

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA**



**EVALUACIÓN DEL EFECTO INSECTICIDA DE ACEITE DE RICINO, SOYA,
ORGANICO Y CLORPIRIFOS EN *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY Y SU
EFECTO EN VARIABLES AGRONOMICAS DE LA SEMILLA DE MAÍZ**

Por:

MARCELO BAUTISTA CRISTOBAL

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Abril del 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

EVALUACIÓN DEL EFECTO INSECTICIDA DE ACEITE DE RICINO, SOYA,
ORGÁNICO Y CLORPIRIFOS EN *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY Y SU
EFECTO EN VARIABLES AGRONOMICAS DE LA SEMILLA DE MAÍZ.

Presentada por:

MARCELO BAUTISTA CRISTÓBAL

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

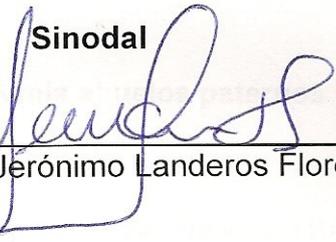
Aprobada

Presidente del Jurado



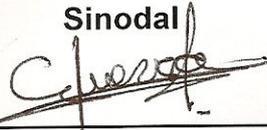
Dr. Ernesto Cerna Chávez

Sinodal



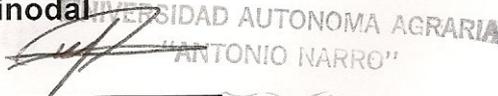
Dr. Jerónimo Landeros Flores

Sinodal



MC. Luis Patricio Guevara Acevedo

Sinodal

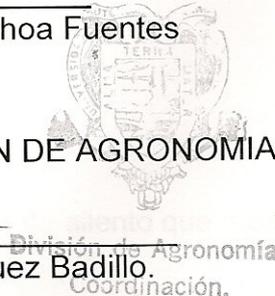


Dra. Yisa María Ochoa Fuentes

CORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMIA



Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo.



Saltillo, Coahuila, México.

Abril de 2009

DEDICATORIA

Con mucho cariño, respeto y amor.

A mis padres:

Sr. Carlos Bautista Hernández

Sra. Maria Cristóbal San Juan

Por darme la vida y luchar incansablemente por que nada me haga falta, privándose de muchas cosas con tal de dármelas, por que a pesar del tiempo y la distancia siempre han estado ahí cuando mas lo he necesitado; me dieron la confianza, y sus valiosos consejos necesarios para poder andar en los caminos de la vida. Me proporcionaron las herramientas necesarias para triunfar en la vida, además han hecho de mí todo un profesionalista. Por eso y muchas cosas mas, les agradezco sincero y profundamente con todo mi amor, respeto y cariño.

A mis abuelos paternos y maternos:

Sr. Francisco Bautista Maria

Sra. Magdalena Pérez (†)

Y

Sr. Aurelio Cristóbal

Sra. Julia San Juan

Por sus valiosos consejos y palabras de aliento que me han dado desde mi niñez hasta el día de hoy.

A mis hermanos:

Francisco, Aurelio, Rafael, Carlos y Leticia.

Por brindarme su apoyo en todo momento, por su cariño, palabras de aliento, confianza, comprensión y apoyo incondicional que han brindado, ya que con ellos he pasado y compartido alegrías y tristezas y siempre he contado con ellos y que además de ser hermanos somos grandes amigos.

A mi sobrino: Isaac y a mi cuñada Angélica

AGRADECIMIENTOS

.A Dios por darme salud, vida y por guiarme por el buen camino; la dicha de vivir esta vida maravillosa a lado de mis seres queridos.

A MI ALMA TERRA MATER

Con mucho cariño y respeto por haberme abierto las puertas y darme la oportunidad de formarme en sus aulas como persona y como profesional

Al Dr. Ernesto Cerna Chávez, con mucho respeto y admiración por su valiosa aportación de conocimientos y asesoría durante el desarrollo del presente trabajo.

Al Dr. Jerónimo Landeros Flores por su apoyo y colaboración brindada durante la realización del presente trabajo.

Al M.C. Luís Patricio Guevara Acevedo por su apoyo y asesoría y darme la oportunidad de participar en el presente trabajo.

A la Dra. Yisa Ochoa Fuentes por su valiosa colaboración y apoyo durante el desarrollo del presente trabajo.

A mis Compañeros y amigos de la generación CVI I,A.P, así como los compañeros de otras carreras de la misma u otra generación.

A mis grandes amigos y amigas Héctor (Zacahuil), Gregorio (Gollo Placetas), Andrés (Maguey), Jorge (Cuate), Pascual, Ubaldo, a los Chilangos del Palomar 2, Gonzalo, Cesar (Camarón), Fernando (Panchin), Raúl (Chalán), Edel (Wason), José Miguel (Crilin), Jesús (La sombra) Juan (Chope), Ana Cristina. En especial a Nidia Flores gracias por tu amistad, el cariño y amor que has dado, además de estar con migo en los buenos y malos momentos, sabes que seguiremos siendo amigos.

A mis compañeros de cuarto Aurelio, Rafael, Oscar, Donaldo, Carlos, Jesús, y Juan.

A todos ellos por brindarme su amistad y compañerismo en esta etapa de mi vida.

INDICE DE CONTENIDO

	Pagina
DEDICATORIAS.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	iii
INDICE DE CONTENIDO.....	v
INDICE DE CUADROS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	viii
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
Plagas de granos almacenados.....	4
2.1.1 Clasificación de las plagas de los granos almacenados.....	4
2.2 El gorgojo del maíz <i>Sitophilus zeamais</i>	5
2.2.1 Posición taxonómica.....	6
2.2.2 Biología.....	7
2.2.3 Hábitos.....	9
2.3 Importancia de las plagas y productos almacenados.....	10
2.3.1 Métodos de control.....	11
a) Control cultural.....	11
b) Control genético.....	12
c) Control físico-químico.....	12
d) Control biológico.....	13
e) Control autocida.....	15
f) Control químico.....	16
g) Control orgánico o alternativo.....	17
1) Aceites.....	18
2) Aceites vegetales.....	18
3) Aceites minerales.....	19
4) Extractos vegetales.....	20
5) Importancia de los extractos.....	20
2.4 Almacenamiento.....	22
2.4.1 Reglas de almacenamiento.....	24
2.5 Productos utilizados.....	24
a) Ricino.....	24
b) Soya	25
c) Insecticida orgánico.....	25
d) Clorpirifos etil.....	26
III. MATERIALES Y METODOS.....	27
3.1 Ubicación del experimento.....	27
3.2 Cría del material biológico <i>Sitophilus zeamais</i>	27
3.3 Productos evaluados.....	28
3.4 Variables evaluadas.....	29
3.4.1 Factores agronómicas.....	29
a) Germinación.....	29
b) Altura de la planta, longitud de raíz, peso fresco y seco..	30
3.4.2 Mortalidad.....	30
3.5 Análisis estadístico.....	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	32
4.1 Germinación.....	32

4.2 Mortalidad.....	39
V. CONCLUSIONES.....	45
VI. BIBLIOGRAFIA CITADA.....	47
APENDICE.....	55

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Descripción	Página
1	Productos y dosis utilizados.....	28
2	Comparación de medias del análisis de varianza de longitud raíz y hoja, peso fresco de raíz y hoja, y peso seco de raíz maíz tratado con aceite de soya.....	35
3	Comparación de medias del ANVA de la longitud de la raíz, hoja; peso fresco raíz y hoja, y peso seco raíz y hoja; maíz tratado con aceite de ricino.....	36
4	Comparación de medias del ANVA de la longitud de la raíz y hoja; peso fresco de raíz y hoja, y peso seco de raíz y hoja; maíz tratado con insecticida orgánico.....	37
5	Comparación de medias del ANVA del peso fresco de la raíz; maíz tratado con clorpirifos etil.....	38
6	Comparación de medias de la mortalidad de <i>Sitophilus zeamais</i> a las 192 horas.....	43

INDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Pagina
1	Porcentaje de germinación de la semilla de maíz tratada con aceite de ricino y de soya, e insecticida orgánico.....	32
2	Porcentaje de germinación de la semilla de maíz tratada con Clorpirifos etil.....	34
3	Mortalidad de <i>Sitophilus zeamais</i> usando aceite de ricino en diferentes dosis y muestreos.....	39
4	Mortalidad de <i>Sitophilus zeamais</i> usando aceite de soya en diferentes dosis y muestreos.....	40
5	Mortalidad de <i>Sitophilus zeamais</i> usando un insecticida orgánico en diferentes dosis y muestreos.....	42
6	Mortalidad de <i>Sitophilus zeamais</i> usando clorpirifos etil en diferentes dosis y muestreos.....	43

INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays*), es el grano que ocupa el primer lugar de importancia de los granos en México, seguido por el frijol. Tiene una gran importancia en la alimentación del pueblo mexicano, y para gran parte de la humanidad ya que constituye una fuente de proteínas.

En el año 2007, se tuvo una producción mundial de 638 millones de toneladas de maíz, en donde nuestro país aporta 22.7 millones de toneladas por año (SAGARPA 2007); del cual existen registros que indican que la pérdida de granos en almacenaje es causado por insectos, roedores, hongos, bacterias, ya que es uno de los problemas que enfrenta el productor en la conservación de estos, ocasionando grandes pérdidas económicas.

Los insectos provocan daños entre el 30 y 40 por ciento de la producción de maíz en América Latina, que se pierde en el almacenamiento (Lagunes, 1994).

Sin embargo en el mundo se han reportado 227 especies que afectan productos almacenados, causando en el caso de los cereales en promedio un 10 por ciento de perdidas , en nuestro país se han reportado 66 especies que

causan entre un 15 y un 25 por ciento de pérdidas dependiendo de la región (Guerrero *et al.*, 2003).

En México la de mayor relevancia de las plagas es el gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky, Coleoptera: Curculionidae), el cual ataca tanto en el campo como durante el almacenamiento (Lagunes *et al.* 1985).

Para minimizar estas pérdidas, normalmente se utilizan plaguicidas sintéticos destinados a controlar plagas y enfermedades en los cultivos que han tenido un rol muy marcado en el incremento de la producción agrícola.; pero estas útiles herramientas, conducen con frecuencia a problemas tales como resistencia en los insectos, presencia de residuos en alimentos, contaminación del ambiente como: deterioro de la fauna y flora silvestre, contaminación del suelo, de mantos freáticos, salud humana al causar efectos nocivos como intoxicaciones que pueden presentarse a mediano y a largo plazo, como carcinogénesis, esterilidad, muta génesis y otros (Cremllyn, 1995).

Por lo que se buscan nuevas alternativas de combate, empleando un buen manejo integrado de plagas, encontrándose alternativas como el control físico, cultural, biológico, orgánico o alternativo, entre otros (CICOPLAFEST,1994)..

Con respecto al problema de resistencia de los insectos se han realizado diferentes estudios para encontrar las medidas adecuadas de control encontrando el uso de aceites de origen vegetal o mineral con propiedades

insecticidas que han sido utilizados desde hace muchos años para el control de diferentes insectos a nivel doméstico y de agricultura de subsistencia. Muchos investigadores han propuesto varias explicaciones sobre la acción tóxica de los insectos. La eficiencia de los aceites vegetales ha sido reportada exitosamente contra insectos de granos almacenados, de las cuales no tiene problemas para ser utilizada en un programa orgánico de producción, y que contribuyen una alternativa dentro del programa de manejo integrado de plagas sin reemplazar a los insecticidas sintéticos (Gastelúm y Rodríguez, 1996). Por lo antes mencionado y en busca de nuevas alternativas de control se plantea los siguientes objetivos: Determinar la efectividad biológica de aceite de ricino, soya, mezcla comercial de extractos y de clorpirifos etil sobre *Sitophilus zeamais* y determinar el efecto de en las variables agronómicas de germinación de semillas de maíz tratados.

Palabras claves: Germinación, *Sitophilus zeamais*, aceite de ricino, soya, clorpirifos etil,

REVISION DE LITERTURA

Plagas de granos almacenados

Clasificación de las plagas de los granos almacenados.

Los insectos que se alimentan de granos por lo general son clasificados en tres categorías (Ramírez, 1990) que son:

Plagas primarias, son insectos que tienen la capacidad de romper la cubierta externa de los granos y penetrarlos o también pueden ovipositar sobre el grano y al emerger la larva ésta perfora y se alimenta de la semilla; como son; *Sitophilus zeamais* Mitchulsky (L), *Sitophilus orizae* (L), *Sitophilus granarius* (L), *Acanthoscelides obtectus* (Say), *Zabrotes subfasciatus* (Bohemian), *Prostephanus truncatus* (Horn), *Rhyzopertha dominica* (F), *Plodia interpunctella* (Hubber) (Gutiérrez, 1992)., cuando alcanzan niveles altos y no cuentan con una amplia variedad de fuentes de alimento estos mueren.

Plagas secundarias, son insectos que se desarrollan después de existir el daño en el grano por plagas primarias, normalmente se alimentan de harina y granos rotos y/o perforados por plagas primarias. como son; *Tribolium castaneum* (Herbst), *Tribolium confusum* (Duval), *Orizaephillus surinamensis* (L), *Cryptolestes pusillus* (FAO, 1979).

Plagas terciarias, se desarrollan después de que los insectos primarios y secundarios han efectuado su daño, se alimentan de impurezas, granos quebrados, residuos dejados por los otros insectos y algunos se alimentan de los hongos desarrollados en el grano que se ha deteriorado (Lindbland y Druben, 1986).

El gorgojo del maíz

El gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motsch) pertenece al orden Coleóptero y a la familia Curculionidae, es uno de los insectos de mayor importancia económica que atacan maíz almacenado. Es considerado como una plaga primaria que es capaz de perforar y contaminar los granos con sus cuerpos y excrementos pueden reducirlos a polvo y cáscara (Silva, 1995).

Hasta hace unos años, era confundido con el gorgojo del arroz *Sitophilus oryzae*, y se refería como la especie más grande de este insecto. Pero en 1985 Motschulsky lo clasificó como *Sitophilus zeamais*. El gorgojo del maíz tiene mucha preferencia por este cereal, de ahí viene el nombre técnico y vulgar. Además del maíz, ataca un gran número de cereales, causando grandiosas

pérdidas principalmente en regiones de clima caliente y húmedo. Los adultos vuelan de los graneros a los campos donde inician las infestaciones, las que pueden continuarse después de la cosecha y constituirse en una plaga destructiva en el almacén (SARH,1980).

Posición Taxonómica

Borror *et al.* (1981) y Motschlsky citado por Mendrano (1989) ubican a *Sitophilus zeamais* como sigue.

Reino: Animal

Phylum: Artropoda.

Clase: Insecta.

Subclase: Pterigota.

Orden: Coleóptero.

Suborden: Pollyphaga.

Super familia: Curculionoidea.

Familia: Curculionidae.

Subfamilia: Rhincophorinae.

Género: *Sitophilus*.

Especie: *S. zeamais*

Biología

- Huevecillo

Es blanco opaco en forma de pera u ovoide, ensanchado de la parte media hacia abajo y con fondo redondeado; mide aproximadamente 0.7 mm de largo y 0.3 mm de ancho. (Ramírez, 1984).

- Larva

Es blanca aperlada de cuerpo grueso con cabeza pequeña café claro; centralmente casi recta y dorsalmente convexa; no presenta patas, pasa por cuatro estadios de duración variable y mide en el ultimo 2.8 a 3.2 mm de longitud se alimenta del interior del grano (Ramírez, 1984).

Pupa :Al llegar la larva a su madurez, constituye una celda pupal dentro del grano, en donde pupa dos o tres días después. Es color blanco pálido al principio tornándose después a café claro, mide de 2.75 a 3 mm presenta probosis larga, dirigida hacia la parte interior y las patas dobladas hacia el cuerpo; tiene nueve

segmentos armados con fuertes espinas. Generalmente, el estado pupal tarda de tres a seis días, dependiendo del medio ambiente, aunque puede tardar un poco más cuando las condiciones de temperatura y humedad son bajas (García, 1992).

- Adulto

Mide de 2.5 a 4.5 mm de longitud, es de color oscuro, cuerpo cilíndrico y alargado, cabeza prolongada en un pico o probosis curva y delgada, antenas acodadas y de 8 segmentos, alas funcionales, el protórax densamente marcado con punturas redondas, estas punturas parecen estar uniformemente distribuidas, las punturas del pronoto son más de 20 a lo largo de la línea media de cuello al escutum (Boudreaux, 1969; Pérez, 1988; Ramírez, 1990; García 1992).

El tiempo de huevo a adulto es de unas cuatro semanas en condiciones óptimas (30 °C y 70 HR) y de hasta cinco meses a temperaturas más bajas (Matute y Trabanino. 1999; Bacopulus, 2003).

Hábitos. Los adultos son buenos voladores, lo cual facilita iniciar sus infestaciones en campo antes de la cosecha. La hembra oviposita individualmente para lo cual efectúa un orificio en la parte media del grano con su

aparato bucal; en donde coloca un solo huevo dentro de este posteriormente donde lo cubre con una sustancia gelatinosa; una hembra oviposita de 210 a 530 huevecillos durante toda su vida. a una temperatura de 25 °C, eclosionan entre tres a cinco días (Ramírez, 1984).

Mientras que Chesnut (1970), reporta que una vez los picudos encuentran variedades de maíz susceptibles a su invasión, cesan la migración; al respecto Williams y Floy (1970), señalan los picudos no vuelan directamente al maíz, sino que se dirigen a otros hospederos como flores, semillas, etc. Si el cultivo se encuentra atractivo para ellos.

Chesnut (1972), menciona que *S. zeamais* normalmente vuela a distancias cortas para infestar campos de maíz y después en otoño puede haber migraciones de retorno para la infestacion de almacén localizadas a 400 m, aunque el picudo también puede ser acarreado desde el campo a dichas áreas durante el tiempo de cosecha lo cual posibilita incrementos de la población después del invierno.

Y las larvas que viven en el interior de la semilla, producen daños invisibles, los orificios de salida de los adultos son agujeros irregulares de un milímetro y medio de diámetro que van del exterior de la semilla con sus perforaciones que es lo que causa realmente el daño. El gorgojo del maíz representa un destructor de primera para los cereales almacenados, sobre los que provoca altas pérdidas, deterioro de la calidad y permite la instalación de infestaciones de hongos y/o bacterias. (Appert, 1993)

Pérez (1998) señala que con un promedio de 2 insectos por grano ocasionan un 18.3 % de pérdidas en 48 días. Al respecto Coombs (1972) menciona que el número de gorgojos que se puede desarrollar dentro dependerá del tamaño del grano, normalmente en trigo sólo emerge un adulto por grano y en maíz pueden emerger más.

En México, García (1992) reporta la presencia de *S. zeamais* en los estados de Aguascalientes, Campeche, Coahuila, Edo de México, Guerrero, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, Yucatán, por lo que reviste de gran importancia, debido a que se encuentra disseminado en los estados de mayor producción de maíz.

Importancia de las plagas de granos y productos almacenados.

A nivel mundial los insectos que infestan productos almacenados se encuentran agrupados en 227 especies, de las cuales 66 se ha registrado su presencia en México, causando pérdidas entre 15 y 25 % dependiendo de la región.(Nájera, 1991). La distribución de estas plagas se ha debido al creciente intercambio comercial de granos y semillas y sus subproductos. (Ramírez, 1996). Al respecto Storey *et al.* (1982) citan que las plagas se han trasladado de un lugar a otro convirtiéndose algunas especies en cosmopolitas.

S. zeamais esta considerada como el insecto plaga mas dañino de maiz almacenado en estados unidos y países tropicales (Sedlacek *et al.*, 1991. Storey *et al.*, 1982).

Métodos de control

Cuando los almacenes son invadidos por las plagas y los productos ya están infestadas, es necesario utilizar varios métodos de control entre ellos están:

a). Control cultural:

Se utilizan métodos tradicionales como es asoleo periódico del grano, humo y mezcla del grano con materiales como ceniza, arena, tierra de diatomea y aceites.

- ❖ Evitar daños en el campo por gusanos eloteros y pájaros, ya que retardan la entrada del picudo.
- ❖ Las cosechas tempranas disminuyen el tiempo de exposición al ataque de S. zeamais en zonas de alta incidencia.
- ❖ Limpiar los lugares de almacenamiento, los que deben estar libres de gorgojos antes de almacenar el producto.
- ❖ Evite colocar los sacos con grano directamente en el piso; usar tarimas.
- ❖ Evitar almacenar en sacos viejos y rotos.
- ❖ En el caso del arroz, almacenar sin apilar (Matute y Trabanino. 1999).

b). Control genético.

Las variedades de maíz con hojas largas y fuertes son más resistentes al ataque en el campo, mientras que las variedades de maíz y sorgo con endospermo suave son más susceptibles al ataque del gorgojo en almacenaje (Salas, 1984).

El uso de materiales genéticamente en nuestro país, se busca que el maíz sea resistente al ataque de plagas. Se descubrió tres nuevos tipos de plantas resistentes al gorgojo del maíz (*S. zeamais*), donde se ha encontrado que el ácido fenolito endurece las capas externas del núcleo, haciendo menos apetecible para el gorgojo del maíz, ya que estas sustancias atacan a los carbohidratos de la membrana celular uso con otros, consolidando el tejido fino y proporcionando así una primera capa de defensa. (CIMMYT, 1998).

c). Control Físico-Mecánico

El más común es el secado de granos que se utiliza para reducir los daños causados por las plagas de insectos y hongos dentro del almacén, ya que algunas especies de *Sitophilus* sp. requieren de humedad del grano para sobrevivir en su forma inmadura.

Fields y Muir (1996) reportan que las temperaturas extremas son usualmente las más utilizadas como método de control físico ya que los insectos no pueden desarrollarse y reproducirse bajo los 13°C y sobre los 35°C.

Otro método es el almacenamiento hermético que es un método que consiste en colocar el grano dentro de recipientes que no permitan la entrada del aire al grano. La respiración del grano y de algunos insectos dentro del recipiente utilizan todo el oxígeno, por lo que es imposible que los insectos sigan respirando y por lo tanto mueren. En algunos lugares los agricultores almacenan los granos los granos en depósitos subterráneos y secos que pueden resultar completamente herméticos (Lindban y Druben,1986) Aunque cabe señalar que este método presenta la desventaja que las semillas que quedan cerca de las paredes se humedecen formándose hongos y alterándose el sabor.

d). Control biológico.

El control biológico fue definido en 1987 por la Academia Nacional de Ciencias (NAS) de Estados Unidos como el uso de organismos naturales o modificados, genes o productos genéticos que reducen el efecto de organismos indeseables (plagas) y favorece a organismos útiles (García, 1988).

Brower (1996) menciona una amplia gama de depredadores atacan a las plagas de granos almacenados. Las familias más importantes son coleópteros depredadores son: Carabidae, Staphylinidae e Histeridae pero los depredadores

más comunes encontrados son las chinches de la familia Anthocoridae y específicamente *Xylocoris flaviceps*.

Existen parasitoides que atacan al género *Sitophilus* entre ellos se encuentran algunas especies pertenecientes a la familia Pteromalidae (Orden: Hymenóptera) como son: *Anisopteromalus calandrae* Howard, *Chaetespila elegans* Westwood y *Lariphagus distinguendus* Foerster. En México Ramírez *et al.* (1993) reportan tres depredadores que son: *Cephalonomia torsalis*, *Teretriosoma nigrescens* y *Xylocoris flavipes*.

Moino y Alves (1995), reportaron de un total de 72 aislamientos de *Beauveria bassiana*, encontraron 10 que demostraron tener efecto sobre *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus zeamais* y *Rhyzopertha dominica*, llegando en algunos casos hasta una mortalidad cercana al 100%.

Padin *et al.* (1995), reportaron evaluaciones de aislamientos de *Beauveria bassiana*, *Metarhizun anisopliae*, *Nomuraea rileyi* y *Verticillium lecanii* sobre *Sitophilus oryzae*, *Rhyzopertha dominica* y *Tribolium castaneum*. Los resultados obtenidos mostraron que *Beauveria bassiana* era el hongo más efectivo y que *Sitophilus oryzae* era la plaga más susceptible.

e). Control autocida

Brown *et al.* (1972) realizaron estudios con radiación gamma sobre pupas de *S. zeamais* con una dosis de 5 a 10 krad, esterilizando completamente a los adultos que emergieron de ellas

f). Control químico

Las medidas de control convencionales se basan en la aplicación frecuente de fumigantes e insecticidas químicos residuales, que por su amplio espectro de acción eliminan no sólo a la plaga sino también a sus enemigos naturales. En el caso de los granos destinados a la alimentación, existen severas restricciones al uso de pesticidas impuestas por las normas de bioseguridad, además de las limitaciones toxicológicas y ambientales (Akbar *et al.*, 2004).

Cremllyn (1985) menciona que la idea de combatir a los insectos plaga con productos químicos no es de todo nuevo; por ejemplo , el azufre se utilizo desde el año 1000 a. de C.; y Plinio , en el año 79 d. de C. señalaba el uso de arsénico como insecticida.

En 1958 en los E.U.A. por primera vez es utilizado el malathion para controlar plagas de productos almacenados iniciándose así una era de combate efectivo contra estas plagas y aún en nuestros días el malathion es uno de los productos más utilizados (Dyte y Blackman, 1972; Silva, 1995).

Dentro de los insecticidas que actúan como gases se tienen las fosfaminas (fosfuro de aluminio), el cual es eficaz contra todas las etapas de desarrollo de los insectos (huevecillos, larvas, pupas y adultos) que atacan al grano almacenado (Matute y Trabanino, 1999).

Lagunes (1991), menciona que insecticidas con baja toxicidad para mamíferos y nula acumulación en el ambiente, son muy utilizados contra larvas de lepidópteros, también contra plagas caseras, y la mas reciente autorizado en México y otros países contra plagas de granos almacenados. Además se utilizan gases tóxicos penetrantes y no residuales. Se sugiere que al usar cualquier fumigante, se deben cubrir los sacos, silos o el local con plásticos y bien sellada contra el suelo con pesas o cinta adhesiva, dejándose cubierto por 1 – 5 días y luego se ventila por 1 – 2 días más antes de empezar a consumirlo. Pérez (1988) encontró en trabajos realizados que la mayor toxicidad de los insecticidas en *S. zeamais*, fue el parathion, malathion, permetrina, metomilo, lindano y DDT.

VanderMersch (1985), reporta los siguientes productos autorizados para utilizarse en la protección de granos y productos almacenados en México y otros países.

- **Insecticidas Organofosforados:** Dentro de este grupo está el malathion, el píricos metílico, diclorvos (DDVP) que son utilizados para plagas de granos almacenados. A este mismo grupo pertenece el fenitrothion utilizado para tratamiento de estructuras y pisos.

- **Piretroides sintéticos:** Permetrina y deltametrina controlan una amplia gama de insectos y son de uso restringido.

1). Fumigantes

Stadler et al. (1990) mencionan que dentro del grupo de fumigantes más utilizados para el control de plagas de granos de almacén son la fosfina y el bromuro de metilo.

g). Control Orgánico o Alternativo

Las tendencias actuales en el manejo integrado de plagas se orientan hacia la preservación del ambiente junto al uso de biocidas naturales (bioplaguicidas) con una menor toxicidad. Entre esos productos se encuentran los aleloquímicos de origen vegetal, semioquímicos de comunicación química interespecífica (Flint et al., 1996), que no generan fenómenos de resistencia ni ejercen el impacto ambiental de los insecticidas. Así mismo, se encuentran los extractos vegetales que son utilizados para controlar una gran variedad de plagas y enfermedades. Dentro de estos compuestos se encuentran los aceites de origen vegetal que se presentan como una alternativa de control de alto potencial (Shaaya y Kostyukosky, 2007).

1. Aceites

Los aceites que se utilizan en el control de plagas de granos almacenados, pueden ser de origen vegetal o mineral. Ninguna de estas alternativas tiene problemas para ser utilizada en un programa orgánico de producción.

2. Aceites minerales

En relación a los aceites minerales, estos se conocen hace más de un siglo, y se han empleado solos o en combinación con insecticidas para el control de plagas de cuerpo blando en árboles frutales. A la fecha, no se ha reportado ningún tipo de resistencia. La principal actividad de los aceites, es por la obstrucción del sistema respiratorio (hipoxia), además de actuar como repelentes en la ovoposición (Davidson, *et al.*, 1991).

Varias clases de artrópodos son afectados con el uso de estos aceites, pudiéndose mencionar: ácaros, escamas, chinches harinosas, psílidos, áfidos y algunos lepidópteros. Sin embargo estos aceites poseen una baja actividad residual, son relativamente inocuos a los organismos benéficos. Los factores que explican la actividad insecticida en la formulación de los aceites son: la composición química, parafina (C_nH_{2n+2} , óptimo peso molecular, $C_{20}-C_{25}$), compuestos insaturados y el equivalente del número de carbonos de n-parafina. Para minimizar el daño con la aplicación de los aceites en aspersion, se recomienda evitar dicha aplicación cuando los árboles presenten algún tipo de

estrés o cuando las temperaturas sean demasiado altas o muy bajas (Davidson, *et al.*, 1991).

Los aceites minerales constituyen un método de control físico confiable. Son eficientes en la horticultura por tener una efectiva de acción insecticida en las aplicaciones llevadas a cabo en los programas de manejo integrado de plagas (Jacques y Kuhlmann, citados por Vincent *et al.*, 2003).

3. Aceites vegetales

Los aceites de origen vegetal han sido utilizados desde épocas muy antiguas, presentando los primeros registros de control de diferentes insectos a nivel doméstico y de agricultura de subsistencia desde el siglo XV. Se han propuesto varias explicaciones para su acción tóxica sobre los insectos, La primera se refiere al efecto ovicida donde elimina los huevecillos de los insectos debido a que los cubre completamente con una película que impide el intercambio gaseoso, la segunda es su amplio espectro de acción a nivel estomacal y de contacto (Davidson *et al.*, 1991).

Larrain (1982), menciona que los aceites vegetales alteran el equilibrio osmótico, es decir el hueveceillo pierde agua que se secaría muriendo el embrión, en los adulto cubre con una capa oleosa que tapa los espiráculos de respiración matándolo por asfixia (Davidson, *et al.*, 1991).

Actualmente, se está realizando investigación y desarrollo de formulaciones de aceites vegetales para el control de plagas (Gowurity y Cabanne, citados por Vincent *et al.*, 2003).

4.- Extractos vegetales

La interacción de los insectos con las plantas ha dado lugar a una enorme variedad de metabolitos secundarios con actividad insecticida y estas propiedades han sido utilizadas por el hombre desde tiempos remotos para el control de plagas (Yang y Chang, 1988).

En los últimos años, las empresas de fitosanidad están prestando atención a productos de origen natural como fuente para el desarrollo de nuevos insecticidas (Addor, 1995), si bien la diversidad en estructuras químicas así como en el modo de acción hacen este campo muy complejo. Según Jermy (1990) unas 2.000 especies vegetales poseen propiedades insecticidas, a lo que habría que añadir otras muchas que permanecen todavía por ser estudiadas.

5. Importancia de los extractos.

Existen una serie de métodos de control alternativos que se caracterizan por ser de bajo costo, alta efectividad y factibles de realizar por pequeños agricultores. La revalorización de las plantas como fuente de sustancias con propiedades insecticidas se viene difundiendo desde los últimos 35 años y en

algunos países de América Latina como Brasil, México, Ecuador y Chile, se han desarrollado líneas de investigación que buscan en las plantas, compuestos químicos con menor impacto ambiental y potencial para el control de plagas agrícolas (Rodríguez, 2000).

México está incluido entre los países con mayor diversidad vegetal en el mundo; a pesar de ella, solo a una pequeña cantidad de estos se les da alguna utilidad; algunas personas empíricamente les han dado una utilidad medicinal, en algunos casos contra problemas infecciosos de origen fúngico. Al respecto se han hecho pruebas en 206 especies de plantas contra 26 especies de hongos fitopatógenos incluyendo pruebas de germinación de esporas, desarrollo micelial y esporulación. Los resultados indican que existe una alta proporción de las plantas que actúan contra los hongos afectando su inhibición (Montes, 2000).

El uso de plantas con propiedades insecticidas es una técnica ancestral usada en África y América Central por cientos de años, pero con la aparición de los insecticidas sintéticos su empleo ha sido discontinuado, pero en los últimos años está teniendo nuevamente mayor importancia (Lagunes *et al.* 1985).

La mayoría de las especies de vegetales que se utilizan en la protección vegetal, muestran un efecto insectistático más que insecticida (Silva *et al.* 2002). Es decir, inhiben el desarrollo normal de los insectos al actuar como repelentes, disuasivos de la alimentación u ovipostura, confusores o disruptores y reguladores de crecimiento (Metcalf y Metcalf, 1999 ;Barbosa, 2007)

Almacenamiento

La importancia que tiene el almacenamiento y conservación de los granos y semillas, como un medio para que se llegue a utilizar con la efectividad y uso apropiado, tanto en su calidad nutricional como en lo fisiológico, nos preocupa de manera relevante en nuestro quehacer diario. Sin embargo la intromisión de los insectos en este trayecto, como un factor biológico de su desarrollo. Los granos adquieren mayor valor después de la cosecha, lo que implica una mayor necesidad de almacenar y conservar los principales granos que se producen, para conducirlos hacia un consumo humano y procesamiento adecuado de la industria de transformación (Ariza, 1992).

Siendo el alimento un factor limitante para la nutrición de todos los seres vivientes y la lucha constante para obtenerlo, es una característica biológica de estos organismos; de ahí que la conservación de semillas y granos alimenticios han sido, es, y será siendo, motivo de preocupación del hombre por su significado en la dieta humana y por la necesidad de resguardar contra el peligro que significa su aprovechamiento por sus demás competidores. El desconocimiento de los principios básicos de almacenamiento trae como consecuencia las pérdidas de volúmenes de cosechas, principalmente por el ataque de las plagas que encuentran en ellos las condiciones propicias para su desarrollo. El deterioro de los granos en el almacén es provocado principalmente por los insectos y debido a sus tamaños, capacidad de adaptación en medios que viven, contribuyen a que los métodos de control no tengan en éxito deseado; el *Sitophilus zeamais* es una de las principales plagas que ataca el maíz.

En cuanto a la magnitud de las pérdidas, a nivel nacional es del 10 por ciento de las cosechas de granos básicos que se pierden por deficiencias de infraestructura de poscosecha, lo que impide efectuar adecuadamente los servicios de recepción, de acondicionamiento, almacenamiento, de transporte y de conservación; estas pérdidas varían según las condiciones climatológicas y tecnológicas de cada región (Arias, 1987).

D' Antonio (1997) menciona que la conservación y protección de los granos almacenados constituyen una necesidad alimenticia, social y económica. Ya que la conservación de los granos se ve amenazada por los insectos que atacan en el almacén.

El almacenamiento en nuestro país se lleva a cabo en tres sectores, el público, el social y el privado. Los tres sectores requieren de una mayor infraestructura y acondicionamiento de las cosechas de granos básicos. Se ha estimado de la eficiencia de almacenamiento en el país es aproximadamente de 4 a 6 millones de toneladas, y que buena parte de la capacidad instalada no está en mejores condiciones para permitir un buen manejo de las cosechas. También es muy importante considerar el tiempo de uso de los almacenes depende del tipo de material y características de los almacenes; la mayoría tiene de 7 a 10 años, algunos son de 11 a 30 años y también se encuentran almacenes con más de 100 años de uso (Bacopulus, 2003).

Reglas de almacenamiento

Son algunas de las principales reglas de almacenamiento para disminuir las pérdidas de los granos en almacén:

- ❖ Locales adecuadas para el almacenamiento.
- ❖ Evitar la presencia de plagas tales como gorgojos, ácaros, hongos, palomillas, etc.
- ❖ Dar un manejo eficiente a la cosecha.
- ❖ Buscar información sobre técnicas de conservación de granos almacenados.

Los principales papeles de las infraestructuras para el almacenamiento de los granos es aislar y proteger los productos de los agentes climáticos y bióticos que inciden en el deterioro de las cosechas. La carencia de infraestructuras adecuadas hace posible que haya problemas de insectos, hongos, roedores, pájaros. (Moreno,1995).

Productos utilizados

a) Aceite de Ricino

El aceite de ricino se obtiene a partir de la planta *Ricinus communis* conocida comúnmente como: ricino, higuera, higuerrilla, castor, crotón, higuera del diablo,

entre otros; pertenece a la familia de las *Euphorbiaceae*; esta planta es originaria del norte de África; actualmente se encuentra distribuida en todo el mundo (Mazzani, 2007). Esta planta contiene aproximadamente un 40-50 por ciento del aceite. El aceite a su vez contiene el 70-77 por ciento de los triglicéridos del ácido ricinoleico. Salas (1985) menciona un 62 % de control de *Sitophilus orizae* a una hora después de haber aplicado aceite de ricino a una concentración del 1 por ciento, mientras que a las tres horas el control fue del 100 %.

b) Aceite de soya.

La soya es (*Glycine max*) es una importante semilla perteneciente a la familia de las Leguminosas por su elevado contenido de aceite; es originaria de Asia. El aceite de soya presenta una gran cantidad de aceites monosaturados que le proporcionan características especiales para el control de huevecillos y estados inmaduros de los insectos. Salas (1985), reporta un control del 84% sobre poblaciones de *Sitophilus orizae* a una concentración del 1%.

c) Insecticida orgánico

Es un insecticida agrícola derivado de una mezcla de extractos vegetales, los cuales mezclados con aceites vegetales saponificados crean una adherencia, que es a su vez lipofílica e hidrofílica lo que da una acción inmediata por contacto sobre los insectos. Por las características vegetales que presenta,

no genera resistencia sobre insectos, no causa fototoxicidad en plantas y residuos en frutos, es ideal para invernaderos (www.abastoempresarial.com/solution.jpg)

d) Clorpirifos etil.

Es un insecticida de amplio espectro que pertenece al grupo de los organofosforados, tiene el núcleo piradica. Su modo acción es de contacto y estomacal; con denominación químico (IUPAC): O,O-dietil O-(3,5,6-tricloro-2-piridil) fosforotioato ; tiene Sinónimos como : O,O-dietil O-(3,5,6-tricloro-2-piridinil) fosforotioato; O,O-dietil O-(3,5,6-tricloro-2-piridinil) éster de ácido fosforotioico; Presenta una DL₅₀ oral para la rata de 96-270 mg/kg , se encuentra ubicado en la categoría III ; Es de uso: Agrícola, urbano, industrial, pecuario, doméstico y jardinería.(Cremllyn, 1985; CICOPRAFEST, 1994).

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Toxicología del Departamento de Parasitología, de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN), en Buenavista, Saltillo, Coahuila, se localiza en las coordenadas geográficas entre 25° 21´ y 25°21´ latitud Norte y 101° 01´ y 101° 03´ longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, con una altitud de 1743 msnm.

Cría del Material biológico

El material biológico (*S. zeamais*) utilizado en esta investigación fue recolectado en los almacenes de granos de la UAAAN y el sustrato utilizado para la cría fue semilla de maíz (hibrido AN-310) con un porcentaje de humedad del 13 %.. Los *S. zeamais* fueron colocados en dos recipientes de vidrio de cuatro litros de capacidad con 1,5 kg de semilla de maíz. Los recipientes se taparon con tela de tul sujeta con bandas de caucho para evitar la salida o entrada de insectos, y

se colocaron en una cámara bioclimática Biotronette® a una temperatura de 28 ±2°C con fotoperiodo de 12:12 horas luz oscuridad. Se reviso cada tercer día la cría de insectos y se le daban pequeños movimientos en diferentes direcciones con la finalidad que el aire penetrara y no se contaminara con otros patógenos (hongos).

Productos evaluados

En este trabajo se utilizaron 4 productos con un testigo y cuatro repeticiones a diferentes dosis (Cuadro 1).

Cuadro No 1. Productos y dosis utilizados

Tratamiento	Producto	Dosis (ppm)
T1	Aceite de soya	5000,10000,20000,30000
T2	Aceite de ricino	5000,10000,20000,30000
T3	Insecticida orgánico (Solution®)	5000,10000,20000,30000
T4	Clorpirifos Etil	10,20,30,50
To	Testigo	

Variables evaluadas

a) Factores Agronómicas

Germinación

Para la evaluación de la germinación se utilizaron 100 semillas de maíz (hibrido AN-310) las cuales fueron tratadas con cada uno de los productos a las dosis del Cuadro 1, para ellos se realizaron cada una de las concentraciones en 100 ml de solución y colocadas en vasos de precipitado de 2 litros y se le agregaron 100 semillas para posteriormente realizar la mezcla agitando en diferentes direcciones en un tiempo de 10 segundos. Después de tratar la semilla se colocó en papel destaza con la finalidad que se escurriera bien, luego se procedió a la siembra en charolas germinadoras de 200 cavidades, y se colocaron en la cámara bioclimática Biotronette bajo las mismas condiciones de que la cría de insectos, los riegos se realizaban cada tercer día.

Las evaluaciones se realizaron a los 4 días después de la siembra contando el número de plántulas con una altura de 1 centímetro de cada tratamiento, estos conteos se realizaron diariamente hasta los quince días después de la siembra.

Altura de Planta, Longitud de Raíz, Peso Fresco y Seco

Estos parámetros se obtuvieron cuando las plántulas tenían una edad de 15 días después de la siembra, se tomaron al azar 10 plantas de cada tratamiento, se lavaron las raíces con agua para eliminar residuos de tierra; la altura de la planta y la longitud de la raíz se realizaron con una regla graduada, luego se pesaron por separado en la balanza analítica determinándose su peso fresco, y posteriormente se colocaron en la estufa a temperaturas de 45 ± 3 °C durante 5 días y se pesaron nuevamente para obtener el peso seco.

b) Mortalidad

Para determinar la mortalidad se prepararon cada una de las dosis de cada producto y se colocaron 8 ml en una botella de plástico de 2 L que contenía 400 g de semilla, se tapo la botella, agitándose en diferentes direcciones por espacio de 20 s; luego se pesaron 50 gramos de maíz ya tratado con cada producto, se depositaron en frascos en donde se colocaron 20 adultos de *S. zeamais* en cada unidad experimental y llevados a una cámara bioclimática con las mismas condiciones de la cría madre.

Las evaluaciones se realizaron 8, 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168, 192 horas, para ello se separaron los insectos con la ayuda de una y para el criterio de muerte se utilizó una plancha eléctrica, la cual proporcionaba calor a los insectos

y con la ayuda de un pincel observar si tenían movimiento se toaban como vivos y caso contrario como muertos.

Análisis estadístico

Los datos de la presente investigación fueron sometidos a análisis de varianza para las variables medidas, utilizando un diseño completamente al azar en el paquete de diseños experimentales FAUANL versión 2.5. También se hicieron pruebas de comparación de medias mediante la prueba de Turkey al nivel de significancia del 0.05 % de probabilidad para todas las variables evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Germinación. Con la finalidad de conocer el efecto de los diferentes productos y sus concentraciones sobre la germinación de la semilla, se analizó el porcentaje de germinación. Como se puede observar (Figura 1), los productos utilizados a diferentes dosis sobre las semillas de maíz, presentan una diferencia en la uniformidad de la germinación.

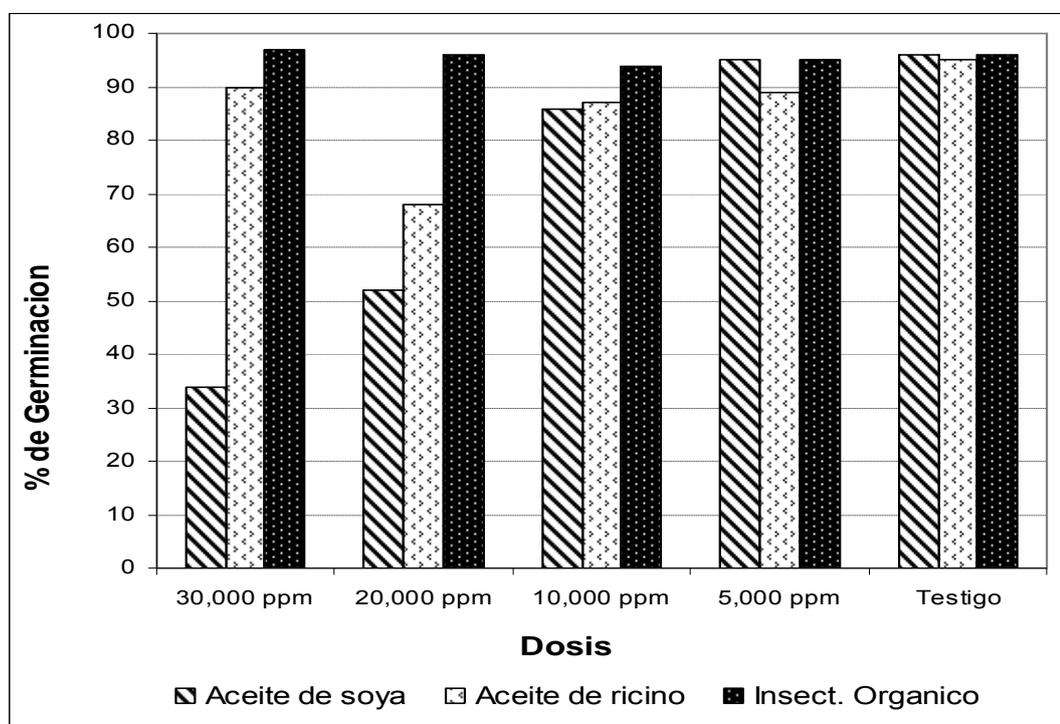


Figura 1. Porcentaje de germinación de la semilla de maíz tratada con aceite de ricino y de soya, e insecticida orgánico.

Al respecto, podemos mencionar que el porcentaje de germinación donde se utilizó el aceite de soya, presento efectos negativos en la germinación, a dosis de 5,000 ppm presento un 95% de germinación, sin embargo a 30,000 ppm mostró únicamente un 34%, seguida a 20,000 ppm y 10,000 ppm con porcentajes de germinación 52 y 86% respectivamente, esto difiere con lo observado por Haro y McGregor (1983) quienes utilizaron aceites de maíz, cartamo, girasol y soya a una concentración de 1.5 y 10 ml por kilogramo de semilla encontrando que la germinación de maíz y frijol no se vio afectada, posiblemente por ser dosis de hasta el 50% menores a las utilizadas en este estudio, al igual que lo reportado por Barbosa (2007) quien en trabajos realizados con varios aceites, encontró que el aceite de soya a dosis de 400 ppm provoca menos daño a la semilla teniendo un 89 a 97 por ciento de germinación.

Mientras que para el insecticida orgánico no presenta diferencias significativas en cuantos a las diferentes dosis de aplicación y para el aceite de ricino se observa una tendencia a disminución del porcentaje de germinación a las 5,000, 10,000 y 2,0000 ppm con porcentajes de germinación 89, 87 y 68 respectivamente y en la dosis de 30,000 ppm se produce un aumento en la germinación (90%), esto difiere con lo observado por Salas (1985) reporta en la evaluación comparativa de la viabilidad de semillas de maíz tratadas con aceite de ricino a una dosis de 10 ml/Kg con la prueba de Tetrazolium fue del 38.5 % de germinación.

Salas y Hernández (1985) reportaron en la evaluación comparativa de la viabilidad de semillas de quinchoncho (*Cajanus cajan*) tratadas con aceite de ricino a una dosis del 10 ml/Kg con la prueba de Tetrazolium (Línea Portuguesa 68) fue del 83.5 % de germinación.

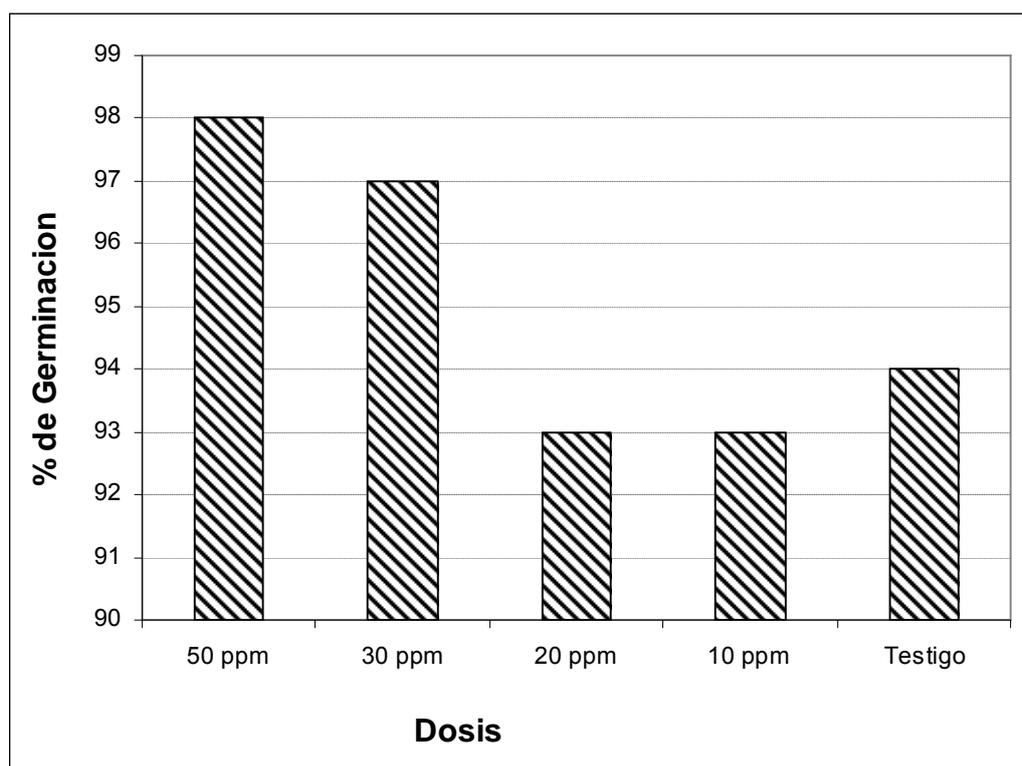


Figura 2. Porcentaje de germinación de la semilla de maíz tratada con Clorpirifos etil.

El porcentaje de germinación de semillas de maíz tratadas con Clorpirifos etil se muestran en la Figura 2, con altos valores para todas las dosis, desde 94, 93, 97 y 98 % de germinación para el testigo, 10, 20, 30 y 50 ppm respectivamente, esto difiere a lo reportado por Bacopulus (2003) quien en un estudio con *S. zeamais* y clorpirifos metil, encontró que a dosis de 2 ppm se obtienen germinaciones del 92% y que el testigo solamente tenía el 45% de

germinación; lo que indica que con tratamientos de menor concentración se puede llegar a tener altos porcentajes de germinación en relación con el testigo, lo que difiere a lo reportado en este estudio.

Al realizar un análisis de varianza y una prueba de medias (Tukey, $p=0.05$) de los resultados obtenidos de la longitud, peso fresco y seco de la raíz y hoja de la semilla de maíz tratada con aceite de soya encontramos diferencias significativas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de medias del análisis de varianza de longitud raíz y hoja, peso fresco de raíz y hoja, y peso seco de raíz maíz tratado con aceite de soya.

Dosis (ppm)	Longitud (cm)		Peso Fresco (g)		Peso Seco (g)
	Raíz	Hoja	Raíz	Hoja	Raíz
0	14.3300 ^A	31.1700 ^A	0.7016 ^A	1.1553 ^A	0.0496 ^A
5,000	13.2500 ^A	29.2800 ^{AB}	0.5755 ^A	1.1282 ^A	0.0408 ^{AB}
10,000	10.0400 ^B	26.2300 ^B	0.3129 ^B	0.8431 ^B	0.0281 ^C
20,000	8.8800 ^B	25.1900 ^{BC}	0.2953 ^B	0.8383 ^B	0.0246 ^C
30,000	8.8800 ^B	21.0400 ^C	0.3359 ^B	0.7624 ^B	0.0321 ^{BC}

Para el caso de longitud de raíz y peso fresco de raíz y hoja, para el aceite de soya se obtuvieron mejores resultados con la dosis de 5,000 ppm y el testigo; seguido por las dosis de 10,000 ppm, 20,000 ppm y la de 30,000 ppm; esto indica que al elevar la concentración del aceite se disminuye la longitud y peso fresco de la raíz., caso similar se presenta en el parámetro de longitud de hoja se formaron tres grupos teniendo como los mejores dosis del testigo y la dosis de 5,000 ppm; seguidos por las dosis de 10,000 ppm y 20,000 ppm; y la

dosis que mas daño causo en el desarrollo de la longitud de hoja fue a 30,000 ppm. Sin embargo en el peso seco de la raíz se obtuvieron como las mejores dosis de 5,000 ppm y el testigo, seguido por la dosis de 30,000 ppm y las que presentaron efecto negativo en el tratamiento son las dosis de 10,000 ppm y 20,000 ppm. Mientras que para el peso seco de la hoja no hubo diferencias significativas a ninguna dosis de aplicación.

Cuadro No. 3. Comparación de medias del ANVA de la longitud de la raíz, hoja; peso fresco raíz y hoja, y peso seco raíz y hoja; maíz tratado con aceite de ricino

Dosis (ppm)	Longitud (cm)		Peso Fresco (g)		Peso Seco (g)
	Raíz	Hoja	Raíz	Hoja	Raíz
0	16.1700 ^A	25.7000 ^{AB}	0.2233 ^A	0.8729 ^A	0.0560 ^A
5,000	18.9800 ^A	23.8000 ^{BC}	0.1337 ^B	0.7598 ^{AB}	0.0414 ^B
10,000	11.1500 ^B	26.8600 ^A	0.0604 ^C	0.8508 ^A	0.0339 ^{BC}
20,000	12.0900 ^B	20.8900 ^C	0.0379 ^C	0.6207 ^B	0.0254 ^C
30,000	10.5400 ^B	25.0100 ^{AB}	0.0314 ^C	0.7501 ^{AB}	0.0240 ^C

Al analizar los resultados obtenidos de la longitud y peso fresco de la raíz y hoja, y peso seco de la raíz, de la semilla de maíz tratada con aceite de ricino, por medio de un análisis de varianza y una prueba de medias (Tukey, $p=0.05$) encontramos diferencias significativas (Cuadro 3). Con respecto a la longitud de raíz, se encontraron que los mejores crecimientos se observaron con la dosis de 5, 000 ppm y el testigo, seguidos de 10,000, 20,000 y 30, 000 ppm, para este caso indica que al aumentar la concentración del aceite de ricino se disminuye significativamente la longitud y peso fresco de raíz, así como el peso seco de la raíz; sin embargo para al longitud de hoja se encontró que los mejores

crecimientos fueron a 10,000 ppm, 30,000 ppm y el testigo, siendo la dosis de 20,000 ppm donde se presentó un menor crecimiento de la hoja con respecto a los demás tratamientos.

Al no aplicar ningún aceite a la semilla se obtienen mejores resultados en el peso fresco y seco de la raíz con respecto a las semillas tratadas con 5,000 ppm del aceite de ricino, en cuanto al peso seco de la hoja, se aprecian resultados similares al aplicar dosis de 10, 000 ppm y sin aplicación. Mientras que para el peso seco de la hoja no hay diferencia significativa

Cuadro 4. Comparación de medias del ANVA de la longitud de la raíz y hoja; peso fresco de raíz y hoja, y peso seco de raíz y hoja; maíz tratado con insecticida orgánico.

Dosis (ppm)	Longitud (cm)		Peso Fresco (g)		Peso Seco (g)	
	Raíz	Hoja	Raíz	Hoja	Raíz	Hoja
0	13.0400 ^A	23.3800 ^C	0.2131 ^C	0.6478 ^C	0.0501 ^{BC}	0.0750 ^C
5,000	8.0700 ^B	26.4500 ^{AB}	0.2366 ^C	0.9971 ^A	0.0441 ^C	0.0919 ^{AB}
10,000	10.0000 ^B	25.3400 ^{BC}	0.4215 ^{AB}	0.7852 ^B	0.0597 ^{AB}	0.0851 ^{ABC}
20,000	12.5800 ^A	23.8400 ^C	0.4755 ^A	0.7185 ^{BC}	0.0635 ^A	0.0806 ^{BC}
30,000	10.0900 ^B	27.7600 ^A	0.3630 ^B	.0670 ^A	0.0490 ^{BC}	0.0932 ^A

En cuanto a el insecticida orgánico se pueden observar diferencias significativas (Cuadro 4), se obtiene mayor longitud de raíz sin aplicación y a dosis de 20000 ppm, seguidas por las dosis de 5, 000 ppm, 10, 000 ppm y 30 ,000 ppm; sin embargo para la longitud y peso seco de la hoja se observaron los mejores resultados a dosis de 30,000 ppm en comparación a el testigo, con la diferencia que en la longitud de hoja en testigo y la dosis a 20000 ppm de insecticida orgánico fueron las que menor resultado; se observa que el insecticida orgánico al estar compuesto por diferentes metabolitos secundarios producen un

efecto hormonal al aumentar la longitud y el peso seco de la hoja a dosis altas (30000 ppm).

Para el peso fresco y seco de la raíz presentan respuestas similares en cuanto a la aplicación del insecticida orgánico, siendo la dosis de 20 000 ppm la que mejores resultados se obtienen en comparación con la dosis de 10,000 que afecta fuertemente estos dos parámetros.

Mientras que para el peso fresco se observan mejores resultados a dosis de 5 000 y 30 000 ppm en comparación con el testigo, en donde los valores son los mas bajos.

Cuadro 5. Comparación de medias del ANVA del peso fresco de la raíz; maíz tratado con clorpirifos etil

Dosis ppm	MEDIA
T°	0.2969 AB
5, 000	0.3279 A
10,000	0.3531 A
20,000	0.2280 BC
30,000	0.2144 C

De acuerdo a los resultados obtenidos de la longitud, peso fresco y seco de raíz y hoja de la semilla de maíz tratada con Clorpirifos etil, por medio de un análisis de varianza y una prueba de medias (Tukey, $p=0.05$) no encontramos diferencias significativas para longitud, peso fresco y seco de hoja, y peso fresco de hoja, solamente para el peso fresco de raíz (Cuadro 5), en donde los mejores

tratamientos fueron a las dosis de 5 000 y 10 000 ppm en comparación a la dosis de 30 000 ppm que tuvo efectos negativos, estos resultados sugieren que a dosis pequeñas (5000 y 10000 ppm) se promueve crecimiento radical en comparación de dosis altas (20000 y 30000 ppm) que tiene un efecto de inhibición en comparación al testigo.

Mortalidad

De los resultados obtenidos para la mortalidad se presentan para cada uno de los productos utilizados, para obtener el producto y la dosis que registro mayor índice de mortalidad de insectos.

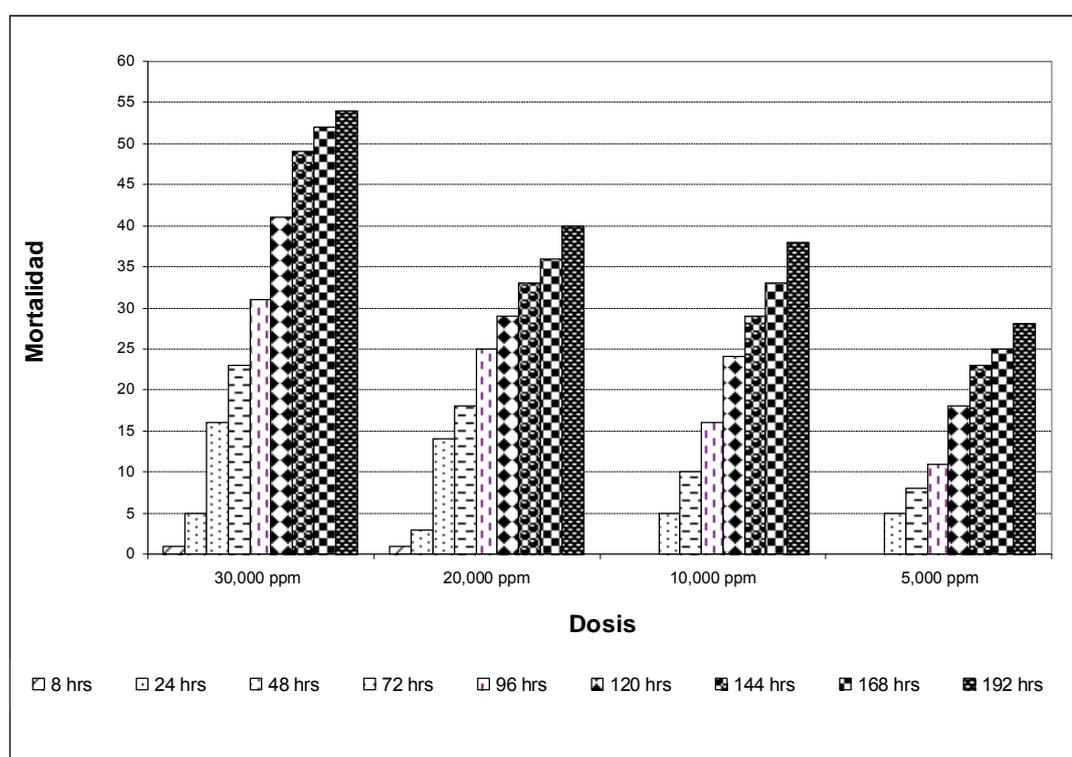


Figura 3. Mortalidad de *Sitophilus zeamais* usando aceite de ricino en diferentes dosis y muestreos.

Los resultados obtenidos con aceite de ricino muestran que la dosis de 30,000 ppm a las 192 de observación presenta una mortalidad del 54%, mientras que las dosis de 5, 10 y 20 000 ppm muestran una mortalidad del 40, 38 y 28% respectivamente. Para este tratamiento, la mortalidad presenta una tendencia a aumentar en relación al tiempo de observación. Esto difiere con lo observado por Salas (1985) quien menciona que la mortalidad observada en adultos de *Sitophilus oryzae* en semillas de maíz tratadas con aceite de ricino a una dosis de 10 ml/Kg fue 62.5% después de una hora y alcanzando un 100 % de mortalidad a las 3 horas después que fue tratado el maíz. Sin embargo, Salas y Hernández (1985) reportaron que la mortalidad observada en adultos de *Callosobruchus maculatus* en semillas de quinchoncho (*Cajanus cajan*) tratadas con aceite de ricino a una dosis del 10 ml/kg fue 100 % después de una hora.

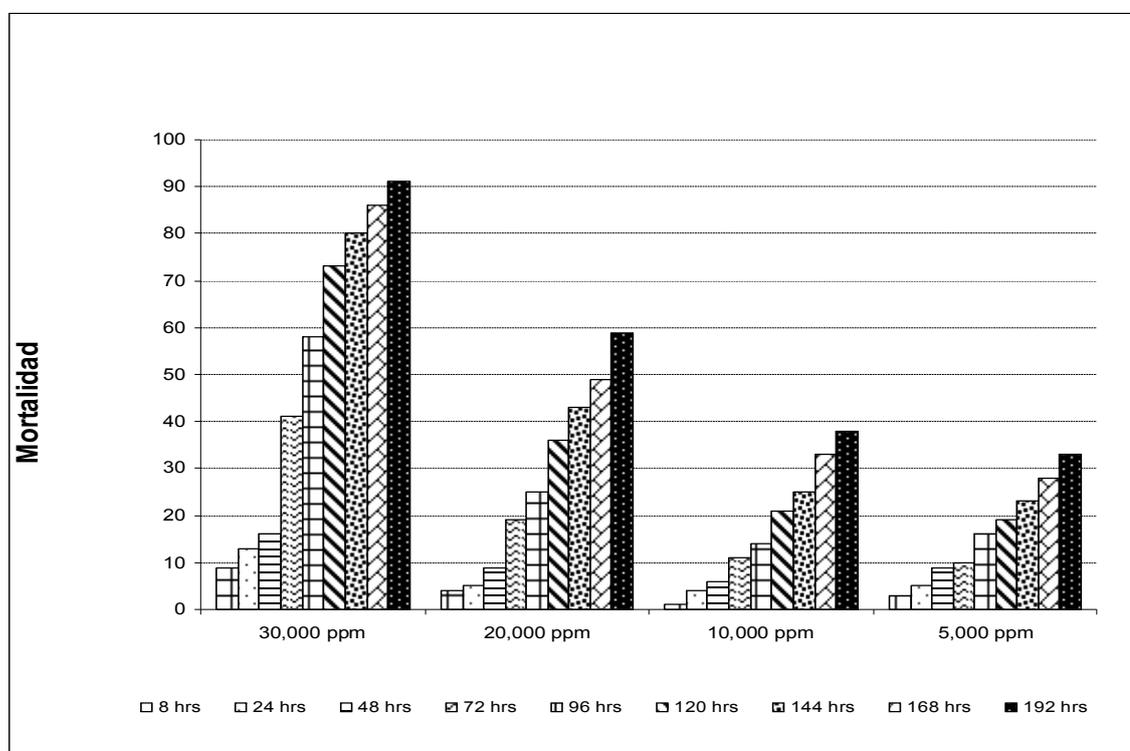


Figura 4. Mortalidad de *Sitophilus zeamais* usando aceite de soya en diferentes dosis y muestreos.

Los resultados encontrados en la mortalidad del gorgojo por el efecto del aceite de soya, muestra que la dosis de 30,000 ppm, presenta una mortalidad de 91% a las 192 horas de observación, en base a los resultados obtenidos se puede decir que las dosis que tuvieron menos efectividad son la de 10,000 ppm y 5,000 ppm; alcanzando una mortalidad del 38 y 33 % a las 192 después que fueron expuestos al producto. En lo que respecta al testigo hubo el 1 % de mortalidad. Estos resultados difieren a los reportados Barbosa (2007), indica que el aceite de soya a una dosis de 300 y 400 ppm mataron un 100 % de gorgojos del maíz (*Sitophilus zeamais*) a los 7 días, su vez Salas (1985) indica que la aplicación una dosis de 10ml/Kg de cualquiera de los siguientes aceites (soya, ricino, coco, maní, sésamo y olivo) en maíz almacenado, provocan 100 % de mortalidad en *Sitophilus oryzae*, a las 3 horas de realizada la aplicación, reportes similares presentan Salas y Hernández (1985) quienes mencionan que la mortalidad observada en adultos de *Acanthoscelides obtectus* en semillas de quinchoncho (*Cajanus cajan*) tratadas con aceite de soya a una dosis del 10 ml/Kg alcanzando el 100 % a las 18 horas. Mientras que Varela (2004), indica que la aplicación a una dosis del 1 % de aceite soya refinado en pimiento, donde el aceite de soya alcanzo una mortalidad del 40 % en *Myzus persicae* a las 72 después de la aplicación.

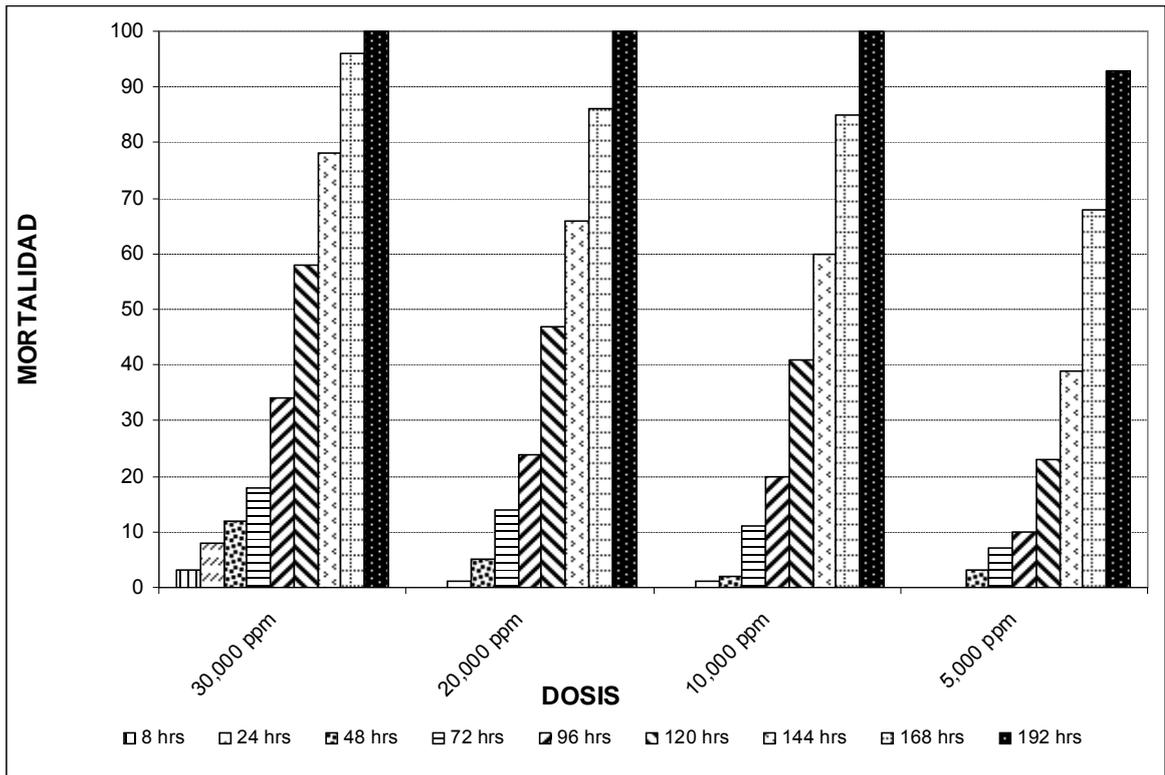


Figura 5. Mortalidad de *Sitophilus zeamais* usando un insecticida orgánico en diferentes dosis y muestreos.

Los porcentajes obtenidos del insecticida orgánico muestran que las dosis 30,000 ppm, 20,000 ppm y 10,000 ppm fueron las mejores con porcentaje de mortalidad del 100% a las 192 horas de evaluación, a diferencia de los aceites de ricino y de soya, con el insecticida orgánico a observaciones a las 120 y 144 horas respectivamente, se obtienen resultados similares en cuanto a la mortalidad; a excepción de la dosis de 30000 ppm en donde las mortalidades son menores a esas horas que las reportadas para el aceite de ricino y de soya de esta investigación.

Cuadro 6. Comparación de medias de la mortalidad de *Sitophilus zeamais* a las 192 horas

Tratamiento	30,000 ppm	20,000 ppm	10,000 ppm	5,000 ppm
Soya	91.2500 ^A	58.7500 ^B	38.7500 ^B	31.2500 ^B
Insecticida Orgánico	100.0000 ^A	100.0000 ^A	98.7500 ^A	92.5000 ^A
Ricino	53.7500 ^B	40.0000 ^C	37.5000 ^B	26.2500 ^B

De acuerdo a la comparación de medias con respecto a la mortalidad, se observo que los mejores productos evaluados a diferentes dosis al final de la investigación, se tiene en primer lugar al insecticida orgánico que tuvo una mejor mortalidad en 30,000; 20,000; 10 000 y 5, 000 ppm, seguido por el aceite de soya, y la que menos insectos mato fue el aceite de ricino en; esto se puede observar que sucedió prácticamente en todas las dosis evaluadas.

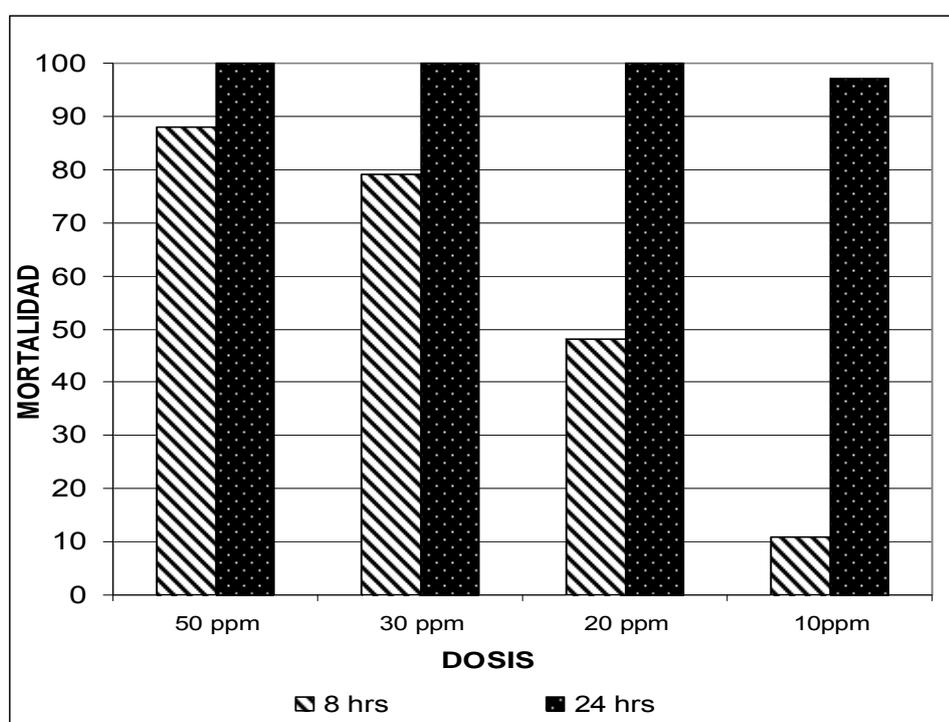


Figura 6. Mortalidad de *Sitophilus zeamais* usando clorpirifos etil en diferentes dosis y muestreos.

En resultados observados a las 24 horas para clorpirifos etil la mortalidad fue de mas del 95% para todos los tratamientos (Figura 6), mientras que para observaciones a las 8 horas el porcentaje de mortalidad mayor al 50% se presento en dosis de 30 y 50 ppm, seguida de la de 20 (48%) y 10 ppm (11%).

CONCLUSIONES:

Con base a los resultados obtenidos en este trabajo se concluye que:

Semillas de maíz tratadas con clorpirifos etil a dosis de 50 ppm se aumenta la germinación en relación al testigo, lo que produce doble efecto en una siembra, control de insectos y promoción de germinación. Mientras que el aceite de soya tiene un efecto negativo en la germinación.

Al evaluar el efecto de los tratamientos en parámetros de calidad de la semilla de maíz, como son longitud, peso fresco y seco de raíz y hoja se encontró que el insecticida orgánico a dosis de 20 000 a 30 000 fue la que promovió el aumento de cada uno de ellos en relación a los otros tratamientos, lo que indica que los metabolitos secundarios presentes en el producto tienen efectos hormonales.

En cuanto a los productos evaluados para un control alternativo, el que mas alta mortalidad presento fue el insecticida orgánico a dosis de 5 000 ppm a las 192 horas de evaluación. Mientras que para un control tradicional el clorpirifos etil a dosis de 10 ppm presenta un porcentaje de mortalidad mayor al 95%.

LITERATURA CITADA.

- Abasto Empresarial S.A. de C.V. de México .México, D.F.
Consultado 9 de Febrero del 2009 Pág. Internet:
<http://www.abastoempresarial.com/Solution.jpg>
- Addor, R. W., 1995: Insecticidas. En: C.R.A. Gofrey (ed): *Agrochemicals from natural products*. Marcel Dekker, Inc., Nueva York, Estados Unidos, pp. 1-63.
- Akbar, W.; Lord, J. C.; Nechols, J. R. & Howard, R.W. 2004. Diatomaceous earth increases the efficacy of *Beauveria bassiana* against *Tribolium castaneum* larvae and increases conidia attachment. *Journal of Economic Entomology* 97: 273-280.
- Appert, J. 1993. El almacenamiento de granos y semillas alimenticios. Edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires Argentina. Pp.11- 97.
- Ariza, F. R. 1992. Uso de Dioxido de carbono como alternativa de control de *Rhyzoperta dominica* (Fab.) y *Tribolium castaneum* (Herbst) en trigo. Tesis maestría en ciencias. Universidad de Sonora.
- Arias, P. S. 1987. Monografía del maíz. Estudios Monográficos ENEP ARAGON, UNAM, pag. 17, 62, 63.
- Bacopulus, M.E.2003.Control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en almacén con aplicación de Clorpirifos metil, Deltrametrina y su efecto en la calidad de la semilla de Maíz. Tesis Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México p 8.

- Barbosa, S.J.R.2007. Evaluación de Productos Naturales y Comerciales Para el Control del gorgojo (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) en semilla de maíz. Tesis licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, coah. Méx.
- Boudreux, H.B.1969. The identity of *Sitophilus oryzae* (Coleoptera. Curculionidae).Ann.Entomol.Soc.Am.62 (1):169-172.
- Bond,E.J.1973. Chemical control of stored grain. Insects and mites. Grain storage part of a system. Sinha Muir. The Avi Publishing Co. U.S.A. 875 p.
- Brwoer, J.; L. Smith. P. Vail. Y P. Flinn. 1996. Biological Control In: Subramanyam, B y D. Hagstrum (Eds). Integrated Management of Insects in Stored Products. Marcel Dekker, Inc. New York. USA p 223- 286.
- Chesnut,T.L.L. 1972. Flig habits of the maize weelvil as related to field infestation of corn.J.Econ.Entomol. 65(2):434-435.
- CICOPLAFEST. 1994. Catálogos Oficial de Plaguicidas. Comisión intersecretarial para el control del proceso y uso de plaguicidas fertilizantes y sustancias tóxicas. SARH. México. 242 p.
- Cremllyn, R.J. 1985.Plaguicidas modernos y su aplicación bioquímica. Ed. Limusa. México. Pp 356.
- Davidson NA, Dibble JE, Flint ML, Marer PJ, Guye A. 1991. Managing insects and mites with spray oils. IPM Educ. Publ., Univ. Calif. Public 3347.
- D'Antonio, L. 1997. Principias pragas de graos armazenados. In: Congreso Brasileiro de Engenharia Agricol, 26., Campina Grande, Paraiba. Armazenamiento de graos e semejantes nas propieddes rurais Campina Grande. P 189-291.

- Díaz. 1985. Actividades de aceites vegetales para proteger maíz almacenado contra el gorgojo *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). Tesis Magíster en Ciencias. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Posgraduados. Montecillo. Texcoco. México. 73p.
- Dyte, C.E. and D.G.Blackman.1972. Laboratory Evolution of organophosphorus insecticides against susceptible and malathion resistant strains of *Tribolium castaneum* (Herbst) Coleoptera: Tenebrionidae. J. Stored Prod. Res. 103-109. Elliot, M.N.N.F.
- FAO.1979. Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pests to pesticides. FAO plant protection bulletin.
- Gastelum, R.; C. Rodríguez. 1996. Empleo de aceites y jabones como alternativas biorracionales para el control de plagas In: Rodríguez, C. (Editor) Control Alternativo de insectos plaga. Colegio de Postgraduados. Fundación mexicana para la educación ambiental A.C. Tepetzotlán. Edo de México. México p 79-88.
- García, R. I. 1992. Susceptibilidad de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) a insecticidas de diferentes grupos toxicológicos de tres áreas de Veracruz. Tesis de licenciatura. Inst. de Ciencias y Cultura División de Ciencias Biológicas. Saltillo, Coahuila. 54p.
- Guerrero, R. E; Silva, M.H.L y Corrales, R.G. 2003. Susceptibilidad de *Sitophilus Zeamais* a insecticidas y butóxido de piperonilo en dos sustratos alimenticios. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Pág. 51 – 57.
- Haro, G. F. Y Macgregor, R. 1983. Evaluación del efecto de aceites vegetales contra el gorgojo del frijol almacenado. En: Resúmenes del XII Congreso Nacional de Entomología en Tapachula, Chiapas. Chiapas, México. Pág. 80-81.

- Fields,P; W. Muir. 1996. Physical control. In: Subramanyam,B y D.Hagstrum (Eds). Integrated Management of insects in stored products.Marcel Dekker, Inc. New York. USA p 195-222.
- Jermy, T., 1990: Prospects of antifeedant approach to pest control. A critical review. *Journal of Chemical Ecology*, 16(11), 3151-3166.
- Lagunes, T .A. 1994. Extractos, polvos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia. Memorias del Colegio de Postgraduados USAID Conacyt- Boruconsa. Montecillo. Texcoco. México. 32 pp.
- Lagunes, A. 1991. Notas del curso de Toxicología y manejo de insecticidas. Centro de Entomología y acarologia. Colegio de Posgraduados. Montecillo-Chapingo, Méx. .Pp 195.
- Lagunes, T. A., R. Domínguez & J.C. Rodríguez. 1985. Plagas del Maíz en la Mesa Central de México. Colegio de Postgraduados. Universidad Autónoma Chapingo. Documento de Trabajo. Montecillo. Texcoco. México. 100 pp.
- Larrain, P. 1982. Control de bruco con aceites vegetales IPA La Platina (11):36-37
- Larraín, P. 1994. Manejo integrado de plagas en granos almacenados. Investigación y Progreso Agropecuario La Platina N°81. p. 10-16.
- Lindblad,C; L. Druben. 1986. Almacenamiento del grano: manejo-secado-silos; Control de insectos y roedores. Editorial Concepto. México DF.p 133-134
- Matute.D.y R. Trabanino.1999. Manejo integrado de plagas en honduras. Sección 1. Reconocimiento y Manejo de las principales plagas. Zamorano.

Academia Press, Honduras. Correo electrónico:
dmatutu@Zamorano.edu.hn.

Martínez, C. D. 2007. Dosis naturales aplicados a la semilla de maíz para el control del gorgojo (*Sitophilus zeamais* Motschulsky), sin que se afecte la calidad fisiológica. Tesis licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, Méx. Pág. 54-55.

Mazzani, E. 2007. El Tartago: la planta su importancia y sus usos. Rev. Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Venezuela.
<http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/ceniaphoy/index.htm>

Mendrano, J.R.M. 1989. Infestación y periodo crítico de ataque en campo de *Sitophilus zeamais* (coleoptera: Curculionidae) en cinco municipios del estado de Veracruz. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 54 p.

Moino, A. S. y. Alves B. 1995. Bioensayos con *Beauveria bassiana* (BALS) Vuill para controlar de plagas de granos almacenados. Revista de Agricultura 70(3):248.

Montes, B. R. 2000. Evaluación de las plantas antifúngicas y su potencial a la fitosanidad. Memorias del VI Simposio Nacional Sobre Sustancias Vegetales y Minerales en el Combate de las Plagas. Acapulco, Guerrero, México. P. 111-115.

Moreno, M.E. 1995. Almacenamiento y conservación de granos en el medio rural, problemática y propuesta, UNAM, Pp 247-261.

Nájera, R. M. 1991. Ecología y control del barrenador de los granos *prosthephanus truncatus* en el centro de Jalisco. INIFAP publicación especial No.5 México.

- Padin,S.B., G.M. Dal Bello y A.L. Vasicek. 1995. Potencial bioinsecticida de hongos entomopatogenos de plagas en granos almacenados. Revista Facultad de Agronomía 15(1):1-7.
- Pérez, M. J. 1988. Susceptibilidad a insecticidas en poblaciones del picudo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) de varias localidades de México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 142 pp.
- Ramírez, M. M. 1990. Biología y Hábitos de insectos de granos almacenados Curso sobre insectos de granos y semillas de almacén. Aguascalientes, Ags. México. 1-51.
- Ramírez, M. M. 1984. Biología e identificación de insectos de granos almacenados. Tesis de Licenciatura del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 37 p.
- Robledo, E. 1992. Factores de pérdidas de granos almacenados. Proyecto CIAT-FAO gcpp/020/net. Santa Cruz, Bolivia.
- Salas, J. 1985. Protección de semillas de maíz (*Zea mays*) contra el ataque de *Sitophilus oryzae* a través del uso de aceites vegetales. Agronomía Tropical. 35(4-6): 13-18 Venezuela.
- Salas J. y Hernández G. 1985 Protección de semillas de quinchoncho (*cajanus cajan*) contra el ataque de *Acanthoscelides obtectus* y *Callosobruchus maculatus* a través del uso de aceites vegetales. FONAIAP. Estación Experimental Lara. Apdo. 592. Barquisimeto 3001. Venezuela, Agronomía Tropical. 35(4-6): 19-27.
- Sedlacek, J.D., R.J. Barney and M. Siddiqui. 1991. Effect of several management tactics on adult mortality and progeny production of *Sitophilus zeamais* (

coleoptera:Curculionidae) on stored corn in the laboratory. J. Econ. Entomol. U.S.A.

Shaaya E. y M. Kostyukovsky., 2007. Potencial de los fitoquímicos como una alternativa segura para el control de insectos de productos almacenados y flores de corte. En Bioplaguicidas y control biológico, editorial CIQA. 42-55p

SARH,1980 “ Principales Plagas de los granos almacenados”, Dirección general de sanidad Vegetal.

Silva, M.H.L.1995. Susceptibilidad de maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: curculionidae) desarrollados en dos sustratos alimenticios a insecticidas de diferentes grupos toxicológicos en combinación con un sinergista.Tesis Maestría UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah, Méx.

Silva,G;Pizarro,D;Casals,P; y Berti,M. 2003. Evaluación de plantas medicinales en polvo para el control de *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY en maíz almacenado. Facultad de Agronomía. Universidad de Concepción. Avenida Vicente Méndez 595. Casilla 537. Chillán. Chile.

Soto R.N.; Juárez, B.I.F.; Pineda, Y.J. Evaluación insecticida de *Pathenium incanum* y de *Zinnia spp* en *Sitophilus zeamais*. In: C. RODRÍGUEZ H Memorias del VI Simposio Nacional sobre sustancias vegetales y minerales en el combate de plagas. Consejo Mexicano de agroinsumos biorracionales. Acapulco, Guerrero, México. 2000, p. 89-93.

Stadler, T., M. I. Picollo, y E. N. Zerba. 1990 factores ecofisiológicos relacionados con la susceptibilidad a insecticidas y la resistencia a malation en *Sitophilus oryzae* (L.)(Coleóptera: curculionidae). Boletín san. Veg. Plagas Argentina. 16:743-754.

- Vincent C, Hallman G, Panneton, Fleurat-Lessard F. 2003. Mangement of agricultural insects with physical control methods. *Annu. Rev. Entomol.* 48: 261-281
- Williams, N.R. y E.H. Floy. 1970. Hábitos de vuelo del picudo del maíz *Sithophilus zeamis*. Resumen del XXV Congreso nacional de Entomología. Oaxaca, Oax. Sociedad Mexicana de Entomología. P300.
- Yang, R. Z. y Chang, C. S., 1988: Plants used for pest control in China: a literature review. *Economic Botany*, 42(3), 376-406.

APENDICE

Cuadro A1. Análisis de varianza de longitud de raíz; maíz tratado con aceite de soya.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	249.450195	62.362549	7.0142	0.000
ERROR	45	400.090332	8.890896		
TOTAL	49	649.540527			

Cuadro A2. Análisis de varianza de longitud de hoja; maíz tratado con aceite de soya.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	611.050781	152.762695	7.0194	0.000
ERROR	45	979.332031	21.762934		
TOTAL	49	1590.382813			

Cuadro A3. Análisis de varianza del peso fresco de la raíz; maíz tratado con aceite de soya.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	1.346427	0.336607	9.5107	0.000
ERROR	45	1.592663	0.035393		
TOTAL	49	2.939090			

Cuadro A4. Análisis de varianza del peso fresco de la hoja; maíz tratado con aceite de soya.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	1.329277	0.332319	3.7379	0.010
ERROR	45	4.000702	0.088904		
TOTAL	49	5.329979			

Cuadro A5. Análisis de varianza del peso seco de la raíz; maíz tratado con aceite de soya.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.004114	0.001029	5.3003	0.002
ERROR	45	0.008733	0.000194		
TOTAL	49	0.012847			

Cuadro A6. Análisis de varianza del peso seco de la hoja; maíz tratado con aceite de soya.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.004451	0.001113	2.2401	0.079
ERROR	45	0.022354	0.000497		
TOTAL	49	0.026806			

Cuadro A7. Análisis de varianza de longitud de la raíz; maíz tratado con aceite de ricino.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	529.576172	132.394043	7.7287	0.000
ERROR	45	770.855469	17.130121		
TOTAL	49	1300.431641			

Cuadro A8. Análisis de varianza de longitud de la hoja; maíz tratado con aceite de ricino.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	207.802734	51.950684	4.7909	0.003
ERROR	45	487.962891	10.843619		
TOTAL	49	695.765625			

Cuadro A9. Análisis de varianza del peso fresco de la raíz; maíz tratado con aceite de ricino.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.264475	0.066119	15.7257	0.000
ERROR	45	0.189202	0.004204		
TOTAL	49	0.453677			

Cuadro A10. Análisis de varianza del peso fresco de la hoja; maíz tratado con aceite de ricino.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.399153	0.099788	3.0241	0.027
ERROR	45	1.484917	0.032998		
TOTAL	49	1.884069			

Cuadro A11. Análisis de varianza del peso seco de la raíz; maíz tratado con aceite de ricino.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.006872	0.001718	8.5610	0.000
ERROR	45	0.009030	0.000201		
TOTAL	49	0.015902			

Cuadro A12. Análisis de varianza del peso seco de la hoja; maíz tratado con aceite de ricino.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.003766	0.000942	1.4781	0.224
ERROR	45	0.028664	0.000637		
TOTAL	49	0.032430			

Cuadro A13. Análisis de varianza de la longitud de raíz; maíz tratado con insecticida orgánico.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	167.731934	41.932983	6.3205	0.001
ERROR	45	298.550781	6.634462		
TOTAL	49	466.282715			

Cuadro A14. Análisis de varianza de la longitud de hoja; maíz tratado con insecticida orgánico.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	131.798828	32.949707	4.8020	0.003
ERROR	45	308.777344	6.861719		
TOTAL	49	440.576172			

Cuadro A15. Análisis de varianza del peso fresco de la raíz; maíz tratado con insecticida orgánico.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.523064	0.130766	11.4042	0.000
ERROR	45	0.515990	0.011466		
TOTAL	49	1.039054			

Cuadro A16. Análisis de varianza del peso fresco de la hoja; maíz tratado con insecticida orgánico.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	1.308613	0.327153	16.4733	0.000
ERROR	45	0.893681	0.019860		
TOTAL	49	2.202293			

Cuadro A17. Análisis de varianza del peso seco raíz; maíz tratado con insecticida orgánico.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.002580	0.000645	3.7263	0.011
ERROR	45	0.007789	0.000173		
TOTAL	49	0.010368			

Cuadro A18. Análisis de varianza del peso seco hoja maíz tratado con insecticida orgánico.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.002337	0.000584	3.4434	0.015
ERROR	45	0.007636	0.000170		
TOTAL	49	0.009974			

Cuadro A19. Análisis de varianza de la longitud de la raíz; maíz tratado con clorpirifos etil.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	229.389648	57.347412	1.0086	0.414
ERROR	45	2558.625000	56.858334		
TOTAL	49	2788.014648			

Cuadro A20. Análisis de varianza de la longitud de la hoja; maíz tratado con clorpirifos etil.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	32.687500	8.171875	0.6373	0.642
ERROR	45	576.980469	12.821788		
TOTAL	49	609.667969			

Cuadro A21. Análisis de varianza del peso fresco de la raíz; maíz tratado con clorpirifos etil.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.148558	0.037140	5.9392	0.001
ERROR	45	0.281399	0.006253		
TOTAL	49	0.429957			

Cuadro A22. Análisis de varianza del peso fresco de la hoja; maíz tratado con clorpirifos etil.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.173561	0.043390	1.4644	0.228
ERROR	45	1.333363	0.029630		
TOTAL	49	1.506924			

Cuadro A23. Análisis de varianza del peso seco raíz; maíz tratado con clorpirifos etil

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.000503	0.000126	0.9084	0.531
ERROR	45	0.006232	0.000138		
TOTAL	49	0.006735			

Cuadro A24. Análisis de varianza del peso seco hoja; maíz tratado con clorpirifos etil.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.003001	0.000750	1.8276	0.139
ERROR	45	0.018471	0.000410		
TOTAL	49	0.021472			