTROL DEL OJO DEL MAÍZ (*Sitophilus zeamais* M.) EN GRANDE ALMACENADOS; EN MUNICIPIO DE CHIQUIMULA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA.

RESUMEN

El cultivo del maíz (*ç* *mays* L) sufre pérdidas debido a diferentes factores, inclusive las post-cosecho causados por insectos, entre los que se encuentra (*Sitophilus zeamais* es el más común y el que mayores daños ocasiono a los granos almacenados en la región Chiquimula, por prevalecer los condiciones de temperatura y humedad adecuados para él desarrollo del insecto.

En el presente estudio se evaluaron tres productos orgánicos para el control del Gorgojo (*Sitophilus zeamais* M.) en granos almacenados. Este se llevó a cabo en k aldea El municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula; situada en la zona Nororiental del país, en dirección noroeste con relación a la cabecera departamental. Se encuentro o 13 km. De y a una altitud de 900 msnm. 8). Latitud Norte 89°3'00" y Longitud Oeste

El material utilizado en el experimento fue maíz recién cosechado de lo variedad ICTA Bi, proveniente de un solo agricultor, el que se almacenó en silos de metal con capacidad paro un 45.5 kg.) por un período de meses, que fue la duración del experimento.

Se realizó en un diseño completamente al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones, un total de 20 unidades experimentales. Los productos evaluados fueron Neem (*Azadirachta indica*) Eucalipto (*Eucaliptus camaldulensis*); Timboque (*Tecoma stans*) y el o químico Fosfuro de Aluminio (*Fosfamina*). También se incluyó un tratamiento testigo, consistente en maíz almacenado sin ningún tratamiento antes y durante el almacenamiento.

Las variables que se evaluaron fueron: porcentajes de daño y pérdida del grano, la temperatura del grano dentro del silo y la viabilidad de la semilla por medio de la prueba de germinación; así mismo se realizó un análisis de toxicidad al tratamiento 1 (neem), que fue el mejor tratamiento orgánico; revelando los resultados que este producto no es tóxico a la dosis evaluada.

Los tratamientos orgánicos evaluados el tratamiento Neem (Azadirachta indica), fue el que mostró mejores resultados con respecto a los otros productos orgánicos, por lo que se puede recomendar su uso como tratamiento alternativo al tratamiento químico (Fosfuro de potasio para el control del gorgojo del maíz (Sitophilus zeamais M.) en granos almacenados.

1. INTRODUCCIÓN

El maíz constituye una fuente de alimento para la mayoría de habitantes en algunos países. En el caso de Guatemala y en la región nor-oriental del país se ha cultivado en forma ininterrumpida época colonial y anterior a ella. Se ha usado como fuente de proteína, almidones y carbohidratos; al igual que el frijol, arroz, trigo y sorgo.

Los agricultores utilizan el maíz cosechado para su alimentación, consumo animal y semilla siembra, por lo que ellos necesitan almacenar el grano, utilizando para ello recipientes de Jera o barro, costales y algunas veces trojas. Esto con el objetivo de preservar el grano en buen estado por varios meses, libre de plagas que puedan causar deterioro del mismo.

En el área rural del departamento de Chiquimula la mayoría de agricultores cuentan con metal, los cuales utilizan para el almacenamiento de granos, para mantenerlo libre de la plaga del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* M.), la cual es de mayor importancia y la que mayor daño causa al grano en almacenamiento. A la vez existen varios químicos que en algunos casos son utilizados eficientemente en la preservación de granos.

En la actualidad también existen instituciones y personas que promueven el uso de algunos orgánicos que pueden ser efectivos en el control de insectos, en la mayoría de los conocidos por los agricultores, en consecuencia, no se han podido controlar de las plagas que causan pérdidas y daño en granos almacenados. Por otra parte, existe escasa información relacionada con el control de plagas en granos en las condiciones del departamento de Chiquimula; por lo tanto esta investigación proporciona información sobre este tema.

Por eso se llevó a cabo específicamente en la aldea El del municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula; en donde se evaluaron tres tratamientos orgánicos, Neem (Azadirachta indica) Eucalipto (Eucalyptus camaldulensis.) y Timboque (*Tecoma stans*) para conocer el efecto de control sobre el gorgojo del maíz (Sitophilus zeamais M.) estos s fueron seleccionados de algunos que han sido usados en los sistemas de producción y de los cuales se conoce poca información en la actualidad. También se evaluó un tratamiento químico utilizando Fosforo de Aluminio y un tratamiento testigo absoluto, al cual no se aplicó ningún producto poro el almacenamiento. Se utilizó el modelo estadístico completamente al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones, y se obtuvieron muestras mensuales poro conocer la efectividad de los productos mediante los porcentajes de daño y pérdida del grano durante el almacenamiento. También se realizó la pruebo de germinación al grano al inicio y al final del tratamiento poro comprobar el efecto de los productos en lo viabilidad de lo semilla de maíz. Así mismo se realizó un ensayo toxicológico al grano trotado con el producto orgánico que mejor resultado poro determinar lo presencia de elementos tóxicos o dañinos a la salud.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El cultivo del maíz (*Z mays L*), constituye un alimento básico en la dieta alimenticia de guatemaltecos y es principalmente el cultivo tradicional del pequeño agricultor; así mismo o una fuente de ingreso a las familias rurales. Este cultivo sufre pérdidas debido a diferentes factores, inclusive las pérdidas post-cosecha causadas por insectos que según Gómez (9), son del 15% de la producción de granos a nivel nacional.

Entre los insectos que causan daños en granos de maíz almacenados, se encuentra (*Sitophilus zeamais M.*), que es el más común y el que mayores daños ocasiona a los granos almacenados en la región de Chiquimula, por prevalecer las condiciones adecuadas para el del insecto tales como temperatura y humedad adecuadas.

Los agricultores anualmente hacen esfuerzos para producir maíz, que es cosechado por lo general una vez al año en las áreas rurales del departamento de Chiquimula, de modo que el almacenamiento de granos es frecuentemente necesario por períodos de a 12 meses. Generalmente emplean el control químico para el control de plagas, utilizando para ello muy tóxicos; que aunque no dejan residualidad en los granos son delicados en su manejo. Sin embargo, algunas instituciones han estado promoviendo el uso de productos s que son fáciles de obtener y que pueden ser otra alternativa para el control de en granos almacenados. Sin embargo, no se han realizado investigaciones dentro de este campo en la región que permitan conocer los resultados del uso de productos orgánicos como sustitutos al uso tradicional de productos químicos. Así mismo la mayoría de las investigaciones han sido dirigidas o de aspectos tecnológicos y agronómicos del cultivo de maíz, pero poca importancia se le ha brindado al cultivo en cuanto a investigaciones enfocadas a mejorar aspectos relacionados post-cosecha de granos y que puedan reflejar resultados, que serían de utilidad principalmente pequeños agricultores de la región oriental del país.

3. JUSTIFICACIÓN

El almacenamiento de granos es una práctica común en todas las áreas de Guatemala y los agricultores usan diferentes productos químicos para la conservación de granos, a manera de los daños por causa de organismos como: insectos, bacterias, roedores, pájaros, etc.

El gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* M.), es la plaga de mayor importancia económica para el agricultor, pues sino utiliza algún método de control del mismo provoca grandes pérdidas que podrían terminar con cantidades considerables del grano en almacenamiento. Este insecto causa gran destrucción en los granos, principalmente si las condiciones le favorecen y el grano permanece estacionario por algún tiempo, ya que es posiblemente una de las especies más destructoras de granos a nivel mundial (15).

Desde hace algunos años algunas instituciones como Atertec, Visión mundial y otras han estado promoviendo el uso de productos de origen orgánico que pueden ser utilizados como para contrarrestar el daño que causan los insectos en granos almacenados y que se traduce en pérdidas por el agricultor. Sin embargo, algunos de estos productos no han sido 5 en los mismos condiciones que éste actualmente utilizo. Por lo que, estas instituciones que promueven la agricultura orgánica también necesitan de estas investigaciones para poder recomendar al agricultor el uso de alternativas de manejo post-cosecha.

Con este estudio se genero información relacionada con el uso de productos orgánicos en granos de maíz almacenados para el control del gorgojo, y se determina la efectividad que estos tienen para que en el futuro los agricultores puedan tener alternativas prácticas en el almacenamiento de granos.

4. Objetivos

4.1 GENERAL:

Determinar el efecto de los productos orgánicos sobre el control del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* M.) en granos almacenados.

4.2 ESPECIFICOS:

4.2.1 Determinar la efectividad de tres productos naturales Neem (*Azadirachta indica*) Eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*.) y Timboque (*Tecoma stans*), comparado con Fosfuro de aluminio para el control del gorgojo en granos de maíz almacenados.

4.2.2 Determinar el efecto de tres productos naturales utilizados en maíz almacenado sobre el porcentaje de daño y pérdida causando por el gorgojo del maíz por kilogramo de grano.

4.2.3 Determinar el efecto producido por los diferentes tratamientos en la viabilidad del grano de maíz.

5. HIPÓTESIS

Los productos orgánicos y el Fosfuro de Aluminio tienen la misma efectividad en el control del gorgojo de maíz, en granos almacenados.

6. MARCO TEORICO:

6.1 ARCO CONCEPTUAL:

6.1.1 IMPORTANCIA DEL ALMACENAMIENTO DE GRANOS:

El alimento es un factor limitante 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 que les interesan mutuamente, para la conservación de su vida (13).

Los granos y sus productos, constituyen una fuente de nutrición para el hombre y para muchos otros organismos y su disponibilidad en un momento dado, significa la satisfacción de una necesidad esencial para el que pueda aprovecharlos primero (13).

La conservación de los granos alimenticios ha sido, es y será, motivo de preocupación del hombre a su significado en la dieta humana y por la necesidad de resguardarlos contra el peligro que significa su aprovechamiento por sus demás competidores (13).

6.1.2 POST-COSECHA:

Gómez (9), indica que la post-cosecha se inicia en el punto en el cual el grano separado del tallo o de las raíces de la planta es amontonado para el secamiento en el campo, o colocado en un recipiente cual es movido y/o depositado. Sin embargo, también puede considerarse que lo poste inicia más tempranamente, incluyendo el tiempo durante el cual la cosecha ya madura en el campo como una forma de almacenamiento o de secamiento (9).

6.1.3 FACTORES QUE DETERMINAN LAS PERDIDAS POSTPRODUCCION EN GRANOS BÁSICOS.

6.1.3.1 FACTORES DEL MEDIO AMBIENTE:

En cualquier localidad del mundo la conservación adecuada de los granos alimenticios básicos, dependerá esencialmente de las condiciones ecológicas de la especie y propiedades físicas y biológicas del grano, del período de almacenamiento, así como del tipo y tics de la troje, bodega o almacén. (9)

En regiones tropicales húmedas, con predominio de alta temperatura y humedad relativa, la conservación del grano y semillas representa un serio desafío, ya que bajo estas condiciones ecológicas se favorece bastante el desarrollo de los principales factores que ocasionan las pérdidas en granos y semillas. (9)

6.1.3.2 FACTORES BIOTICOS:

Incluye todos los elementos o agentes vivientes que propiciados por las condiciones; para su desarrollo, aprovechan el grano como fuente de alimento, conduciendo finalmente al deterioro de la cosecha (9).

Los principales agentes bióticos que ocasionan pérdida son: insectos, microorganismos bacterias), roedores y pájaros (9).

6.1.3.3 FACTORES ABIOTICOS:

Humedad Relativa: Las condiciones ecológicas prevalecientes en el local o lugar de almacenamiento son decisivas para resguardar convenientemente los granos almacenados, entre tanto las pérdidas también pueden originarse a causa del deterioro de campo y en ambas circunstancias la humedad relativa juega una función muy importante (9).

Para el caso de almacenamiento de granos en locales bajo techo (trojes, silos, bodegas) las de seguridad están casi siempre dependientes de tres factores que deberán considerarse adecuadamente: condiciones y clase de grano, área ecológica donde está ubicado el almacén y la duración del período de almacenamiento (9). Es importante citar, que la humedad relativa del aire y el contenido de humedad de las semillas, están íntimamente relacionados con la presencia, desarrollo y daño que pueden causar cualquiera de los factores bióticos, principales responsables por las pérdidas post- Producción de los granos básicos (9).

Temperatura: Según Gómez (9), juntamente con la humedad relativa constituyen los factores físicos y ambientales que afectan los cambios responsables por las pérdidas en el almacenamiento y o del campo; dentro de ciertos mites los procesos químicos y biológicos del grano ri más rápidamente a temperaturas más elevadas y correspondientemente más lentas a

Temperaturas más bajas; puede resumirse consecuentemente, que la temperatura interviene de manera generalizada en los siguientes procesos:

- a) Temperaturas altas: pueden destruir enzimas, organismos vivos, etc.
- b) Temperaturas bajas: retrasan el desarrollo de insectos y hongos.
- c) Variaciones en la temperatura: causan cambios de la humedad, tanto en el interior del grano como dentro de la masa de grano en el almacén. (9).

6.1.4 PRINCIPALES CAUSAS DE LAS PERDIDAS POST- COSECHA EN LOS GRANOS ALIMENTICIOS BASICOS':

Países tropicales que representan condiciones climáticas con elevado humedad relativa y altas temperaturas, generalmente sufren el mayor índice de pérdidas post-producción, sin embargo es evidente que las condiciones socioeconómicas del agricultor del área de países como Guatemala, El Salvador y otros, tengan causas muy particulares, que de manera generalizada conducen a diferentes tipos de pérdidas:

- a. Pérdida durante la dobla y tapisca o arranque del cultivo.
- b. Pérdidas durante el desgrane o trilla.
- c. Pérdidas en trojes o silos familiares.
- d. Otras pérdidas.

Finalmente puede concluirse que todos los elementos ya citados como factores que determinan pérdidas en los granos básicos, obedecen a causas comunes, tales como:

1. Carencia de recipientes adecuados para el manejo y facilidades de almacenamiento.
2. Alto contenido de humedad e impurezas del grano.
3. Incidencias de plagas: Insectos, hongos, bacterias, roedores, pájaros y otros.
4. Manejo y conservación deficiente de los granos.
5. Rendimiento de los principios de conservación.
6. Carencia de estrategias funcionales de mercadeo y comercialización de granos. (9)

6.1.5 LA PRESENCIA DE PLAGAS:

Se ha mencionado anteriormente que son cuatro los tipos de plagas que, individualmente o en conjunto, pueden causar pérdidas, en muchos casos considerables, a los granos tanto en el campo en el almacén. Estas plagas son: los insectos; los microorganismos (hongos, bacterias); los roedores (ratas y ratones) y los pájaros, en el campo, antes de la cosecha, aunque también pueden causar daño en almacenes donde tienen libre acceso (15).

6.1.5.1 INSECTOS:

Los insectos se alimentan y dañan una gran cantidad de granos. Algunos insectos, como los “gorgojos” se desarrollan dentro de los granos y no se pueden ver hasta que han causado mucho La actividad de los insectos y el daño que provocan, está muy relacionado con la temperatura, humedad y el manejo del grano dentro del almacén. Solamente se necesitan unos cuantos insectos bajo las condiciones adecuadas, por ejemplo, alta temperatura y humedad, para que aparezcan en mayores poblaciones. A mayor población de insectos, se producirá mayor calor y humedad creando así las condiciones adecuadas para el crecimiento posterior de hongos. Adicionalmente, algunas especies de insectos contaminan el grano con sus excrementos y mudas, otros producen sustancias químicas asociadas con la producción de cáncer y unos pocos consumen, además del grano, madera proveniente de la estructura del almacén. (15)

6.1.5.2 TIPOS DE INFESTACION:

Directo: Consiste en la destrucción del grano por el insecto, con fines de alimentación y de oviposición los cuerpos de los insectos muertos y sus excrementos contaminan el grano y los hacen aparecer polvoso, sucio e inaceptable como alimento humano. Los insectos rompen y penetran la semilla, cuyas larvas vienen dentro del grano del cual se alimentan hasta el estado adulto lo que equivale a la destrucción completa del grano (15).

Indirecto: Este tipo de daño es el calentamiento del grano producido por el metabolismo del insecto que provoca un mal olor debido al desarrollo de microorganismos lo que reduce el poder germinativo de la semilla y la calidad del grano. Los insectos que dañan a los granos almacenados pueden clasificarse desde el punto de vista del daño físico que causan (15).

a) Plagas primarias: Estas atacan primero al grano; poseen habilidad para romper la cobertura del grano para llegar al endospermo del cual se alimentan, ovipositan en el interior del grano y en la etapa de larva consumen de adentro hacia afuera; son los que mayor daño causan granos (15).

b) Plagas secundarias: No son capaces de romper el grano, pero continúan el daño hecho por las plagas primarias; se alimentan de granos agujereados, por lo general no atacan a granos sanos pero sí continúan el ataque a granos podridos o a sus desechos.

c) Plagas terciarias: Se alimentan más bien de desechos de granos quebrados, polvo de grano y toda clase de residuos dejados por otros granos que han sido atacados con anterioridad (15).

6.1.5.3 GORGOJO DEL MAIZ (*Sitophilus zeamais* M.):



a) Taxonomía:
Orden: *Coleoptera*.
Familia: *Curculionidae*.
Género: *Sitophilus*.
Especie: *zeamais* M.
(15).

b) Identificación:

Los adultos son insectos de color café oscuro, es ligeramente mayor que la del gorgojo. El pronoto del insecto adulto presenta gran cantidad de agujeros redondeados, distribuidos uniformemente.

Se diferencia de *Sitophilus Orizae* L. en el aparato reproductor del macho. Se diferencia de los demás gorgojos porque su cabeza es bastante prolongada en un pico definido. Su tamaño es entre 2.5 a 35 mm. (15).

c) Tipo de daño:

Plaga primaria de los cereales, causa ahuecamiento del grano.

d) Hábitat y ciclo de vida:

Su hábitat es en regiones tropicales en climas cálidos. Se alimenta principalmente de maíz aunque puede consumir otros cereales. Vuelo fuerte, pudiendo atacar el grano en el campo. La hembra oviposita entre 300 a 500 huevecillos, durante ese período perfora el grano con sus mandíbulas deposita el huevo y lo oculta en una secreción gelatinosa. Los huevecillos, eclosionan 10 días después de la oviposición. Las larvas sin patas, permanecen dentro del grano donde se alimentan. Luego pasan a la pupa. El ciclo biológico dura de 4 a 6 semanas. El adulto vive varios meses hasta 1 año. Su distribución es cosmopolita (1) (15).

e) Importancia Económica:

Este insecto causa una gran destrucción en los granos en almacenamiento, especialmente cuando las condiciones ambientales le son favorables para su desarrollo y el grano permanece estacionario por algún tiempo. Este insecto junto con *Sitophilus granarius*, constituyen muy posiblemente las especies más destructoras de los granos almacenados en el mundo (15).

6.1.6 CONTROL DE PLAGAS EN GRANOS ALMACENADOS:

a) Manejo y cuidados del almacén:

Un buen almacenamiento de granos requiere de una planificación, tanto para escoger un buen lugar para el almacenamiento, para realizar un manejo adecuado del grano y de la estructura del almacén. Muchos agricultores pueden mejorar las condiciones del almacenamiento, simplemente limpiando y reparando el lugar que utiliza para almacenar su grano. La limpieza comprende dos factores: la higiene y el orden.

El uso de insecticidas aunque efectivo en ciertas condiciones, debe ser usado con cuidado para evitar intoxicación humana, animal y la contaminación del ambiente. De esta forma su uso debe ser eliminado (16).

b) mejoramiento de los sistemas de almacenamiento:

Las opciones de almacenamiento del pequeño productor, varían ampliamente en diseños y en manejo. Lo ideal es que el almacenamiento se puede dar en cualquier estructura debe ser cosechada, pues el grano es un ente vivo, heterogéneo y de rápido deterioro

Incorrectamente. Entre los sistemas más comunes de almacenamiento tenemos las trojas, barriles o drones (toneles), bolsas plásticas, silos metálicos, de ladrillo, de adobe o de madera, cajas de madera, tapancos y sacos (16).

Cada uno posee ventajas y desventajas según los criterios de rentabilidad, disponibilidad, aceptabilidad y eficiencia al mantener las pérdidas a niveles críticos. Basándose en estos criterios la opción del sistema se hará a nivel específico y sin considerar una estructura mejor que otra (16).

c) Mejoramiento de los métodos de control de plagas:

Los insectos pueden entrar a la troja o sacos fácilmente provenientes de fuentes externas. El uso de un insecticida en la estructura de la troja previene la entrada de insectos. El tratamiento químico de la mazorca en tusa o sin ella hace lo mismo (16).

Sin embargo, la mejor manera de controlar el daño por insectos es almacenar el grano limpio y seco en un barril o silo metálico que puede sellarse herméticamente para la fumigación, ésta elimina los insectos que vienen del campo con el grano y el recipiente metálico detiene la entrada de más insectos (16).

d) Silo metálico:

Los silos metálicos son recipientes para almacenar maíz, frijoles y otros granos. Son de forma cilíndrica y fabricados con láminas de zinc lisas galvanizadas con estaño. Tanto la parte superior del silo como el fondo son planas. La parte superior tiene una abertura con tapadera que sirve para echar el grano. En los silos grandes, el tamaño de la abertura permite la entrada de una persona para realizar la limpieza interna y su revisión respectiva. El silo en su parte inferior tiene un orificio con tapadera para sacar el grano (17).

Algunas de las ventajas del silo son, que este bien cuidado proporciona protección contra insectos, hongos, roedores y aves; reduciendo considerablemente las pérdidas que ocurren en otros sistemas de almacenamiento. También se puede conservar el grano por más tiempo sin tener pérdidas físicas que se revierte en la seguridad alimentaria del pequeño productor, así mismo permite almacenar el grano hasta que los precios sean altos en el mercado y obtener beneficios adicionales (17).

6.1.7 INSECTICIDAS ORGANICOS EN GRANOS ALMACENADOS:

De acuerdo a estudios realizados sobre productos orgánicos que sirvan para controlar cultivos, en Guatemala existen instituciones y personas realizando estudios sobre productos vegetales que contribuyan en la regulación de las plagas (4).

Vásquez Saquiche, citado por Cosasola (4), estudió el extracto de chile picante (*Capsicum* sp.). Este demostró que el producto ejerce un efecto tóxico en plagas de granos (4)

Pérez (12), menciona algunos productos naturales que han sido utilizados en el control de plagas en cultivos y en granos almacenados como, el higuierilla (*Ricinus* comunis) el eucalipto, (*Eucaliptus* sp.); Timboque (*Tecoma stans*) piedra pomex y ceniza volcánica.

Otro de los productos orgánicos que ha sido utilizado en el control de plagas es el Neem (*Azadirachta indica*), ya que el potencial más importante es su capacidad de suministrar substitutos orgánicos para los productos químicos agrícolas. En la India, su aplicación de mayor importancia económica es tal vez el combate de las plagas de los granos almacenados, pues es común agregar Semillas de neem molidas al grano para repeler los insectos (5).

6.2 MARCO REFERENCL:

6.2.1 LOCALIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO:

El experimento se llevó a cabo en la aldea El Guayabo municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula; situada en la zona Nororiental del país, en dirección noroeste con relación a la cabecera departamental, se encuentra a 13 km. de la misma y a una altitud de 900 msnm (8). Latitud Norte 89°36'00" y Longitud Oeste 14°52'00" (3). (Apéndice 1)

Según la clasificación de zonas de vida de Guatemala basada en el sistema Holdridge, la aldea el Guayabo presento una zona de transición ecológica (ecotono) formada entre las zonas de vida Bosque Seco Subtropical y Bosque Húmedo Subtropical (templado). En estas zonas de vida las condiciones climáticas se caracterizan por días claros y soleados durante la época seca y parcialmente nublado durante la época lluviosa. Las lluvias están distribuidas en cinco meses del año (de junio a octubre), de los cuales los meses de agosto y septiembre, son los de mayor precipitación (500-800 mm anuales). La temperatura oscila entre 18 y 24°C (3).

Según la clasificación de Simmons, los suelos de la aldea son de origen volcánico, franco arcilloso y franco arenosos; poco profundos y generalmente pedregosos. Son muy pobres en nutrientes para cultivos como, maíz (*Zea maíz*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), sorgo (*sorghum vulgare*) Pueden considerarse como ligeramente ácidos, puesto que el ph va de 5.8 o 6.0.

La topografía es accidentada, con pendiente muy inclinada que va de 20% o 70% (8).

7. METODOLOGÍA

7.1 MATERIAL EXPERIMENTAL:

El material utilizado en el experimento fue maíz recién cosechado de la variedad ICTA B1, proviene de un solo agricultor. Los productos orgánicos que se utilizaron fueron: semilla molida de neem (*Azadirachta indica*) polvo de hojas secas de Eucalipto (*Eucaliptus camaldulensis*.) y polvo hojas secas de Timboque (*Tecoma stans*). El producto químico utilizado fue Fafamina (Fosforo de Aluminio) el cual es utilizado por los agricultores del área.

El maíz se almaceno en silos de metal con capacidad para un quintal (45.5 kg) por un periodo de 6 meses que fue la duración del experimento.

a) Neem (*Azadirachta indica*):

Permanece a lo familia Meliaceae, es una planta de tamaño medio, de 15 a 20 metros de altura, con tronco erecto, corteza de color marrón con placas escamosas. Es una especie siempre verde que pierde sus hojas sólo bajo condiciones extremas. Tiene flores hermafroditas, blancas, amarillentas o cremas. La fruta es una drupa elipsoidal, de color verde pálido en la FACE de crecimiento, tornándose amarillento, en la madurez, de fina cutícula y pulpa suave (7).

a.1) Ingredientes activos del Neem y su modo de acción:

Durante los últimos años, han sido aislados 25 diferentes ingredientes activos, entre ellos 9 afectaron el crecimiento y el comportamiento de insectos. Los ingredientes típicos de *Azadirachta* son Triterpenoides o Limonoides. De los cuales los derivados de Azadirachtin, Nimbin y Salannin son los más importantes, con efectos específicos en las diferentes fases de crecimiento de los insectos (7).

Los Nimbies y Salannies causan efectos repelentes y anti-alimentarios en el caso de los insectos de las órdenes Coleóptero, Homóptero, Heteróptera, etc., dependiendo también del estado de desarrollo de los insectos. La Azadirachtina y sus derivados causan generalmente una Inhibición del crecimiento y alteran la metamorfosis (7).

b) Eucalipto *Eucalyptus* sp:

Eucalipto, nombre común de un género de árboles y arbustos de la familia de las Mirtáceas. Este género, esto formado por unas 450 especies. Los eucaliptos se caracterizan por presentar hojas coriáceas, blancuzcas, péndulas, con el borde orientado hacia el sol la corteza rota en jirones y el aroma peculiar; las flores son pequeñas y presentan una tapadera que se desprende en el proceso de la floración, en ese momento se despliegan los estambres (6).

Se cultivan en regiones secas donde se han introducido con fines de reforestación por su rápido crecimiento, excelente forma de fuste, resistencia a la sequía, buena calidad de madera y aceite esencial usado en la industria (2).

b.1) Usos Medicinales Atribuidos:

Se atribuye propiedad anestésica, antiséptica, depurativa, digestiva, espasmolítica, expectorante, febrífuga, hipoglicémica, insecticida, rubefaciente y vermífuga (2).

c) Timboque (*Tecoma stans*):

Árbol de hasta 12 m. de alto, tronco de 25 cm. de diámetro, erecto, ramas cayentes. Hojas deciduas, opuestas, 20 cm. de largo, compuestas, 5-13 folíolos, lanceolados u ovados, 4-10 cm. de largo, puntiagudas, dentados. Inflorescencia terminal en racimo o panícula con muchas flores olorosas, amarillas, acampanadas, 3-5 cm. de largo, 5 lóbulos recurvados. Vaina oblonga, en Punta, 10-25 cm. de largo, formando grupos, se abre al madurar. Semillas numerosas, pequeñas, delgadas café claro, aladas (2).

c.1) Usos Medicinales Atribuidos:

A las hojas y flores se les atribuye propiedad analgésica, antipirética, aperitiva, catártica, diurética, febrífugo, purgante, sudorífica y tónico (2).

d) Fosfamina:

Las pastillas contienen fósforo de aluminio (PA), cubiertas de parafino y mezcladas con carbonato amónico, ($\text{AlP} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{PH}_3 + \text{J}(\text{OH})_3$). Esta formulación empieza a convertirse en gas solo cuando se sacan del recipiente y quedan en contacto con la humedad del medio ambiente. El fosforo hidrógeno (PH_3) desprendido es un gas muy tóxico, incoloro y es la materia activa que mata a los insectos en todos sus etapas. El fumigante penetra en los cuerpos de los insectos a través de los estigmas durante la respiración (14).

También se desprende dióxido de carbono y amoníaco, los cuales reducen el peligro de combustión cuando lo fosfina se desprende de la postilla. Además actúan como sustancia de alarma al aplican, con un olor de carburo o ojo. La liberación máxima de gas comienza aproximadamente a las 4 horas después de la colocación de las postillas y finaliza a los 4 días. Sin embargo, un poco de gas es liberado inmediatamente y continuamente desde que la pastilla se expone al aire libre y por ende a su humedad (14).

7.2 DISEÑO EXPERIMENTAL.:

Se realizó en un diseño completamente al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones, haciendo un total de 20 unidades experimentales. Tomándose en cuenta las condiciones Homogéneas de las unidades experimentales dentro de la bodega donde se ubicó el experimento.

7.3 MODELO ESTADISTICO:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Y_{ij} = Variable respuesta de las 20 unidades experimentales.

U = Efecto de la media general.

T_i = Efecto de los tres tratamientos orgánicos (Azadirachta indica, Eucaliptus camaldulensis, Tecoma stans), el tratamiento químico (Fosforo de Aluminio) y el testigo absoluto.

E_{ij} = Error experimental asociado a las 20 unidades experimentales.

7.4 SELECCION DE LAS AREAS EXPERIMENTALES Y DEL GRANO A ALMACENAR:

Se tomaron las siguientes características:

-Zona productora de maíz.

-Que el grano proviniera de una sola variedad de maíz.

-Que el manejo agronómico del maíz correspondiera al de la zona, usando tecnología tradicional acostumbrada.

-Se utilizó el sistema tradicional de secado de la zona antes de almacenar el maíz.

El porcentaje de humedad que tenía el grano antes del almacenamiento fue del 14%.

7.5 DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS:

El tratamiento uno (T1), consistió en la aplicación de semillas molidas de Neem (Azadirachta indica a razón de 0.5 libras por quintal de maíz, distribuido en forma que el homogéneo al maíz al momento del almacenamiento.

El tratamiento dos (T2), consistió en la aplicación de hojas secas de Eucalipto (Eucaliptus camaldulensis en polvo, a razón de 0.5 libras por quintal de grano, distribuido en la misma forma que el tratamiento anterior.

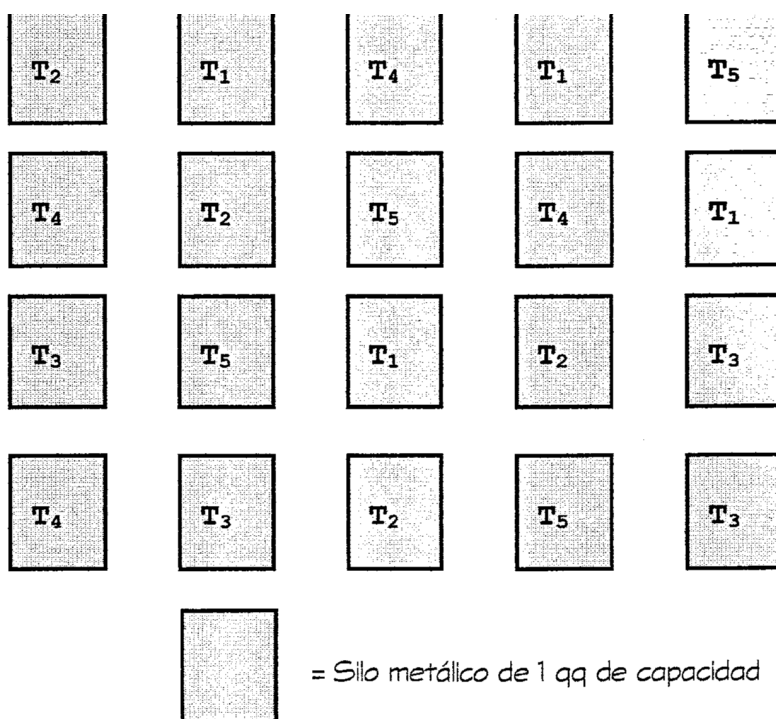
El tratamiento tres (T3), consistió en aplicar de la misma forma y en la misma dosis polvo de hojas secas de Timboque (Tecoma stans).

El tratamiento cuatro (T4) fue la aplicación de Fosforo de Aluminio (Fosfamina), a razón de 1 pastilla por quintal, depositando la pastilla sobre un papel dentro del granero al momento del almacenamiento, y sustrayendo los residuos de la pastilla 10 días después.

El tratamiento cinco (T5), fue el testigo absoluto, maíz almacenado sin ningún tratamiento antes y durante el almacenamiento.

Para garantizar la infestación del grano almacenado, se agregaron *Sitophilus zeamais* M., a cada silo al momento del almacenamiento.

7.6 DISTRIBUCION ALEATORIA DE LOS TRATAMIENTOS EN CADA UNIDAD EXPERIMENTAL:



7.7 OPTENCION DE LAS MUESTRAS DE CADA UNIDAD EXPERIMENTAL PARA DETERMINAR: Porcentajes de Daño y Pérdida durante el experimento.

Se tomó 1 muestra por repetición, o sea 4 de cada uno de los tratamientos (del No. 1 al No. 5), por lo que, mensualmente se analizaron 20 muestras de la siguiente manera: la primera al momento de colocar el grano en los silos de almacenamiento: posteriormente se realizaron muestreos mensualmente hasta completar los 6 meses de almacenamiento.

En cada muestra, se tomaron 033 kgs. Del tercio superior, 033 kgs. Del medio y 033 kgs, del tercio inferior de cada una de las unidades experimentales: para obtener 1 kg. De muestra por unidad experimental.

Se utilizaron bolsa de papel para el traslado de las muestras debidamente identificadas al laboratorio (apéndice 3).

En el laboratorio las muestras se sometieron al método de conteo y peso:

7.7.1 determinación de porcentaje de Daño y Pérdida a través del método de Conteo y peso:

Este es un método que consiste en que a la muestra, por medio de un tablero de mil agujeros, se le separó esa cantidad de grano en porciones de grano dañado y de grano libre de daño se contó y se peso el grano de cada una de estas porciones y se calculó el porcentaje de daño y perdida.

Equipo material necesario para la aplicación de este método:

- un visor de muestras (homogenizador)
- una muestra de maíz de aproximadamente 240 a 250 gramos en promedio.
- balanza con un rango de 0.5 gramos a 15 kilogramos y aproximación a 0.1 gramo.
- tablero de 1,000 perforaciones
- un formulario para registro de datos (apéndice 2)

El procedimiento consistió en:

-la muestra se esparció sobre el tablero de 1,000 perforaciones, de manera que cada agujero retuviera un grano y el grano sobrante fue removido del tablero.

-Retirado el tablero se revisó visualmente cada uno de los granos y se dividió en dos categorías:

Una la de grano libre de daño y la otra categoría la de grano dañado.

-dentro de cada categoría se efectuó el conteo y peso del grano y se registraron los resultados en el formulario respectivo.

-se reunieron de nuevo todos los granos dañados y se efectuó su conteo y su peso total.

-por ultimo se efectuó el conteo y peso de los granos sanos.

-las cifras obtenidas se sustituyeron en las siguientes fórmulas para estimar los porcentajes de daño y perdida.

$$\% \text{ de daño} = \frac{nd (ps/ns)}{nd (ps/ns) + ps} * 100$$

donde: nd = número de granos dañados.

ps = peso de granos sanos.

ns = número de granos sanos.

$$\% \text{ de pérdida} = \frac{nd (ps/ns) - pr}{nd (ps/ns) + ps} * 100$$

donde: nd = número de granos dañados.

ps = peso de granos sanos.

ns = número de granos sanos.

pr = peso de granos recuperables.

7.7.2 Análisis de Germinación:

Este análisis se realizó a cada uno de los tratamientos al inicio y después del último mes de almacenamiento, de la manera siguiente:

-mediante el uso de divisor de muestras se obtuvieron tres muestras de 25 gramos cada una para realizar este análisis.

-Luego con el uso de la tabla de 100 perforaciones se obtuvieron de cada una de las muestras 100 granos exactamente.

-Cada una de estas muestras de 100 granos fueron sometidas a la prueba de germinación, utilizando sustrato de arena.

7.7.3 Análisis de Toxicidad:

El análisis de toxicidad se realizó al grano de maíz tratado con el producto orgánico que presento mejor resultado, utilizando el siguiente método de ensayo:

-preparación de la muestra: se pesaron 100 gramos de maíz y se preparó mediante maceración metanólica un extracto, cuyo rendimiento porcentual fue de 0.05% de extracto pilular.

-Ensayo Toxicológico: se evaluó la Dosis Letal Media (DL 50) del extracto pilular obtenido a dosis de 80, 160 y 320 mg/Kg de peso en ratones albinos hembras divididos en 3 lotes de 6 ratones cada uno.

- Análisis fotoquímico: el extracto pilular obtenido fue analizado mediante cromatografía en capa fina (CCF). Evaluándose la presencia de alcaloides, compuestos polifenólicos y derivados del tipo fenilpropano (Ver apéndice 6)

7.8 VARIABLES RESPUESTA EVALUADAS:

Las variables a evaluar en esta investigación fueron las siguientes:

1. determinaron de los porcentajes de daño y pérdida:

Al inicio, durante y al final del proceso de almacenamiento.

2. La temperatura del grano dentro del silo:

Se tomaron en tres estratos del silo (tercio inferior, en el medio y en el tercio superior) cada mes durante el proceso de almacenamiento.

3. Viabilidad de la semilla.

Se determino antes y después del almacenamiento, por medio de la prueba de germinación.

7.9 ANALISIS DE LA INFORMACIÓN:

- A cada una de la variables estudiadas. Se le práctico un análisis de varianza (ANDEVA). Los tratamientos que presentaron diferencia significativas se sometieron a la prueba de Diferencia Mínima significativa para comparar los tratamientos 1, 2 y 3 (orgánicos) con el tratamiento 4 y 5
- Para analizar estadísticamente los datos que se obtuvieron en porcentaje se utilizó el siguiente trasformador.

$$y = \text{Sen}^{-1} \sqrt{\frac{x}{100}}$$

8. RESULTADO Y DISCUSIÓN

8.1 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PORCENTAJES DE DAÑO Y PÉRDIDA.

En los cuadros 1 y 2, se muestran los resultados del análisis de varianza realizado por los porcentajes de daño y pérdida obtenidos durante los 6 meses de almacenamiento, en los cuales se observa que existieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos a partir del primer mes de almacenamiento. Los tratamientos 1, 2, 3, 4 y 5 fueron sometidos a la prueba de diferencia Mínima Significativa (DM5), para conocer el tratamiento que presentó mejor resultado para el control de (*Sitophilus zeamais* M.).

Cuadrado 1. Resumen de Cuadros Medios de Tratamientos para los porcentajes de daño, en la evaluación de tres productos orgánicos para el control de (*Sitophilus zeamais* M.), en granos almacenados. Aldea El Guayabo, Chiquimula. 1996-1997.

C. M % de Daño							
Meses							
T.V.	Inicio	1º.	2º.	3º.	4º.	5º.	6º.
Tratamientos	0.09 NS	20.46 **	30.24 **	41.43 **	46.64 **	53.97 **	85.04 **
Error	0.41	0.38	0.32	0.48	0.32	0.27	0.53
T.V.	26.55%	9.69 %	7.62 %	8.00 %	5.91 %	4.85%	5.66 %
D ₅ = 3.06 D ₁ = 4.89 No existe diferencia significativa Diferencia altamente significativa							

Cuadro 2. Resumen de Cuadros Medios de Tratamientos para los porcentajes de pérdida, en la evaluación de tres productos orgánicos para el

control de (*Sitophilus zeamais* M.), en granos almacenados. Aldea El Guayabo, Chiquimula. 1996-1997.

		C. M % de Pérdida					
		Meses					
F.V.	Inicio	1°.	2°.	3°.	4°.	5°.	6°.
tratamientos	0.03 NS	1.28 **	2.22 **	3.24 **	4.91 **	11.00 **	16.93 **
Error	0.04	0.09	0.17	0.18	0.10	0.10	0.10
C.V.	17.93 %	1.6.85 %	18.04 %	15.50 %	9.45%	7.90 %	6.27 %
$\bar{X} = 3.06$ $\bar{X} = 4.89$							
No existe diferencia significativa Diferencia altamente significativa							

8.2 PRUEBA DE DIFERENCIA MEDIA SIGNIFICATIVA (DMS) PARA LOS TRATAMIENTOS QUE PRESENTARON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS PARA LAS VARIABLES DAÑO Y PÉRDIDA.

Según la prueba de Diferencia Media Significativa (cuadros 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14) realizada los tratamientos para los meses de almacenamiento, en los cuales hubo diferencias significativas para las variables daño y pérdida, se observó que el tratamiento 4 (químico) es el que presentó mejor resultado para el control de *Sitophilus zeamais* M., durante todo el tiempo de almacenamiento con respecto a los demás tratamientos. Pues al comparar los tratamientos se observa que entre el tratamiento 4 (químico) y los otros tratamientos existe diferencia significativa; pero también entre el tratamiento 1 (neem) y los tratamientos 2 (eucalipto), 3 (timboque) y 5 (testigo absoluto) existió diferencia significativa: por lo que el mejor tratamiento orgánico según los resultados obtenidos fue el tratamiento 1 (neem).

Cuadro 3. DMS para daño al primer mes de almacenamiento.
(Datos convertidos en arco seno)

TRATAMIENTO	MEDIA	PRESENTACION
4	3.10	A
1	4.77	B
2	7.78	C*
3	7.86	C
5	8.10	C

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Cuadro 4. DMS para daño al segundo mes de almacenamiento.
(Datos convertidos en arco seno)

TRATAMIENTO	MEDIA	PRESENTACION
4	3.72	A
1	5.28	B
2	9.28	C*
3	9.35	C
5	9.61	C

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Cuadro 5. DMS para daño al tercer mes de almacenamiento.
(Datos convertidos en arco seno)

TRATAMIENTO	MEDIA	PRESENTACION
4	4.23	A
1	6.32	B
2	10.53	C*
3	11.04	C
5	11.34	C

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Cuadro 6. DMS para daño al cuarto mes de almacenamiento.
(Datos convertidos en arco seno)

TRATAMIENTO	MEDIA	PRESENTACION
4	4.77	A
1	7.36	B
2	11.72	C*
3	11.78	C
5	12.61	C

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Cuadro 7. DMS para daño al quinto mes de almacenamiento.
(Datos convertidos en arco seno)

TRATAMIENTO	MEDIA	PRESENTACION
4	5.28	A
1	8.47	B
2	12.98	C*
3	13.18	C
5	13.58	C

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Cuadro 8. DMS para daño al sexto mes de almacenamiento.
(Datos convertidos en arco seno)

TRATAMIENTO	MEDIA	PRESENTACION
4	6.25	A
1	9.92	B
2	15.85	C*
3	16.06	C
5	16.54	C

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Cuadro 9. DMS para pérdida al primer mes de almacenamiento.
(Datos convertidos en arco seno)

TRATAMIENTO	MEDIA	PRESENTACION
4	0.98	A
1	1.47	B
2	2.07	C*
3	2.12	C
5	2.37	C

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Cuadro 10. DMS para pérdida al segundo mes de almacenamiento.
(Datos convertidos en arco seno)

TRATAMIENTO	MEDIA	PRESENTACION
4	1.20	A
1	1.89	B
2	2.64	C*
3	2.76	C
5	3.01	C

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Cuadro 11. DMS para pérdida al tercer mes de almacenamiento.
(Datos convertidos en arco seno)

TRATAMIENTO	MEDIA	PRESENTACION
4	1.42	A
1	2.29	B
2	3.10	C*
3	3.28	C
5	3.67	C

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Cuadro 12. DMS para pérdida al cuarto mes de almacenamiento.
(Datos convertidos en arco seno)

TRATAMIENTO	MEDIA	PRESENTACION
4	1.64	A
1	2.63	B
2	3.86	C*
3	4.09	C
5	4.18	C

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Cuadro 13. DMS para pérdida al quinto mes de almacenamiento.
(Datos convertidos en arco seno)

TRATAMIENTO	MEDIA	PRESENTACION
4	1.71	A
1	2.98	B
2	5.07	C*
3	5.11	C
5	5.54	C

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Cuadro 14. DMS para pérdida al sexto mes de almacenamiento.
(Datos convertidos en arco seno)

TRATAMIENTO	MEDIA	PRESENTACION
4	1.96	A
1	3.78	B
2	6.29	C*
3	6.36	C
5	6.63	C

* Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

En la figura 1, se presentan los porcentajes de daño del grano durante los meses de almacenamiento, con lo cual se puede observar que los tratamientos 4 (Fosfamina) y 1 (neem) son los que representaron menor porcentaje de daño durante los 6 meses: mientras que los tratamientos 2 (Eucalipto), 3 (Timboque) y 5 (Testigo) son los que mostraron mayor porcentaje de daño en el grano, en el mismo tiempo de almacenamiento. (Ver apéndice 4)

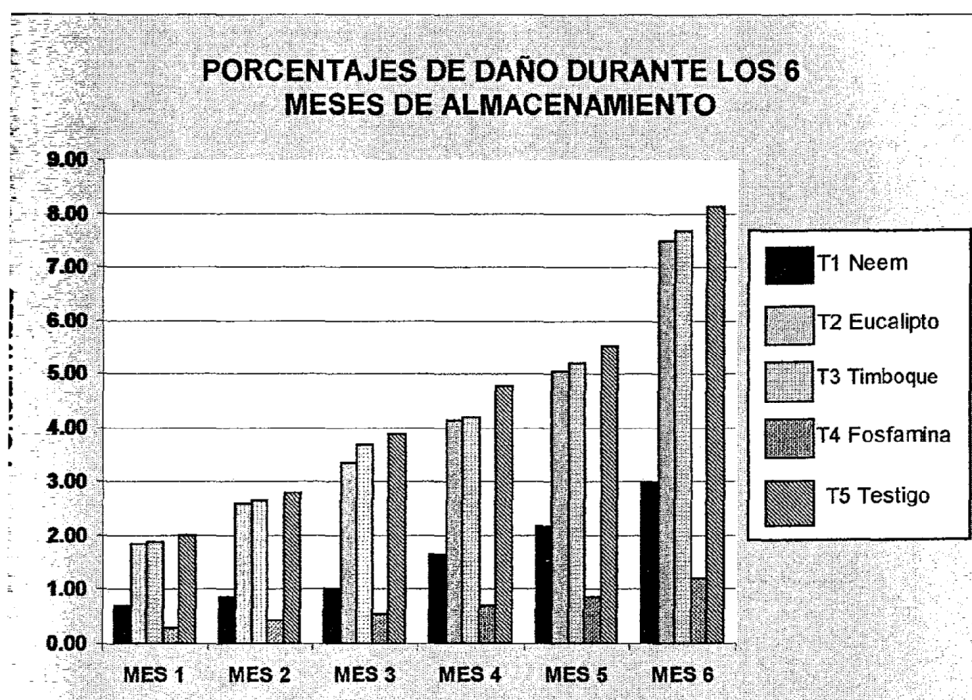


FIGURA 1. Porcentajes de daño obtenidos durante los meses de almacenamiento, en la evaluación de tres productos orgánicos para el control del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* M.). Aldea El Guayabo, Chiquimula. Nov. /96- Abr. /97.

En la figura 2, se muestran los porcentajes de pérdida durante los 6 meses del almacenamiento, con lo cual se observa según el análisis realizado al grano almacenado, que el tratamiento 4 (Fosfamina) y el tratamiento 1 (Neem), son los que revelan menor porcentaje de perdidas; mientras que los tratamientos 2 (Eucalipto), 3 (Timboque) y 5 (Testigo), son los que revelan mayor porcentaje de pérdida en el grano, situación similar que en el análisis de daño. (Ver apéndice 4).

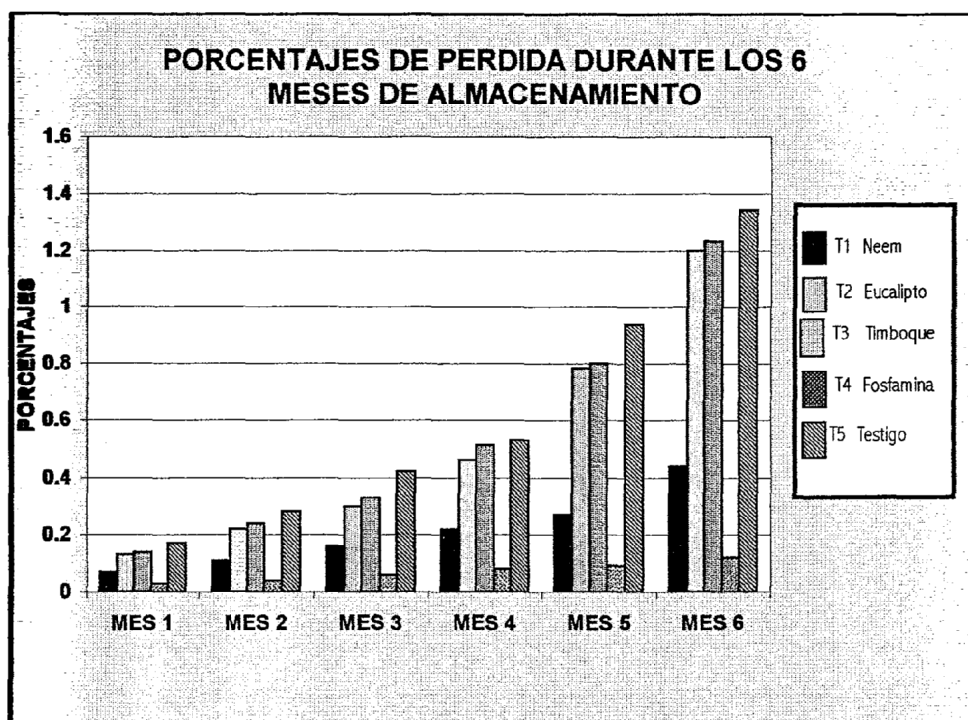


FIGURA 2. Porcentajes de pérdida obtenidos durante los meses de almacenamiento, en la evaluación de tres productos orgánicos para el control del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* M.). Aldea El Guayabo, Chiquimula. Nov. /96- Abr. /97.

En la figura 3, se observa el comportamiento que tuvo la temperatura del grano durante los meses de tratamiento. Es importante mencionar que ésta estuvo relacionada con la temperatura ambiente del lugar de almacenamiento. Los meses de mayor temperatura fueron marzo y abril lo cual coincide con los meses de mayor daño y pérdida.

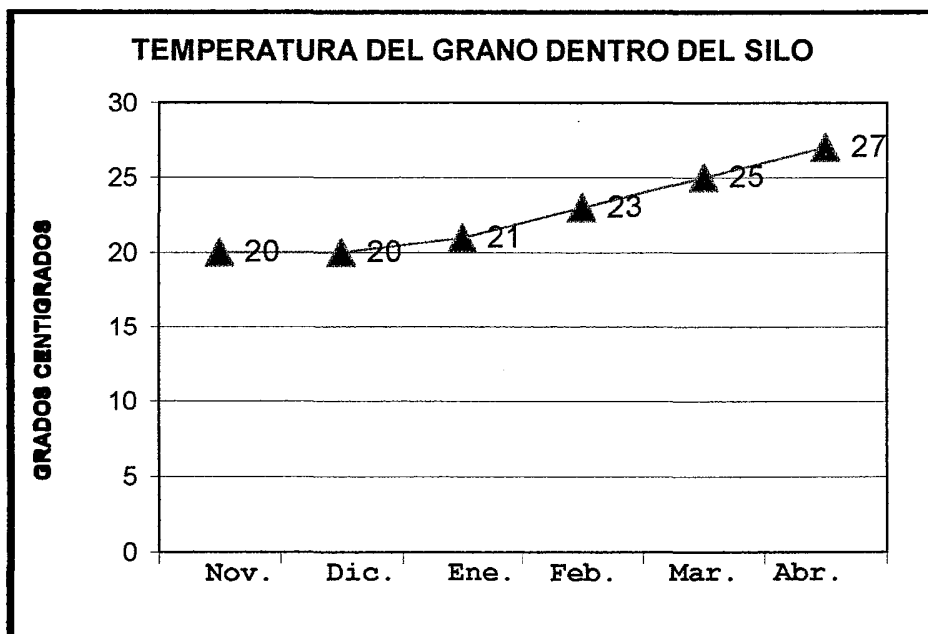


FIGURA 3. Promedio de temperatura del grano dentro del silo para los cinco tratamientos durante los meses de almacenamiento, en la evaluación de tres productos orgánicos para el control del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* M.). Aldea El Guayabo, Chiquimula. Nov. /9S - Abr. /97.

8.3 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE GERMINACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.

En el cuadro 15, se muestra el Análisis de Varianza para los porcentajes de Germinación de los tratamientos a la entrada y salida de los mismos, con lo cual se observa que no hubo diferencia entre uno y otro tratamiento; lo cual indica que ninguno de los tratamientos afectó el porcentaje de germinación de la semilla de maíz. (Ver apéndice 5.)

Cuadro 15. Análisis de varianza por los porcentajes de germinación al inicio y al final del almacenamiento. Datos convertidos en arco seno.

ANDEVA	CM (error)	C.V.	F 0.05 - 0.01		DESICION
Germinación Entrada	14.52	4.45	3.06	4.89	NS
Germinación Salida	8.72	3.44	3.06	4.89	NS

8.4 ANÁLISIS DE TOXIDAD.

Según los resultados del análisis de toxicidad realizado a los granos de maíz con el tratamiento 1 (semilla de neem), que fue el tratamiento orgánico que presentó mejor resultado en comparación con los otros tratamientos orgánicos; este no es tóxico a la dosis utilizada en el experimento. Según el resultado de la Dosis Letal Media no se observó muerte en ninguno de los animales de experimentación, y en el análisis de fotoquímica no se encontró evidencia de la presencia de alcaloides, ni de compuestos polifenólicos de tipo tánico, lo cual se puede observar en el apéndice 6.

9. CONCLUSIONES

1. Los tratamientos, *Eucaliptus camaldulensis* con 7.48% y *Tecoma stans* con 7.8% al final del almacenamiento son menos efectivos para el control del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* M.). El tratamiento orgánico que mostró mejor resultado en que, el tratamiento fue, *Azadirachta indica* con 2.98%; mientras que, el tratamiento químico, utilizado Fosfuro de Aluminio fue el que mostró mayor efectividad en el control con de daño.
2. Los tratamientos orgánicos que presentaron mayores porcentajes de pérdida fueron *Eucaliptus camaldulensis* con 1.20%: y *Tecoma stans* con 1.23%. El tratamiento orgánico que mostró menor porcentaje de pérdida fue *Azadirachta indica* con 0.44%: y el tratamiento que presento mejor resultado a nivel general fue el tratamiento Fosfuro de Aluminio con 0.12% de pérdida.
3. El tratamiento Testigo Absoluto, sin ningún control para el almacenamiento fue el que reporto mayor porcentaje de daño con 8.12% y mayor porcentaje de pérdida con 1.34% causado por *Sitophilus zeamais* M., al final del almacenamiento en silos metálicos.
4. Ninguno de los tratamientos, produjo algún efecto negativo sobre la viabilidad de la semilla de maíz, según los resultados de la prueba de germinación.
5. La especie *Azadirachta indica*, la cual ha sido utilizada en los sistemas de producción orgánica para el control del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* M.) no es tóxico en la dosis utilizada en este experimento, según los resultados del análisis de Dosis Letal Media y Fitoquímica, realizados a las muestras de maíz tratadas con este producto, los cuales revelan que no hubo muerte de ninguno de los animales de experimentación y que no se encontró evidencia de la presencia de alcaloides ni de compuestos polifenólicos de tipo tánico.

10. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar el tratamiento químico (Fosfuro de Aluminio) para el control del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* M.), para granos almacenados en silos metálicos, por ser el más efectivo. Sin embargo la utilización de *Azadirachta indica*, es recomendada como tratamiento alternativo al tratamiento químico.
2. Utilizar el tratamiento orgánico *Azadirachta indica*, para el control de gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* M.), en cantidades pequeñas de grano, pues con la dosis utilizada se requiere de 0.5 Lb. por quintal de grano.
3. Realizar investigaciones relacionadas al control del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* M.) En períodos de almacenamiento mayores de 6 meses.
4. Se recomienda la evaluación y el uso de insecticidas comerciales a base de *Azadirachta indica* para el control del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* M.).

11. BIBLIOGRAFÍA.

1. ANDREWS QUEZADA. J.R. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. El Zamorano, Hond., Escuela Agrícola Panamericana. 623 p.
2. CACERES. A. 1996. Plantas de uso medicinal en Guatemala. Guatemala, Editorial Universitaria. 402 p. (Colección Monografías Vo. Y No. 1).
3. CAMPOS DURAN, M. J. 1994. Informe de servicios realizados en la aldea El Guayabo, municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula. Informe Téc. Prod. Agr. Chiquimula, Gua., Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Oriente. 23 p.
4. CASASOLA CRUZ, E. R. 1995. Efectividad del uso de extractos orgánicos Para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) en el municipio de San José la Arada, Chiquimula. Tesis Ing. Agr. Chiquimula, Gua., Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Oriente. 48 p.
5. EL UTILISMO neem. 1987. Revista Agricultura de las Américas (E.E.U.U.) 36(3): 28-34.
6. EUCALIPTO. Enciclopedia Microsoft Encarta 99. 1993-1998 Microsoft Corporation.
7. FUNDACIÓN AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE (R.D.). 1995. El nim un árbol para la agricultura y el medio ambiente; experiencia en la República Dominicana. Editado por Andrea Brechelt y Clara Luz Fernández. Santo Domingo, R. D., Proyecto Domínico - Alemán. 133 p.

8. GRACIA ZECEÑA E. A. 1995. Diagnóstico general y servicios realizados en la aldea El Guayabo, municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula. EPSA. Chiquimula, Gua., Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Oriente. 27 p.

9. GOMEZ LEONARDO, L. F. 1995. Evaluación preliminar del funcionamiento de la caseta de secado como alternativa para el manejo post-cosecha de maíz (*Zea mays* L.) en Zaragoza, Chimaltenango. Tesis ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 67 p.

10. LEMUS ARRIAZA, J.B. 1987. Evaluación de un insecticida y cuatro formas de almacenamiento de maíz, utilizando la variedad nutritiva en la localidad de Salamá, B. V., Guatemala. 1985. Tesis ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 64 p.

11. MONROY ORTIZ, F. A. 1979. Efecto de varias dosis de insecticidas en el almacenamiento de grano y semilla de maíz, para el control de gorgojo (*Sitophilus oryzae*). Tesis ing. Agr. Guatemala Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía 63 p.

12. PEREZ, A. 1995 Utilización de planta en el control de plagas y enfermedades en los cultivos. Chiquimula, Gua., Centro de Educación Popular El tule. 4 p.