

**UNIVERSIDAD AUTNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMIA**



**EVALUACIÓN DE DIFERENTES ACEITES VEGETALES
CONTRA EL PICUDO DEL MAÍZ (*Sitophilus zeamais*) MOTOSCHULSKY
(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE).**

KORINA LERMA REYES

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITOLÓGO

SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. ABRIL DEL 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMIA

EVALUACIÓN DE DIFERENTES ACEITES VEGETALES
CONTRA EL PICUDO DEL MAÍZ (*Sitophilus zeamais*) MOTOSCHULSKY
(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

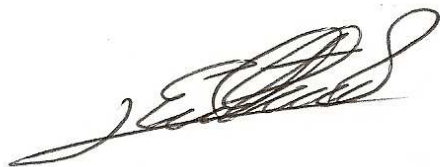
POR:

KORINA LERMA REYES

TESIS

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO PARASITOLOGO

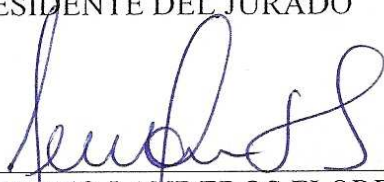
APROBADA



Dr. ERNESTO CERNA CHAVEZ
PRESIDENTE DEL JURADO



Dr. ISMAEL HERNANDEZ BETANCOURT
ASESOR

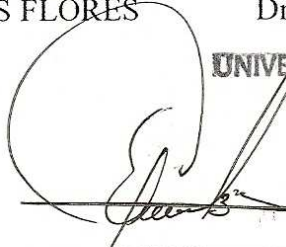


Dr. JERONIMO LANDEROS FLORES
ASESOR



Dra. YISA MARIA OCHOA FUENTES
ASESOR

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"



DR. MARIO ERNESTO VAZQUEZ BADILLO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



División de Agronomía
SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO ABRIL DEL 2009

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme terminar mi carrera y darme todo lo que tengo.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por brindarme la oportunidad de ser un miembro de ella.

A mi familia. Por depositar su confianza en mí y animarme cuando yo mas lo necesite.

A mi esposo por su amor, apoyo, paciencia y motivación que siempre me brinda.

A mis suegros por el apoyo que siempre me brindaron a lo largo de mi carrera.

Al Dr. Ernesto Cerna Chávez por la paciencia que me tuvo y su disposición en ayudar a los demás.

Al Dr. Ismael Hernández Betancourt por el apoyo brindado para que todo saliera bien.

Al Dr. Eugenio Guerrero Rodríguez (finado) por la confianza, apoyo y amistad que siempre me brindo.

A mis compañeros de generación 106 que me hicieron más agradable mi estancia en la universidad.

A mis amigos Abigahil, Astrid, Edel, Juan Carlos y María Elena por la confianza que depositaron en mí y por demostrarme su verdadera amistad en las buenas y en las malas.

A Silvia Ovalle y Cristina Sánchez por brindarme su apoyo y amistad incondicionalmente.

A Jaime, Aldo, Paloma, y Violeta ya que aprendí muchas cosas de ellos.

A mis cuñados: Cornelio, Javier Víctor, Juan, por su apoyo y disposición en ayudarme siempre que los necesite. Especialmente a Omar.

Al M.C. Santiago por su amistad, ayuda que me brindo cuando yo más lo necesite.

A mis cuñadas Leticia y Guadalupe por su apoyo y amistad.

Al M. C. Luis Patricio Guevara por su gran apoyo sin interés alguno.

DEDICATORIA

A mis padres

Lugarda Reyes Reyes
Armando Lerma Galindo

Mi esposo Humberto García Ángel

A mi hijo Jesús Alberto García Lerma

Por el amor, ayuda, confianza, paciencia y comprensión que siempre me brindaron.

A mis hermanos:

Armando	Elva Delia
Juan lucio	Cecilia
Luís Baruch	Romina Pamela
Mauricio	Mayra Vicenta
Juan Cristóbal Helder	Ana Luisa
Douglas Humberto	

Por el gran apoyo incondicional que me brindaron a lo largo de mi carrera

INDICE DE CONTENIDO

Contenido	Pagina
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
INDICE.....	iii
INDICE DE CUADROS.....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	v
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
Origen e importancia del maíz.....	3
Descripción botánica de la planta de maíz	5
Plagas y enfermedades del maíz en campo	7
Principales plagas de granos almacenados	8
Importancia de plagas de almacén.....	8
Origen y evolución de los insectos de almacén.....	9
Principales causas de infestaciones de los graneros.....	10
Infestación y daños.....	10
Tipos de daños.....	13
Directos.....	13
Indirectos.....	13
Picudo del maíz <i>Sitophilus zeamais</i>.....	14
Distribución y origen.....	14

Clasificación taxonómica.....	14
Descripción morfológica.....	15
Biología y hábitos.....	16
Importancia económica.....	17
Métodos de control.....	18
Biológico.....	18
Físico.....	21
Químico.....	24
Control alternativo.....	26
Aceites.....	26
Aceites vegetales.....	26
Aceites minerales.....	27
Aceites evaluados.....	28
Cacahuete.....	28
Ajonjolí.....	29
Ajo.....	29
Ricino.....	30
Soya.....	31
Albahacar.....	32
MATERIALES Y METODOS.....	33
Ubicación del experimento.....	33
Material biológico.....	33
Procedimiento de la cría de <i>Sitophilus zeamais</i>	34

Productos utilizados.....	35
Método de bioensayo.....	35
Técnica de película residual (FAO, 1974).....	35
Análisis estadístico.....	37
RESULTADOS Y DISCUSION.....	38
Concentración letal.....	38
Limites fiduciales (CL ₅₀) y (CL ₉₅).....	39
Valores de χ^2 , r^2 , G.L. y P.....	41
Líneas de respuesta dosis-mortalidad.....	41
Comparación de limites fiduciales (CL ₅₀).....	42
CONCLUSIONES.....	47
BIBLIOGRAFIA.....	48
APENDICE A.....	60
APENDICE B.....	64

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1 CL ₅₀ , CL ₉₅ y limites fiduciales de los diferentes aceites usados contra poblaciones de <i>Sitophilus zeamais</i> a 24 hrs de exposición.....	39
2 Coeficientes de determinación (r^2), chi-cuadrada (χ^2) y probabilidad de ocurrencia del evento de los diferentes aceites a 24 hrs de exposición.....	41
3 Cuadro 3. Porcentaje de mortalidad de <i>S. zeamais</i> a diferentes dosis de aceites de cacahuete, ajonjolí, ajo y albahaca.....	45
4 Cuadro 4. Porcentaje de mortalidad de <i>S. zeamais</i> a diferentes dosis de aceite soya y ricino.....	40
A1 Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Sitophilus zeamais</i> expuestos al aceite de cacahuete a las 24 horas.....	61
A2 Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Sitophilus zeamais</i> expuestos al aceite de ajonjolí a las 24 horas.....	61
A3 Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Sitophilus zeamais</i> expuestos al aceite de ajo a las 24 horas.....	62

A4	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Sitophilus zeamais</i> expuestos al aceite de albahaca a las 24 horas.....	62
A5	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Sitophilus zeamais</i> expuestos al aceite de soya a las 24 horas.....	63
A6	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Sitophilus zeamais</i> expuestos al aceite de ricino a las 24 horas.....	63
B1	Respuesta de <i>Sitophilus zeamais</i> al aceite de cacahuete a las 24 horas de exposición	65
B2	Respuesta de <i>Sitophilus zeamais</i> al aceite de ajonjolí a las 24 horas de exposición	65
B3	Respuesta de <i>Sitophilus zeamais</i> al aceite de ajo a las 24 horas de exposición	66
B4	Respuesta de <i>Sitophilus zeamais</i> al aceite de albahaca a las 24 horas de exposición	66
B5	Respuesta de <i>Sitophilus zeamais</i> al aceite de soya a las 24 horas de exposición	67
B6	Respuesta de <i>Sitophilus zeamais</i> al aceite de ricino a las 24 horas de exposición.....	67

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	A) <i>Sitophilus oryzae</i> (L.), B) <i>Sitophilus zeamais</i> Motsch, C) <i>Sitophilus granarium</i> y D) <i>Rhizipertha dominica</i> (F.).....	11
2	A) <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (L), B) <i>Cryptolestes pusillos</i> Sch, C) <i>Tribolium confusum</i> J. du V. y D) <i>Tenebroides mauritanicus</i> (L.).....	12
3	Líneas de respuesta dosis-mortalidad de diferentes aceites sobre poblaciones de <i>Sitophillus zeamais</i> a 24 hrs de exposición.....	42
4	Representación grafica de límites fiduciales obtenidos a nivel de CL ₅₀ de <i>Sitophillus zeamais</i> a 24 hrs de exposición a los diferentes aceites vegetales.	43
5	Dosis evaluadas y porcentaje de mortalidad en las que funcionaron mejor los aceites A) cacahuete, B) ajonjolí, C) ajo, D) albahacar, E) soya y F) ricino.....	44

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L) es una gramínea anual, originaria de las Américas introducida en Europa en el siglo XVI. Actualmente, es el cereal con mayor volumen de producción en el mundo, superando al trigo y el arroz. En la mayoría de los países de América, el maíz es la base de la alimentación y constituye uno de los aspectos centrales de la Cultura Mesoamericana; es sin discusión una de las más valiosas aportaciones del nuevo mundo a la humanidad. Sin embargo, es necesario aclarar que no es un producto natural, sino que se consiguió mediante la domesticación de una gramínea silvestre, sin que hasta la fecha se pueda precisar cuál y en qué sitio se consiguió por primera vez.

El cultivo es atacado por diversas plagas en el campo y también como producto cosechado en el almacén, destacando como una de las más importantes el picudo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). En América Latina se pierde entre el 30 y 40% de la producción durante el almacenamiento debido a esta plaga, que también es considerado como el insecto más dañino del maíz almacenado en los Estados Unidos de América (EUA) y países tropicales; se sabe que con un promedio de dos insectos por grano, ocasiona un 18.3% de pérdidas en 48 días.

Hasta hace algunos cuantos años a esta especie se le confundía con el gorgojo del arroz *Sitophilus oryzae* L y se le refería como la raza más grande de este gorgojo. Posteriormente se le clasificó como una especie diferente. *S. zeamais* tiene preferencia por el maíz, de ahí se deriva su nombre común y técnico. Es oportuno mencionar que también ataca un gran número de cereales, y causa cuantiosas pérdidas en las regiones de clima caliente y húmedo, reduciendo las semillas a polvo y cáscara. En la mayoría de los casos, inicia su ataque en campo, pero es en el almacenamiento donde se multiplica con mayor rapidez y el daño producido es más intenso.

El maíz es el producto agrícola de mayor importancia en nuestro país, tanto por su consumo directo como por su uso industrial; de hecho es alimento indispensable en la población. Se han reportado alrededor de 66 especies que lo atacan; y entre ellas está el *S. zeamais* y se sabe que las pérdidas a causa de este insecto oscilan entre un 15 y 25% dependiendo de la región.

En el control de esta plaga se utilizan diversos insecticidas sintéticos, los cuales han derivado en el surgimiento de resistencia, acumulación de residuos en el ambiente, intoxicaciones y aumento de los costos de producción; por lo anterior se hace necesario buscar nuevos métodos de control que no causen efectos antes señalados, siendo una buena alternativa el uso de aceites vegetales, lo cual constituye una opción muy útil para agricultores de escasos recursos, que poseen superficies pequeñas de terreno, por tal motivo el objetivo de este trabajo es evaluar las propiedades insecticidas de seis aceites de origen vegetal para el control de adultos de *Sitophilus zeamais* bajo condiciones de laboratorio.

Palabras clave:

Aceites vegetales, *Sitophilus zeamais*, concentración letal.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen e importancia del maíz

El cultivo del maíz tuvo su origen, con toda probabilidad, en América Central, especialmente en México, de donde se difundió hacia el norte hasta Canadá y hacia el sur hasta Argentina. La evidencia más antigua de la existencia del maíz, de unos 7 000 años de antigüedad, ha sido la encontrada por arqueólogos en el valle de Tehuacán (México) pero es posible que hubiese otros centros secundarios de origen en América. Este cereal era un artículo esencial en las civilizaciones maya y azteca y tuvo un importante papel en sus creencias religiosas, festividades y nutrición; ambos pueblos incluso afirmaban que la carne y la sangre estaban formadas por maíz. La supervivencia del maíz más antiguo y su difusión se debió a los seres humanos, quienes recogieron las semillas para posteriormente plantarlas (FAO, 1993). Tal ha sido su relación con el hombre que en la actualidad es una planta que no puede reproducirse sin la intervención del hombre, por lo que si se dejara de cultivar, desaparecería (IMSA 2004).

El maíz es un cultivo de unos 7000 años de antigüedad, de origen indio que se cultivaba por las zonas de México y América Central. Hoy en día está diseminado por todo el mundo y en especial en Estados Unidos de América (EUA) y toda Europa, donde ocupa una posición destacada entre los demás cultivos (InfoAgro, 2006).

En México, es considerado uno de los productos indispensables en la dieta alimenticia; aporta más del 65 % de las calorías y del 30 al 50 % de las proteínas ingeridas diariamente; se calcula que el consumo per cápita es de 300 gr por día. Su cultivo y producción no solo representa un reto agrícola, sino un problema de soberanía nacional, pues se trata de un producto básico a nivel nacional; también desempeña un papel importante en la industria, para la obtención de gran cantidad de productos y subproductos, como aceites, jabón, glicerina, emulsiones y farmacéuticos (Chiapas, 1999; González, 1995; INEGI, 1997).

Es una de las plantas más estudiadas por los científicos, tiene gran adaptación a climas y zonas por la alta tasa de mutación que posee de manera natural, así como la relativa facilidad que presenta para cruzamientos e hibridaciones (FAO 2004). En el 2004 se produjeron en el mundo alrededor de 704 millones de toneladas, sobresaliendo EUA, China, Brasil y México, que aportaron más del 70% de la producción mundial; en general, la mayor parte se destina para forraje y fabricación de productos industriales como aceites y almidones, entre otros; en menor proporción se encuentran las variedades para consumo en fresco o palomitas de maíz (FAO 2004).

Es la principal fuente de nutrimento de un amplio sector de la población rural y urbana marginada; además constituye el soporte fundamental de la economía campesina, ya que el 85% de la superficie cultivada se ubica en áreas de temporal (Villar *et al.*, 1994). Datos de la Confederación Nacional Campesina indican que unos 12.5 millones de personas están vinculadas directa o indirectamente a este cultivo lo que representa 55.2 % de la población dedicada a la agricultura (Cevallos, 2006).

Descripción botánica de la planta de maíz

El maíz se considera monoico es decir, presenta flores masculinas, femeninas y ciclo vegetativo amplio según las variedades, variando entre 80 y 200 días desde la siembra hasta la cosecha, (INEGI, 1997). Róbelo en 1994, describe a la planta de maíz de la siguiente manera:

Raíz

Sistema radical fibroso (carece de raíz pivotante) localizado propiamente en la corona para posteriormente ramificarse con la particularidad de poder desarrollar raíces adventicias en los primeros nudos del tallo.

Tallo

El tallo es cilíndrico formado por nudos y entrenudos, el número de estos y la altura depende de la variedad y de las condiciones ecológicas.

Hojas

Las hojas son largas y angostas constituidas por vaina, lígula y limbo, el número de hojas depende, al igual que el tallo, de las condiciones y de la variedad pues de cada nudo emerge una hoja.

Inflorescencias

En el maíz, la inflorescencia masculina (espiga) y femenina (mazorca) se encuentran en la misma planta, pero en sitios diferentes, por esto se dice que es monoica. La inflorescencia masculina se ubica en el ápice del tallo, es ramificada y constituida por espiguillas que contienen dos flores. Cuando las condiciones fisiológicas y ambientales lo permiten, las anteras liberan polen y se produce la polinización.

La inflorescencia femenina está formada por el raquis (tusa), en el cual van un par de glumas externas, dos yemas, dos paleas y dos flores, una de las cuales es estéril y la otra fértil. Por esto, el número de hileras de las mazorcas es par. El conjunto de estilos forman la barba de la mazorca. Toda la inflorescencia femenina está protegida por las brácteas (hojas de las mazorcas) que tienen como función la protección del grano.

Grano

La cubierta o capa de la semilla (fruto) se llama pericarpio. Es dura, por debajo se encuentra la capa de aleurona, que le da el color al grano (blanco, amarillo, morado) y contiene proteínas. Interiormente está el endospermo, con el 85 -90% del peso del grano. El

embrión está formado por la radícula y la plúmula, ubicándose en el escutelo, localizado en la parte inferior del grano donde va adherido a la tusa (FONAIAP, 1990).

Plagas y enfermedades del maíz en campo.

Plagas (Díaz, 1964)

Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Gusano de la mazorca (*Heliothis zea*) (Ortega 1977).

Barrenador del maíz (*Diatrea saccharalis*).

Gusano soldado (*Agriotes* spp.).

Enfermedades (León, 1984)

Tizón foliar (*Helminthosporim maydis*).

Mancha foliar (*Septoria maydis*).

Diente de caballo o cornezuelo del maíz (*Claviceps gigantea*).

Carbón común (*Ustilago maydis*).

Principales plagas de granos almacenados (Programa Regional Postcosecha, 2009).

Tribolium confusum, *Sitophilus oryzae* (L.), *Sitophilus granarius* (L.), *Sitophilus zeamais* Motsch, *Sitophilus granarius* (L.), *Rhizipertha dominica* (F.), *Cryptolestes pusillos* Sch, *Oryzaephilus surinamensis* (L) y *Tenebroides mauritanicus* (L.)

Importancia de las plagas de almacén

Los cereales son considerados, mundialmente, como las especies vegetales más importantes para la alimentación de los seres humanos y animales domésticos (Dell'Orto y Arias, 1983). Por esto, su almacenamiento por largos períodos de tiempo es esencial para disponer de alimento en forma constante (Páez, 1987). Lamentablemente, esto se ve entorpecido por los insectos plaga de los granos almacenados, que causan cuantiosas pérdidas, tanto en lo económico como en su disponibilidad para la alimentación de animales y seres humanos (Larraín, 1994). Esto se magnifica en el caso de pequeños agricultores, ya que no cuentan con la suficiente información y tecnología, para realizar un manejo de poscosecha que minimice el daño causado por estas plagas (Páez, 1987).

Dentro de los agentes perjudiciales más importantes que afectan el maíz almacenado se encuentra el picudo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Rees, 1996). Larrín (1994) señala que cerca del 10% de los granos de cereales pueden ser infestados por *S. zeamais* en el

momento de la cosecha, y si la infestación continúa en el almacenaje, alrededor del 30 al 50% de los granos pueden estar dañados al cabo de seis meses.

Origen y evolución de los insectos de almacén

Sé cree que los insectos de almacén hacen su aparición en la era neolítica, cuando el hombre empieza a criar animales domésticos, cultivar plantas y almacenar regularmente cereales en el octavo milenio A.C. se asume que las especies conocidas hoy como plagas de almacén fueron desarrolladas primeramente en hábitat naturales y después se trasladaron o fueron trasladadas a los lugares de almacenaje, ya que estos les proporcionaban condiciones adecuadas para su desarrollo (Solomon, 1965).

Algunas especies de insectos actualmente asociadas a los productos almacenados fueron encontradas en las tumbas del antiguo Egipto; insectos como *Tribolium spp.* Y *Sitophilus granarius* fueron encontradas en tumbas faraónicas de la sexta dinastía que datan alrededor de 2500 a 2300 A.C (Chaddick y Leek, 1972).

Principales causas de infestaciones de los graneros

El principal origen de las infestaciones ocurre desde el campo cuando los granos están alcanzando su madurez fisiológica. Gran parte de los huevecillos dejados por las hembras sobre los granos, sobreviven a las operaciones propias de la recolección, al desgrane y al acondicionamiento posterior hasta que finalmente son depositados en la bodega y si las condiciones son favorables los huevecillos eclosionan causando así los daños irreparables (Ramayo, 1983).

Otra causa de infestación por insectos es cuando permanecen granos o desperdicios infestados de un año a otro en los almacenes lo que ocasiona que al momento de almacenar el grano nuevo presente fácilmente una infestación (Pérez, 1988).

Infestación y Daños

Principalmente la infestación se inicia desde el campo, cuando los granos están alcanzando su madurez fisiológica. Gran parte de los huevecillos dejados por las hembras sobre los granos, sobreviven a las operaciones propias de la recolección, al desgrane y al acondicionamiento posterior hasta que finalmente son depositados en la bodega y si las condiciones son favorables los huevecillos eclosionan. (Ramayo, 1983). Otra causa es cuando permanecen granos o desperdicios infestados de un año a otro en los almacenes, lo que

ocasiona que al momento de almacenar el grano, la infestación se reactive fácilmente (Pérez, 1988).

A las especies plaga de almacén, se les llama insectos de infestación primaria, cuando tiene la capacidad de atacar el grano sano y producen el primer daño. Al completar su ciclo dejan el grano picado y al emerger la larva empieza a alimentarse, lo cual intensifica el problema. Entre los insectos de infestación primaria están los gorgojos *Sitophilus* spp., *Acanthoscelides obtectus* Say), el barrenador menor y mayor de los granos, *Ryzopertha dominica* F, y *Prostephanus truncatus* Horn, respectivamente.

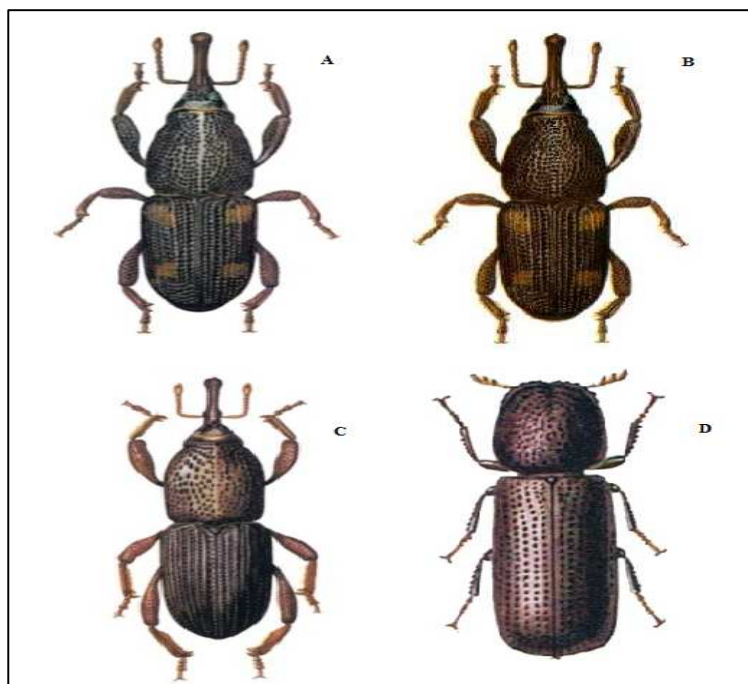


Figura 1. A) *Sitophilus oryzae* (L.), B) *Sitophilus zeamais* Motsch, C) *Sitophilus granarium* y D) *Rhizopertha dominica* (F.).

A los insectos de infestación secundaria, se les llama de esta manera porque no pueden penetrar por la estructura de protección del grano. Atacan granos dañados por insectos de infestación primaria, rotos, productos y subproductos de la molienda y procesados; se alimentan principalmente de harinas (Figura 2). Dentro de esta categoría están la carcoma dentada (*Oryzaephilus surinamensis* L), carcoma achatada (*Cryptolestes pusillus* Sch), varias especies de *Tribolium* y la carcoma grande (*Tenebroides mauritanicus* L).

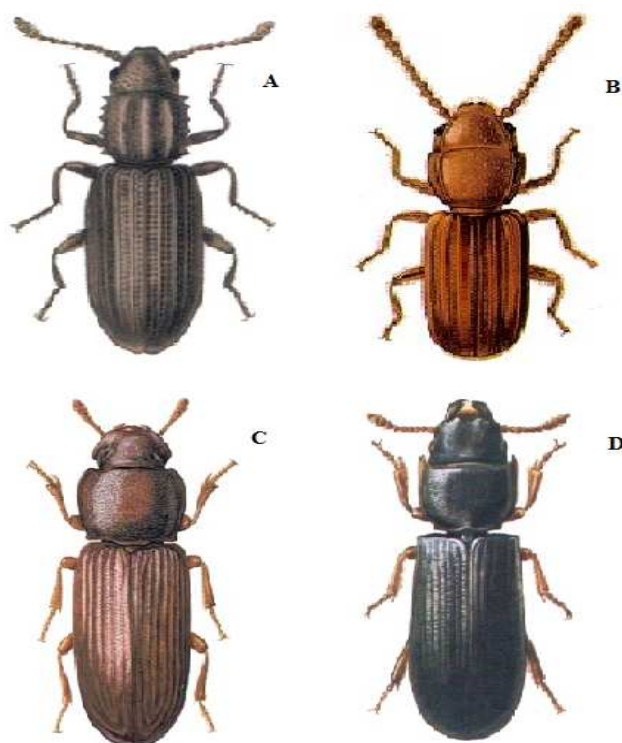


Figura 2. A) *Oryzaephilus surinamensis* (L), B) *Cryptolestes pusillos* Sch, C) *Tribolium confusum* J. du V. y D) *Tenebroides mauritanicus* (L.).

Tipos de daños

Larrain en 1994 clasifica en daños directos e indirectos:

Daños directos: son los causados por la actividad de alimentación, la contaminación con excremento, secreciones y fragmentos de plagas muertas o bajar el porcentaje de germinación.

Daños indirectos: Calentamiento y migración de humedad, el alimento básico de los insectos es el almidón, éste y otros componentes del grano se metabolizan liberando calor y humedad, pudiendo generar intensos focos de calor, esta diferencia de temperatura en la masa de granos conlleva movimientos de aire que termina con incrementos de humedad en las zonas más frías e incluso atacar y dañar el material de empaque y estructuras de las bodegas (Serna, 1996).

La infestación puede producirse ya sea en el campo, durante el transporte o en la bodega (Ramayo, 1983). Otros daños son transmisión de enfermedades, distribución de hongos y otros microorganismos incremento en los costos de almacenamiento (por el uso de insecticidas) y distribución de mico toxinas.

Picudo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky 1855

Distribución y origen

Existe confusión en cuanto al origen de este insecto, pero se cree que es originario de la India, lugar del cual se distribuyó a todo el mundo en embarques de granos, convirtiéndose en un insecto cosmopolita (Metcalf y Flin, 1982).

Clasificación taxonómica

Borror *et al* (1989) citado por Barbosa en el 2007 ubican a *Sitophilus zeamais* como sigue:

Reino.....Animal
Phylum..... Arthropoda
Clase.....Insecta
Subclase.....Pterygota
Orden.....Coleoptera
Suborden.....Polyphaga
Superfamilia.....Curculionoidea
Familia.....Curculionidae
Subfamilia.....Rhynchophorinae
Género.....*Sitophilus*
Especie.....*zeamais*

Descripción morfológica

El *S. zeamais*. Pertenece la orden coleóptera y a la familia Curculionidae, conocido comúnmente como gorgojo del maíz, hasta hace poco tiempo, era confundido con el gorgojo del arroz *Sitophilus oryzae*, pero Linnaeus, Floyd y Nelson en 1959, establecieron que eran dos especies diferentes. El gorgojo del maíz tiene preferencia por este cereal, y además también ataca otros cereales y causa cuantiosas pérdidas, es de metamorfosis completa y un poco más grande, la cabeza la tiene provista de una trompa larga, ojos oblongos y antenas acodadas, el tórax esta densamente marcado con punturas circulares y los élitros presentan en sus ángulos exteriores cuatro manchas de color rojo anaranjado el primer par de alas (anteriores) o élitros son duros y cubren todo el abdomen; el segundo par de alas (posteriores) son membranosas, están plegadas bajo los litros y por lo general les sirven para volar, larvas y adultos poseen aparato bucal masticador. Las larvas tienen forma de gusano sin patas (Ramírez en 1979). Sin embargo, estas no son características que permitan diferenciarlos. Para corroborar la especie, es necesario disector su genitalia, siendo más fácil hacerlo en los machos. El edeago de *S. oryzae* es liso y de forma cilíndrica, mientras que el de *S. zeamais* presenta dos surcos longitudinales y está ligeramente aplanado.

Los adultos vuelan de los graneros a los campos donde inician las infestaciones, las que pueden continuarse después de las cosechas y constituirse en una plaga destructiva en el almacén (SARH, 1980).

Biología y hábitos.

La hembra taladra el grano con su pico, deposita un huevecillo en cada agujero sellando con un tapón ceroso. El huevecillo es opaco, de color blanco, de 0.7 mm de largo por 0.3 mm de ancho, en forma de pera u ovoide. Cada hembra puede depositar hasta 400 huevecillos durante su vida. El periodo de incubación varía de tres a cinco días; sin embargo, en climas fríos son necesarios hasta diez días para incubar. Las larvas son apodas de color aperlado y de apariencia carnosa pasa por cuatro estadios, tiene cabeza pequeña de color café claro, cuneiforme más larga que ancha de cerca de cuatro mm de longitud. Al nacer comen del interior del grano, completan su desarrollo de tres a cuatro semanas. La larva, al completar su desarrollo, utiliza una mezcla de desechos y secreciones para hacer una celda pupal dentro del grano y se transforma en pupa después de haber pasado uno o dos días como pre pupa. La pupa es blanca, semejante al adulto, de cabeza redonda, probóscide larga y delgada, dirigido hacia la parte inferior, con las patas dobladas hacia el cuerpo y las alas cubriendo a estas, tiene nueve segmentos abdominales, cada uno de los cuales presentan dos espinas prominentes, pudiendo tardar hasta veinte días si estas son adversas. Al nacer, permanecen en el interior del grano comiendo de este durante varios días, después lo abandonan por donde fue introducido el huevecillo dejando las perforaciones. Todo el ciclo se lleva acabo dentro del grano, que se completa en un periodo de cinco semanas a una temperatura de 30 grados centígrados y una humedad relativa de 70% (Hernández, 1999).

El adulto es un picudo de 2 a 4 mm de largo, con coloración café oscuro a casi negro. La probóscide del macho es ancha, corta y rugosa, mientras que en la hembra es larga, lisa y

brillante (SARH, 1980). El adulto vive varios meses, hasta un año (García 1992). El tórax esta densamente marcado con punturas circulares y los élitros presentan en sus ángulos exteriores cuatro manchas de color rojo anaranjado (Ramírez, 1979).

Importancia económica

Es considerado como plaga primaria ya que es capaz de perforar el grano y favorecer la aparición de otras plagas (Ebecil, 1993).

El daño es causado tanto por la larva como el adulto y en maíz se reduce a polvo y cascara (Grenier, 1994).

Coombs (1972) menciona que el número de picudos *Sitophilus zeamais* que se puede desarrollar dentro del grano dependerá del tamaño del grano. Normalmente en trigo sólo emerge un adulto por grano y en maíz pueden emerger más.

En nuestro país García (1992) reporto la presencia de *Sitophilus zeamais* en los estados de Aguascalientes, Campeche, Coahuila, Edo. De México, Guerrero, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán. Y se han reportado perdidas de granos entre un 15 y 25% (Nájera 1991).

Medrano 1989 hace referencia al grave problema que representa este insecto en el estado de Veracruz, causando daños considerables.

MÉTODOS DE CONTROL

1) 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 como cultivos, árboles, animales e insectos benéficos y microorganismos (García, 1988).

Según Brower *et al.* (1996), el uso del control biológico en granos almacenadas presenta muchas ventajas como es que la liberación de los enemigos naturales en ambientes confinados los protege de las condiciones adversas del clima, además que los agentes controladores que sobreviven hasta las últimas etapas del almacenamiento no son dañinas como pueden llegar a serlo los residuos de plaguicidas, no se conoce resistencia por parte del insecto plaga (huésped) y no ponen en peligro a los operadores que realizan la aplicación (liberación en este caso). Aunque también estos autores señalan algunas desventajas como por ejemplo que los enemigos naturales son muy específicos y actúan lentamente además de que se requiere de infraestructura permanente para su reproducción y su éxito puede requerir liberaciones

demasiado frecuentes lo cual podría producir que el grano se pueda contaminar por la presencia de los restos de los insectos muertos producto de las múltiples liberaciones.

El uso de enemigos naturales para el control de plagas de los granos almacenados puede ser con insectos depredadores o parasitoides.

a) Depredadores

Una amplia variedad de depredadores atacan a las plagas de los granos, semillas y productos almacenados (Brower *et al.* 1996). Sin lugar a dudas los dos órdenes más importantes son Coleoptera y Hemiptera.

Según Baur (1992), las familias más importantes de Coleopteros depredadores son *Carabidae*, *Staphylinidae* e *Histeridae* pero los depredadores mas comúnmente encontrados en productos almacenados son las chinches de la familia *Anthocoridae* y *específicamente* *Xylocoris flavipes*. Antecedentes reportados por Brower *et al.* (1996), indican que este depredador después de 16 semanas fue capaz de disminuir en un 97 a 99% la población de *Oryzaephilus surinamensis*, en un 97.6% la de *Tribolium casteanum* y en un 78.8% la de *Plodia interpunctella*.

b) Parasitoides

La mayoría de los parasitoides que atacan plagas de los granos almacenados son del orden

Hymenoptera (Baur, 1992). Según Brower *et al.* (1996), los parasitoides en este contexto se pueden dividir en aquellos que parasitan a plagas que se alimentan del interior del grano y aquellas que atacan a las que se alimentan de la parte externa. De las primeras se destacan *pteromalidos* como *Anisopteromalus calandrae* (Howard), *Lariophagus distinguendus*, *Pteromalus cerealellae* y *Theocolax elegans*. Por ejemplo Baur (1992), señala que *Anisopteromalus calandrae* y *Theocolax elegans* reducen la población de *Sitophilus zeamais* Motshulsky en un 25 a 50% en maíz almacenado. En el caso de aquellos que parasitan plagas externas al grano Brower *et al.* (1996), menciona a *Trichogramma pretiosum* y *Trichogramma evanescens* quienes atacan a los diferentes estados inmaduros de estas plagas pero especialmente huevecillos. A su vez también se destaca el *Braconido* *Bracon bebetor* Say que parasita larvas de varias polillas como por ejemplo *Plodia interpunctella* en la que reduce la emergencia en un 74% y en un 97% en *Ephestia cautella* (Baur, 1992).

c) Hongos entomopatógenos

Los hongos entomopatógenos para algunos autores constituyen una alternativa interesante en la protección de semillas almacenadas. Estos básicamente actúan invadiendo el cuerpo de su huésped penetrando la cutícula o exoesqueleto. Una vez en el celoma, se multiplican rápidamente y se dispersan a través del cuerpo. La muerte del insecto es ocasionada por la destrucción de tejidos y, ocasionalmente, por toxinas producidas por los hongos. Una vez que la plaga muere, los hongos emergen de su cuerpo para producir esporas, las cuales, llevadas

por el viento, lluvia o por otros insectos pueden expandir la infección (Boucias y Pendland, 1998).

Por ejemplo, Moino y Alves (1995), 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%. En un trabajo posterior los mismos autores (1998), obtuvieron reducciones de hasta un 60% de *Sitophilus zeamais* con inoculaciones de este mismo hongo.

Otro antecedente lo aportan Padin *et al.* (1995), quienes evaluaron 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.

2) Métodos físicos

Gracia (1992) menciona que los métodos físicos tradicionales consisten en exponer el grano al sol. Así como utilizar humo, mezclar el grano con arena, ceniza, tierra diatomea, cal y aceites (Shaaya y Kostyukosky, 2007).

- a) Humo. Se almacenan las semillas sin desgranar en plataformas elevadas de madera y se hace pasar humo por debajo de estas.
- b) Mezclar el grano con arena o ceniza. Esta acción evita que los insectos se reproduzcan debido a que raspan la cutícula del cuerpo haciendo que pierdan humedad, y si el grano está seco los insectos no podrán recuperarla y morirán.
- c) Calor: aire caliente a alta velocidad, sesenta grados centígrados durante tres minutos. La alta velocidad que posee la masa de aire caliente hace que el grano quede suspendido, y de esta forma, se elimine a los insectos plagas. Esta técnica sólo se aplica en trigo.
- d) Frío: este método, si bien no es una técnica nueva, ha cobrado importancia recientemente, sobre todo en Brasil, consiste en insuflar aire frío (producido artificialmente) a través de la masa de granos almacenada tanto en silos convencionales, como celdas, el proceso es interrumpido cuando la temperatura de los granos se encuentra entre 14 y 17 °C, el frío es conducido por el sistema de aireación sin utilizar el ventilador, el proceso puede durar horas, días o semanas, en función del tamaño de los silos, potencia de la maquina, producto a enfriar, localización geográfica y principalmente del diseño de los ductos de aireación, la temperatura se mantendrá

estable por varios meses dependiendo de las condiciones climáticas y de la estructura de almacenaje.

e) Polvos Inertes. Entre los métodos físicos de combate de insectos plaga de los granos almacenados se encuentran algunas prácticas de la agricultura poco tecnificada que aprovechan los recursos disponibles del medio como herramientas de control (Stoll, 1989). Así es como una gran cantidad de polvos inertes, cenizas y arenas finas, se han mezclado con el grano de manera tradicional como barrera física contra el daño por insectos (D'Antonio, 1997). Estos polvos minerales, comúnmente llamados polvos inertes tienen un efecto abrasivo o bien absorben los lípidos que forman la superficie exterior de la cutícula de los insectos, facilitando una pérdida de agua que conduce a la muerte por deshidratación del insecto (Luca y Pinçao, 1995; Subramanyan y Roesli, 2000). Según Golob *et al.* (1981), todos los polvos minerales disminuyen la infestación de las plagas pero la efectividad está directamente relacionada con la dosis. Este antecedente es avalado por Permual y Le Patourel (1990) quienes además indican que una dosis de 5 g por kilogramo de grano reduce considerablemente las plagas. Otro ejemplo se encuentra en Aldryhim (1990), donde un polvo de sílice disminuyó la progenie de *Tribolium confusum* y *Sitophilus granarius* en un 60%. En América Latina también existen algunos antecedentes sobre el tema, por ejemplo González y Lagunés (1986), encontraron que después de 65 días de almacenamiento el maíz tratado con cal y ceniza volcánica al 1% mostraron menores infestaciones. Páez (1987) con esta misma ceniza a una concentración del 1%, obtuvo una progenie de *Sitophilus zeamais* un 50% menos.

f) Tierra de Diatomeas. La tierra de diatomeas son los exoesqueletos de algas petrificadas en los fondos marinos. El exoesqueleto posee en su estructura abundante en sílice extraído del agua (Allen, 2001). Estas estructuras, de tamaño microscópico, están formadas por cristales de bordes irregulares y filosos los cuales al rasgar el integumento del insecto causan su muerte por deshidratación de tejidos (Korunic, 1998). La tierra de diatomeas ha demostrado ser efectiva para el control de plagas de granos almacenados, evitando así el deterioro y pérdida del valor comercial de los mismos (Scholl, 1998). La muerte de los insectos ocurre aproximadamente 12 horas después de haber tomado contacto con el producto. Se utiliza en una concentración del 0,6 % al 1 % (p/p) y ha mostrado un efecto protector de entre 7 y 12 meses respectivamente (Korunic, 1998).

3.-Control químico (Guía para el manejo adecuado de plaguicidas en almacenes de granos 2009).

a) Tratamiento de instalaciones: Generalmente son líquidos o polvos residuales que se pulverizan en pequeñas gotas o se espolvorean sobre las instalaciones.

b) Tratamiento preventivo: se realizan sobre grano en movimiento, tratando de generar condiciones inadecuadas para el desarrollo de las plagas. En este caso, también se trata de líquidos o polvos residuales que se espolvorean o fumigan sobre el grano en movimiento,

generalmente se prefiere la pulverización porque de esta manera se logra una distribución más uniforme. En muchos casos, los inertes que acompañan a los plaguicidas en polvo pueden afectar la residualidad del mismo; además, la tensión de vapor de los líquidos les otorga a estos la posibilidad de actuar con mayor rapidez y ejercer control parcial sobre las formas jóvenes u ocultas. Cabe citar que algunos inertes minerales que se encuentran en la formulación de los polvos pueden disminuir el peso hectolítrico del grano, esto en el caso del trigo cobra mayor importancia puesto que unas de las formas de comercialización se da en función de este parámetro (sobre todo si se está en el límite de grado).

c) Tratamiento curativo: se realiza con fumigantes con el objeto de eliminar una plaga presente. Controla la infestación pero no brinda ningún tipo de protección contra futuras infestaciones. Generalmente para este tipo de control se utilizan gases que actúan por inhalación. Requieren el mayor grado de hermeticidad posible y un tiempo de exposición determinado. Son influenciados por temperatura, método de aplicación, etc. Dentro de esta rama el producto más difundido comercialmente es Fosfuro de aluminio, este se presenta en pastillas, comprimidos y bolsitas; esta última forma es más aconsejable puesto que el fosfuro de aluminio deja como residuo óxidos de aluminio, hasta un uno por ciento de fosfuro sin reaccionar. La utilización de este compuesto en bolsitas evita el contacto del grano con dichos residuos.

En el caso del fosfuro de magnesio la reacción es más rápida y total; es por eso que no queda fosfina sin reaccionar, pero si pueden quedar como residuos algunos óxidos de magnesio.

Control alternativo

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.

Aceites vegetales

Los aceites de origen vegetal han sido utilizados desde épocas muy antiguas para el control de diferentes insectos a nivel doméstico y de agricultura de subsistencia. Se han propuesto varias explicaciones para su acción tóxica sobre los insectos. La primera se refiere al efecto ovicida donde eliminaría los huevecillos de los insectos debido a que los cubre completamente con una película que impide el intercambio gaseoso (Davidson, et al. 1991), además se plantea que altera el equilibrio osmótico, es decir el huevo perdería tanta agua que se secaría muriendo el embrión (Larrain, 1982). Por último alteraría la actividad enzimática del huevo produciéndose una coagulación del protoplasma. Como adulticida se plantea que cubre al adulto con una capa oleosa que tapa los espiráculos de respiración matándolo por asfixia (Davidson, et al. 1991). La eficiencia de los aceites vegetales ha sido reportada exitosamente contra insectos de granos almacenados (Gastelúm y Rodríguez, 1996). El modo de acción que se les atribuye es principalmente ovicida (FAO, 1983) y larvicida en instares tempranos (Aguilera, 1991). A su vez Díaz (1985), evaluó aceites de algodón, cártamo, girasol, maíz, soya y olivo contra *Sitophilus zeamais* encontrando que los mejores resultados se obtienen con

aceite de maíz a una concentración del 6%. Otro antecedente lo proporciona Salas (1985), quien indica que la aplicación de 10 ml por kilogramo de cualquiera de los siguientes aceites: semilla de aceites de 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.

Aceites minerales

Los aceites minerales constituyen un método de control físico confiable, que aún hoy, siguen evolucionando. Son eficientes en la horticultura por tener una efectiva 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).

Los aceites actúan recubriendo el cuerpo del insecto, y su muerte se produce por asfixia al impedirle el intercambio gaseoso (Davidson *et al.*, 1991).

Varias clases de artrópodos son afectados con el uso de estos aceites, pudiéndose mencionar: ácaros, escamas, chinches harinosas, psílicos, áfidos, saltamontes y algunos lepidópteros (huevos de polillas). Puesto que los 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 aspersión, 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).

Actualmente, se esta haciendo mucha investigación y desarrollando formulaciones de aceites vegetales para el control de artrópodos plagas. (Gowurity y Cabanne, citados por Vincent *et al.*, 2003).

Aceites evaluados

Cacahuete *Arachis hypogaea*

Se obtiene por prensado mecánico y/o extracción por solventes de la semilla del cacahuete (*Arachis hypogaea*). El aceite de cacahuete refinado y deodorizado es de color amarillo pálido. Su composición es alta en ácidos grasos mono insaturados y es muy estable (fuente de salud natural en internet).

QI y Burkholder (1981) realizaron un estudio que consistió en la evaluación de aceites de algodón, soya, maíz y cacahuete y observaron que la progenie de *Sitophilus Zeamais* decreció significativamente a la dosis de 5 ml por Kg. y que de las dosis de 10 ml por Kg. Se obtuvo un control total de insectos durante 60 días con todos los aceites empleados.

Ajonjolí *Sésamosesamum indicum* L.

Es una planta oleaginosa cultivada desde muy antiguo. En Mesopotamia, en la India, en Egipto, en China y en Grecia, sus semillas eran muy apreciadas como condimento y como alimento exquisito y energético. En la tumba de Ramsés III (siglo XIII a.C.) puede verse en un fresco como los egipcios ya añadían sésamo a la masa del pan. Actualmente sigue siendo de uso popular en países orientales y americanos, donde incluso se prepara con él una bebida similar a la horchata, que toman las mujeres para favorecer la secreción láctea cuando amamantan.

Haro y Mc. Gregor (1983) mencionaron que los aceites de cártamo, maíz, ajonjolí y girasol usados en dosis de 1.5 y 10 ml por Kg. de frijol almacenado, el de maíz fue el que mejor protegió a las semillas contra el ataque del gorgojo pardo del frijol *Acanthoselides obtectus* (Say), y del gorgojo pinto o mexicano del frijol, sin embargo el aceite de girasol demostró eficacia contra *Zabrotes subfaciantus* (Boh) y el de ajonjolí, fue eficaz contra *Acanthoscelides obtectus* (Say); en tanto que la germinación del frijol no se vio afectada con los aceites

Ajo *Album sativum*

El aceite de ajo presenta una historia de más de 5000 años, el ingrediente activo que es la alicina tiene propiedades antibióticas y repelentes contra plagas agrícolas. Oca (1978)

Menciona un 70% de control contra *Sitophilus orizae* a las 24 hrs. De exposición a una concentración del 4%.

Originario de Asia, el ajo ya era conocido por los egipcios, quienes lo consideraban imprescindible en la cocina y conscientes del desagradable aliento que ocasionaba, disimulaban éste comiendo una manzana a continuación (fuente de salud natural en internet).

Oca et al. (1978), menciona un 70% de control de *Sithophilus orizae* a 24 h de exposición.

Ricino *Ricinus comunis*

De las semillas se extrae el aceite, un amargo laxante y vermífugo, que hace algunas décadas era administrado a millones de niños europeos con gran disgusto de su parte por su desagradable sabor. Es originario del norte de África, donde se conoce desde hace más de 6.000 años. En el antiguo Egipto utilizaban ya por entonces la semilla para extraer aceite, cuando aún no se conocía el aceite de oliva. De allí, Paso a ser cultivado en los demás continentes. Las semillas contienen entre un 50 y un 80 % de aceite. El residuo de la semilla triturada y molida cuando ya se ha extraído el aceite contiene una albúmina vegetal (una toxialbúmina) denominada ricina, un veneno muy tóxico que dilata los vasos sanguíneos, bastando tan sólo 2 milésimas de miligramo para matar un conejo. La ricina, principal alcaloide del ricino, es un potente inhibidor de la síntesis proteica. Su ingesta puede producir intensos dolores cólicos intestinales, vómitos, diarrea coleriforme y, en una siguiente fase, convulsiones, hipertermia, citolisis hepática, hemólisis e insuficiencia renal secundaria **(anónimo)**.

Otro antecedente lo proporciona Salas (1985), quien indica que la aplicación de 10 ml por kilogramo de cualquiera de los siguientes aceites: semilla de aceites de 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

Soya *Glycine max*

Es una especie de la familia de las leguminosas (Fabaceae) cultivada por sus semillas, de alto contenido en aceite y proteína. El grano de soya y sus subproductos (aceite y harina de soja, principalmente) se utilizan en la alimentación humana y del ganado. El aceite presenta una gran cantidad de aceite monoinsaturados que le proporcionan características para el control de huevecillos y estados inmaduros de los insectos. Salas (1985), reporta un control del 84% contra *Sitophilus oryzae* a una concentración del 1%. . Díaz (1985) evaluó el efecto de aceites vegetales para proteger el maíz almacenado del ataque del gorgojo del maíz *Sitophilus Zeamais* el aceite de soya presentó una mortalidad de un 22.5 por ciento y 20.4 por ciento a dosis de tres y nueve ml por Kg.

Albahaca *Ocimum basilicum*

Es originaria de África y Asia; sin embargo, en México se cultiva en casas y se encuentra en climas cálido, semicálido, seco, semiseco y templado, y está asociada a la selva tropical caducifolia, perennifolia, matorral xerófilo y bosques de encino y pino.

Las propiedades de la planta son que elimina, repele o altera el desarrollo de diversos insectos; se conocen poco las propiedades insecticidas de esta planta, porque se ha explotado más para otros usos: medicinales, ornamentales como condimento, perfumería y cosmetología. (Berger, 2005).

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el Laboratorio de Toxicología ubicado en el Departamento de Parasitología Agrícola.

Material biológico

El material biológico usado fueron adultos del gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky, y la identificación puntual de la especie, se efectuó de acuerdo a las claves taxonómicas que aparecen en Gorham (1987).

Procedimiento

La cría masiva del insecto se inició a partir de individuos de una colonia mantenida en el Departamento de Parasitología, con fines de enseñanza e investigación. Los insectos usados en los bioensayos se multiplicaron colocándose en frascos de vidrio de 3713 mL de capacidad, con maíz blanco como sustrato. Los frascos fueron ubicados en una cámara bioclimática Lab-Line Biotronette Mark II, Modelo 844, con temperatura controlada a 30 °C

El maíz empleado fue puesto previamente en congelación a una temperatura de -20 °C por 72 h, con la finalidad de eliminar organismos indeseable que pudieran haber venido con el producto, y pudieran ocasionar alguna interferencia con la cría; también se le determinó la humedad al sustrato, y fue necesario elevar el contenido de humedad original hasta 13.5%, con el propósito de proporcionar condiciones óptimas adecuadas para el desarrollo de esta especie, lo cual se hizo de acuerdo a la fórmula recomendada por Harris y Linblad (1978). La determinación de la humedad se hizo con un aparato marca Motomco, modelo 915.

A los frascos usados para la cría, se les colocó una tapa perforada, así como una malla y un papel filtro para evitar el movimiento de organismos de adentro hacia afuera y viceversa, pero permitiendo el intercambio gaseoso necesario.

Cuando la colonia se estableció se procedió a tamizar el sustrato, para eliminar impurezas e individuos emergidos, de tal forma que al confinar el material tamizado en otro

frasco, para usar los individuos de aquí emergidos, se tuvo la certeza de que eran ejemplares recién emergidos y de edad uniforme para las pruebas toxicológicas.

Aceites usados

Se usaron aceites elaborados de semillas de diversas especies como son cacahuate, ajonjolí, ajo, albahaca ricino y soya.

Método de bioensayo

El método de bioensayo utilizado en el desarrollo del presente trabajo fue el de película residual (FAO, 1974), utilizando diferentes concentraciones para dicho trabajo.

Técnica de película residual (FAO, 1974)

Las concentraciones se obtuvieron mediante un estudio previo denominado ventana biológica que nos ayudo a partir de una concentración adecuada. Para la obtención de las soluciones a diferentes concentraciones se partió de una solución madre de 100,000 ppm, que fue diluida en acetona para obtener las concentraciones deseadas. Dichas diluciones se realizaron justo en el momento de realizar el bioensayo.

Los tratamientos evaluados fueron con aceite de cacahuete, ajonjolí, ajo y albahaca a dosis de 4000, 8000, 12000, 16000 y 20000 ppm, mientras que para el aceite de soya y ricino fue de 10000, 20000, 30000, 40000 y 50000 ppm para cada uno. Cada tratamiento consto de tres repeticiones y un testigo.

El recipiente utilizado fue un frasco de vidrio de 7 cm de diámetro, con cinco concentraciones más un testigo, dando un total de 18 unidades experimentales para cada aceite vegetal a evaluar.

El bioensayo se realizo con insectos adultos de *Sitophilus zeamais*, realizándose con una técnica conocida como película residual, que consistió en agregar 1 mL de la concentración deseada del aceite a cada frasco, para obtener una buena distribución, el frasco se rodaba para que la concentración cubriera toda la superficie de este.

Una vez que se logro la cobertura y la evaporación de la solución, se introdujeron en cada frasco 20 insectos adultos de *Sitophilus zeamais* de 20 días de edad aproximadamente. Posterior mente los frascos tratados fueron tapados con tela de organza, sujeto con bandas de hule, el tratamiento del testigo solamente fue tratado con 1 mL de acetona.

Las observaciones de mortalidad se realizaron a las 24 horas, FAO debido a que este insecto es muy susceptible a que lo saquen de su hábitat. Se considero como individuo muerto aquel que no presentara movilidad alguna. Utilizando una fuente de calor y una placa metálica en donde se colocaban los insectos y estos salían huyendo del calor. Con los datos obtenidos

se determinó los porcentajes de mortalidad de cada concentración, para posteriormente determinar la CL_{50} mediante el análisis probit.

Análisis estadístico

Con los resultados de los bioensayos se realizaron los análisis probit, donde se obtuvo la ecuación de predicción, CL_{50} , CL_{95} , la línea de respuesta Dosis-Mortalidad y límites fiduciales que se graficó en papel logaritmo-probit; se estimó además el valor de chi-cuadrada (χ^2) y el coeficiente de determinación (r^2).

RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se describen los datos obtenidos de los bioensayos realizados. Valores de CL_{50} , CL_{95} y límites fiduciales. Por último, se muestran las líneas de regresión dosis-mortalidad y tendencia.

Concentración letal

Con respecto a la concentración letal media (CL_{50}) de los diferentes aceites vegetales, podemos observar (cuadro 1) que el aceite de cacahuete, ajonjolí, ajo, albahaca, soya, y ricino obtuvieron una (CL_{50}) de 5848, 14648, 11599, 9104, 18719 y 20752 ppm a las 24 hrs, sobre adultos de *Sitophyllus zeamais*, donde podemos observar que el aceite de cacahuete presento los mejores resultados, seguido de albahaca y ajo. Así mismo, podemos observar que el aceite de ricino fue el que presento los valores más altos.

Cuadro 1.- CL₅₀, CL₉₅ y limites fiduciales de los diferentes aceites usados contra Poblaciones de *Sitophilus zeamais* a 24 hrs de exposición.

Aceites	# de individuos	CL ₅₀	Limites fiduciales		CL ₉₅
			Superior	Inferior	
Cacahuete	360	5848	5013	6612	16315
Ajonjolí	360	14668	14339	14969	25715
Ajo	360	11599	8884	14242	22871
Albahaca	360	9104	8124	10172	23863
Soya	360	18719	5176	32624	52015
Ricino	360	20752	10291	29482	37433

Se puede observar que el aceite de cacahuete presenta los valores más bajos de CL₅₀ (5848 ppm) a las 24hr de exposición, al compararlos con otras investigaciones, estos resultados superan a los reportados por FAO (1985) donde se menciona que al utilizar aceite de cacahuete en concentraciones de 20,000 a 50,000 ppm se obtiene una mortalidad del 80 % en inmaduros de *Callosobruchus maculatus*. En relación al aceite de soya, Díaz (1985), menciona un control elevado al utilizar concentraciones de 60,000 ppm a 24 hrs de exposición de *Sitophilus zeamais*. Estos resultados difieren significativamente a los reportados en esta investigación, ya que el valor para matar el 50 % de la población es de 18719 ppm. Finalmente para los aceites de albahaca y ajo, Oca *et al.* (1978), mencionan un control de *Sitophilus orizae* del 60 y 70 % con una concentración de 60,000 y 40,000 ppm para aceite de albahaca y ajo respectivamente. Por lo que, los resultados obtenidos en esta investigación superan a lo reportado para el aceite de albahaca y para el aceite de ajo encontrando se CL₅₀ de 9104 y 11599 respectivamente.

La razón de encontrar diferente respuesta de los aceites es debido posiblemente a su naturaleza química, al respecto Shaaya (2007), afirmaron que ácidos grasos de cadena larga causan una alta mortalidad y evitan la infestación en semillas. Así mismo se reporta que el aceite de cacahuete presenta un gran porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados o de cadena larga lo que les proporciona la característica de ser muy estables. Por tal razón este aceite presento los valores más bajos de CL_{50} (5848 ppm).

Valores de χ^2 , r^2 y P.

El cuadro 2 presenta los valores de chi-cuadrada (χ^2), coeficientes de determinación (r^2) y probabilidad (P) para líneas de regresión dosis/mortalidad para los aceites de cacahuete, ajonjolí, ajo, albahaca, soya y ricino a 24 hrs. Donde se puede observar que los valores estimados para r^2 oscilan entre 0.8132 y 0.997; siendo el valor que mayor ajuste tiene es el del albahaca con 0.9972 pero en general todos tienen ajuste a la línea.

Cuadro 2.-Coeficientes de determinación (r^2), chi-cuadrada (x^2) y probabilidad de ocurrencia del evento de los diferentes aceites a 24 hrs.

Aceites	r^2	x^2	Probabilidad
Cacahuete	0.8759	2.02	0.99
Ajonjolí	0.8466	17.41*	0.99
Ajo	0.9129	5.93	0.99
Albahaca	0.9972	2.25	0.99
Soya	0.8132	5.20	0.99
Ricino	0.8712	7.49	0.99

* Es > que 11.070 valor de x^2 tablas (6 gl y $\alpha=0.05$)

Con respecto a la x^2 se puede observar que en cada caso se ajustan los datos observados a los esperados, a excepción de los valores del tratamiento con aceite de ajonjolí, en donde el valor de la x^2 calculada es mayor al valor de tablas, por lo que no hay ajuste entre los valores esperados y los observados.

Líneas de respuesta dosis-mortalidad

En la Figura 3 se expone las líneas de respuesta dosis-mortalidad, con valores de CL_{50} de 5848, 14648, 11599, 9104, 18719y 20752 ppm para aceite de cacahuete, ajonjolí, ajo, albahaca, soya y ricino respectivamente en donde se puede observar que las líneas para los aceites de ajonjolí (2), ajo (3), albahaca (4) y ricino (6) presentan una tendencia homogénea; mientras que, las líneas para el aceite de cacahuete y soya muestran una tendencia heterogénea a las 24hrs de exposición.

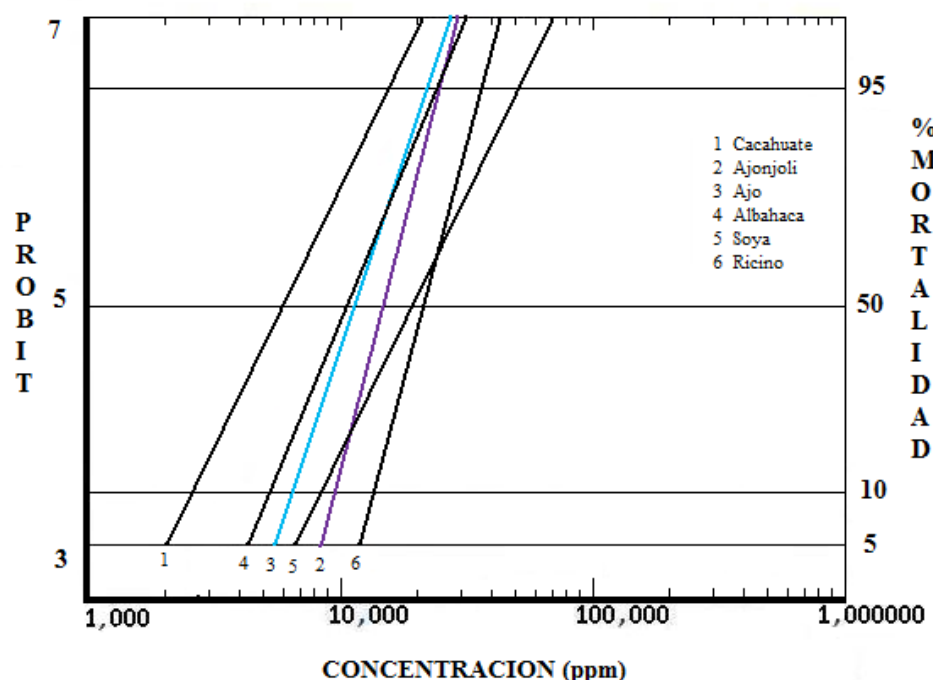


Figura 3. Líneas de respuesta dosis-mortalidad de diferentes aceites sobre poblaciones de *Sitophilus zeamais* a 24 hrs de exposición.

Una posible razón de encontrar una tendencia homogénea en la albahaca y (6) ricino se debe a la cantidad de ácidos grasos no saturados, triglicéridos, lípidos no hidrogenados y ácido ricinoleico; que por ser lípidos de cadenas largas, tienen más estabilidad, siendo menos reactivos al proceso de degradación enzimática de los insectos. Pero en este caso el aceite de cacahuete se comportó de manera heterogénea, lo que difiere a lo reportado por Lezema (2008) quien en un trabajo con *Tribolium castaneum* y aceite de cacahuete se comportó de manera homogénea.

Por otro lado el aceite de soya que mostro una respuesta heterogénea, posiblemente se deba a la finura de este aceites, al respecto Davidson, *et al*, (1991), plantean que los aceites vegetales actúan cubriendo al adulto con una capa oleosa que tapa los espiráculos de

respiración matándolo por asfixia, por lo que se requiere de la acumulación paulatina de dichos compuestos.

Comparación de límites fiduciales (CL₅₀)

En la figura 2 se comparan los límites fiduciales del aceite de cacahuate, ajonjolí, ajo, albahaca, soya y ricino a 24hrs de exposición.

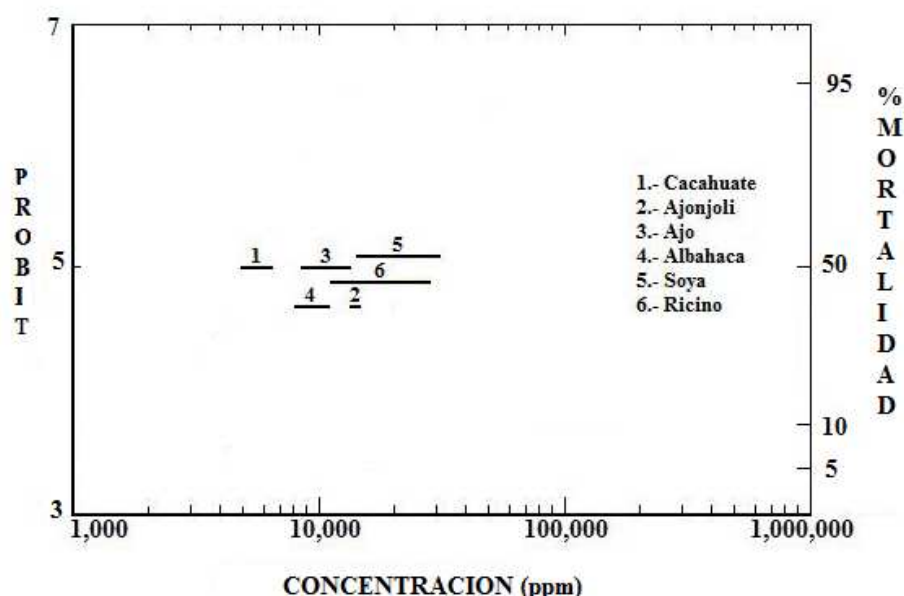


Figura 4. Representación grafica de límites fiduciales obtenidos a nivel de CL₅₀ de *Sitophilus zeamais* a 24 hrs de exposición a los diferentes aceites vegetales

Al comparar los límites fiduciales (Figura 4) se puede observar que se forman 3 grupos: donde la línea del aceite de cacahuate (1) no presenta traslape alguno; mientras que la línea del aceite de ajo (3) y la del albahaca(4) presentan traslape entre ellas y el grupo 3 presenta traslape la línea que corresponde al aceite de ajonjolí (2), soya (5) y ricino (6) estos

resultados indican que el aceite de cacahuete presenta mayor estabilidad que los otros aceites utilizados en esta investigación.

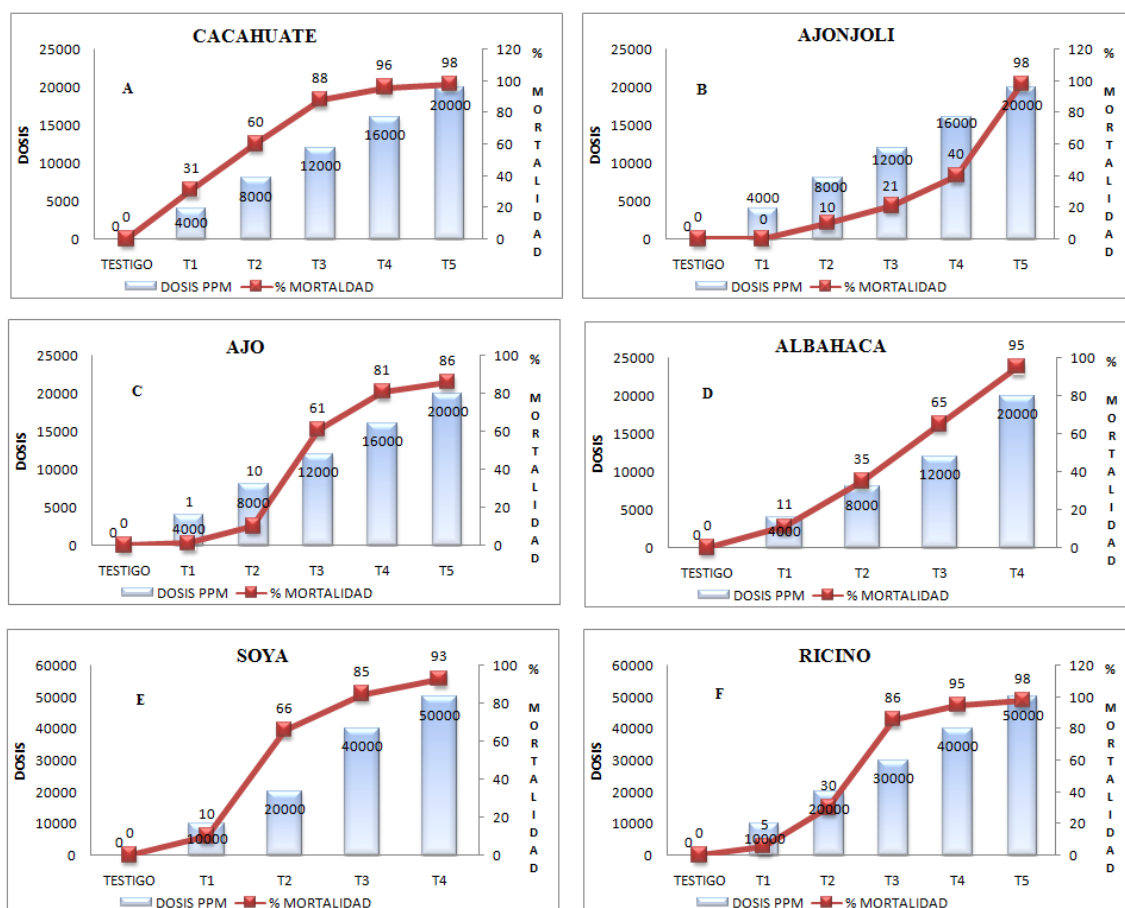


Figura 5. Relacion entre la dosis (ppm) y mortalidad observada de *S. zeamais* a las 24 horas de exposicion con los aceites: A) cacahuete, B) ajonjoli, C) ajo, D) albahaca, E) soya y F) ricino.

La relación entre la dosis y la mortalidad a las concentraciones evaluadas de cada uno de los aceites (Fig. 5), se observa que los aceites de cacahuete, ajo, ajonjoli y albahaca las dosis son menores para alcanzar una mortalidad de entre el 86 y 95% de la población de

Sitophilus zeamais a 20000 ppm en comparación con las dosis de 40 000 y 50 000 para los aceites de soya y ricino para tener un porcentaje de mortalidad similar al anterior (85 al 98%).

Por otro lado, con tratamientos de aceite de cacahuete con dosis de 8000 ppm se logra un porcentaje de mortalidad mayor al 50%, mientras que con el aceite de ajonjolí, albahaca, ajo y soya se logra hasta la dosis de 12 000 a 20000 ppm, sin embargo con el aceite de ricino se obtuvo a dosis de 30000 ppm.

Cuadro 3. Porcentaje de mortalidad de *S. zeamais* a diferentes dosis de aceites de cacahuete, ajonjolí, ajo y albahaca.

Dosis (ppm)	% de Mortalidad			
	Cacahuete	Ajonjolí	Ajo	Albahaca
4,000	31	1	0	11
8,000	60	10	10	35
12,000	88	61	21	65
16,000	96*	81*	40	X
20,000	98	86	98*	95*

*Dosis en la que se obtuvieron mejores resultados en cada uno de los aceites.
X tratamiento eliminado.

El aceite de cacahuete fue mas eficiente (96% de mortalidad) a una dosis de 16,000 ppm seguido del aceite de ajo (98%) y albaca (95%) a una dosis de 20,000 ppm, y por último el aceite de ajonjolí (86%) a una dosis de 20,000ppm (Cuadro 3).

Mientras que el aceite de ricino y de soya presentan mortalidades de 95 y 93% a las dosis de 40000 y 50000 ppm respectivamente, estas dosis son mas altas en comparación a los aceites mencionados anteriormente (Cuadro 3), esto difiere con lo encontrado por Díaz (1985)

quien menciona que a dosis de 0.6 mL por L se tienen excelentes resultados y a su vez también menciona que se tiene un control elevado al utilizar concentraciones de 60000 ppm a 24 horas de exposición. Mientras que Salas (1995) menciona que a dosis de 10 mL de aceite de ricino por kg de semilla se obtiene una mortalidad elevada de *S. orizae*

Cuadro 4. Porcentaje de mortalidad de *S. zeamais* a diferentes dosis de aceite soya y ricino.

Dosis (ppm)	% de Mortalidad	
	Soya	Ricino
10000	10	5
20000	66	30
30000	X	86
40000	83	95*
50000	93*	98

*Dosis en la que se obtuvieron mejores resultados en cada uno de los aceites.

X tratamiento eliminado.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación se puede concluir lo siguiente:

El aceite de cacahuete fue el que presento mejores resultados en la CL_{50} incluso a dosis bajas en comparación con el aceite de soya y ricino lo cual es una buena alternativa para el control de adultos de picudo del maíz *Sitophilus zeamais*.

Otros aceites que pueden ser utilizados para el control del picudo del maíz es el albacar y posteriormente el ajo que están dentro de los aceites que presentaron mejores resultados de CL_{50} .

El aceite de soya y ricino se podrían usar en un manejo integrado pero combinados con otros productos debido a que necesitan mayor cantidad para matar el 50% de la población.

BIBLIOGRAFIA

- Aldryhim,Y. 1990. Efficacy of the amorphous silica dust, dryacide, against *Tribolium confusum* Duv and *Sitophilus granarius* (L.) Coleoptera: *Tenebrionidae* and *Curculionidae*). J. Stored Product Research 26(4):207-210.
- Anónimo. <http://www.hipernatural.com/es/pltijiri.html>. 23.
- Alfonso Diaz Del Pino 1964. Cultivo de maíz, fertilización cosecha. Libro. 7, 114p.
- Aguilera, P. M, 1991. Validación semicomercial de polvos vegetales y minerales para e combate de *Sitophilus zeamais* (Motsch), *Prostephanus truncatus* (Horn) y *Rhyzoperta dominica* (Fabi) en el sur y sureste de México. Tesis de Maestria. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 138 p.
- Allen,S. 2001. Inert dust offer safe insect control option. Farming Ahead N° 109 (Enero):49-50.
- A. Ortega. C de Leon G. granos interaccion enfermedad insecto em maiz de alta calidad protéica 194 p.
- Baur 1992. Control orgânico de plagas de granos almacenados.

- Barbosa, S. J. R 2007. Evaluación de Productos Naturales y Comerciales Para el Control del Gorgojo (*Sitophilus Zeamays Motsch*) en Semilla de Maíz. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Buenavista SaltilloCoahuila. 49 p.
- Berger, 2005. Insectos asociados con albahaca (*Ocinum basilicim*). Libro. Entomología mexicana 2005, 343 p.
- Boucias,D, J. Pendland. 1998. Principles of insect pathology. Kluwer Academics Publishers. Norwell. Massachussets. USA. 550p.
- Brower,J.; L. Smith. P. Vail. Y P. Flinn. 1996. Biological Control In: ubramanyam,B y D.Hagstrum (Eds). Integrated Management of insects in stored products.Marcel Dekker, Inc. New York. USA p 223-286.
- Carlos León 1984. Enfermedades del maíz guía ilustrada para identificación en campo. Libro, 2, 85, 290, 296, 298, 300, 303, 310, 316, 323, 324, 327, 329 p.
- Chaddick y Leek, P. R. and F. Leek 1972. Further specimens of stored products insects found in ancient Egyptian tombs. J. Stored. Prod. Res 8:83-86 U.S.A.
- Cevallos, D. 2006. Ambiente México: Portazo al maíz transgénico. <http://ipsnoticias.net/nota.asp?idnews=39130> (Acceso 11 noviembre 2006).

Coombs, C.W. 1972. The interpretation of experiments assessing the susceptibility of stored cereals to attack by *Sitophilus spp.* (Coleoptera: Curculionidae). J. Stored Prod. 8:81-82 U.S.A.

CONTROL DE PLAGAS <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/documentos/capitulo7.html>
23/01/09.

Control de plagas en granos almacenados proyecto nacional de eficiencia de cosecha y poscosecha de granos. <http://www.fao.org/docrep/x5030s/x5030s01.htm>.

Control de *Sitophilus zeamais* con polvos vegetales de tres especies del género *Chenopodium*.
Artículo. Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, Dep. de Producción Vegetal.

Díaz,G. 1985. Actividades de aceites vegetales para proteger maíz almacenado contra el gorgojo *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera:Curculionidae). Tesis Magíster en Ciencias. Instituto de Fitosanidad. Colégio de Postgraduados. Montecillo. Texcoco. México.

Davidson; J. Dibble, M. Flint, P. Marere, A. Guye. 1991. Managing insects and mites with Spray oils. IPM Education and Publications. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 3347. USA.47p.

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.

Dell, Orto T.,H.; Arias V. C.J. 1985. Insectos que dañan granos y productos almacenados 43p

D'Antonio,L.1997. Principales plagas de granos armazenados. In: Armazenamento de granos sementes nas propiedaes rurais. XXVI Congreso Brasileiro de ingenieria Agrícola.Campina Grande. Paraiba. Brasil p 189-291.

Ebecil, 1993. Evaluación de Productos Naturales y Comerciales Para el Control del Gorgojo (*Sitophilus Zeamais* Motsch) en Semilla de Maíz. Tesis licenciatura. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro Buenavista SaltilloCoahuila.

El control físico de las plagas agrícolas. Métodos pasivos. ¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
http://www.glacoxan.com/dif_biblioteca_tecnica.htm 23/01/09 aceites (18 / ene/ 09).

FAO 2004 Maíz el regalo de los Dioses.
<http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/KrishchikSp.htm>. 24/Ene/2009.

FAO 1993. Alimentación origen del maíz

http://www.brechas.org/index.php/Maiz#ORIGEN_DEL_MAIZ.

FAO. 1985. Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha. Manual de Capacitación. Roma .Italia.250p.

FAO 1983. Estudio de evaluación de pérdidas de granos básicos poscosecha. <http://www.fao.org/docrep/x5030s/x5030S03.htm#Intercepciones%20de%20insectos>.

FONAIAP DIVULGA # 33 Enero-Junio 1990 El Cultivo de Maíz en el Estado Trujillo <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd33/texto/cultivodemaiz.htm>.

Fonaiap divulga 1981-2001. Recomendaciones para la prevención y control de plagas en granos almacenados. Revista de difusión de tecnología agrícola y pesquera

FONAIAP.<http://209.85.173.132/search?q=cache:EhxZ900sTQwJ:www.ciencia-ahora.cl/Revista17/07ControlOrganicoDeGranos.pdf+antecedentes+de+los+insectos+>

Gastellum, R.; C. Rodríguez. 1996. Empleo de aceites y jabones como alternativas bioracionales 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. Tepotzotlán. Edo de México. México p 79-88.

- García 1992. Susceptibilidad de *Sitophilus zeamais* Mostch. (Coleoptera: Curculionidae) a insecticidas de diferentes grupos toxicológicos de tres áreas de Veracruz. Tesis licenciatura. Inst. De ciencia y cultura. Saltillo Coahuila 54 p.
- García, R., L.E. Caltagirone y A.P. Gutiérrez. 1988. Comments on a redefinition of biological control. BioScience 38(10):692-694
- Grenier, A.M. B. Pintureau and P. Nardon. 1994. Enzymatic variability in three species of *Sitophilus* (Coleoptera: Curculionidae).
- González, O; A. Lagunés. 1986. Evaluación de métodos tecnificados y no tecnificados para el combate de *Spodoptera frugiperda* y *Sitophilus zeamais* en la Chontalpa, Tabasco. México. Folia Entomológica Mexicana. 70:65-74.
- Golob, P; C. Hanks. 1990. Protection of farm stored maize against infestation by *Prostephanus truncatus* (HORN) and *Sitophilus* species in Tanzania. J. Stored Prod. Res. 26(4):187-198.
- Gorham, J. R., ed. 1987. Insect and Mite Pest in Food: An Illustrated Key. U.S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook Number 655. 767p.
- Guía para el manejo adecuado de plaguicidas en almacenes de granos.
<http://209.85.173.132/search?q=cache:HZnqll87hHoJ:www.cepis.ops->

oms.org/bvsaidis/resisoli/mexicon/R-
0161.pdf+origen+de+los+insectos+de+almacen&hl=en&ct=clnk&cd=1&gl=mx.

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.

Harris, K. L. & C. S. Linblad. 1978. Postharvest grain loss assessment methods. American Association of Cereal Chemist. St. Paul Minnesota pp 84-86.

Hernández, del A, F .A.1999 “Actividad insecticida y Antifungicida de dos especies de la Familia Asteraceae, Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Químicas, de la UASLP.

IMSA 2004. <http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/KrishchikSp.htm>. 24/Ene/2009.

INEGI, 1997. El maíz en el estado de Chiapas. Monografía. México. Pág. 1-9. http://209.85.173.132/search?q=cache:3S9G9r4q1boJ:www.sems.gob.mx/Extranet/as/Archivos/PROYECTO_DE_INVESTIGACI%C3%93N_2007.doc+robles+1994+de+descripcion+botanica+del+maiz&hl=en&ct=clnk&cd=1&gl=mx 10/01/09

InfoAgro, 2006. <http://www.monografias.com/trabajos45/conservacion-semillas-maiz/conservacion-semillas-maiz3.shtml>.

- Lagunés 1994. Efectos toxicologicos de cuatro plantas sobre el gorgojo del maiz *sitophilus zeamais* motschulsky 1855 (Coleoptera: Curculionidae) y sobre el gorgojo de las galletas *Stegobium paniceum* (linnaeus 1761) (Coleoptera: anobiidae) en peru.
- Lagunés, A. 1994. Extractos polvos vegetales, y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia colegio de posgraduados/USAID/CONACYT/BORUCONSA. México. 35 p.
- Larrain 1994. Guía para el manejo adecuado de plaguicidas en almacenes de granos
<http://209.85.173.132/search?q=cache:HZnql187hHoJ:www.cepis.ops-oms.org/bvsaidis/resisoli/mexicon/R-0161.pdf+origen+de+los+insectos+de+almacen&hl=en&ct=clnk&cd=1&gl=mx>.
- Larrain, P. 1982. Control de bruco con aceites vegetales IPA La Platina (11):36-37.
- Lucca,A., M. Picanção. 1995. Manejo Integrado de pragas do feijoeiro no armazenamento. Rev. Brasileira de Armazenamento 20(1/2):37-43.
- Manifestación de maíz <http://www.nowpublic.com/environment/corn-gathering-manifestacion-de-maiz> 24/Ene/2009.
- Medrano, J. R. M. 1989. Infestacion y periodo critico de ataque en campo de *Sitophilus zeamaiz* (coleoptera: curculionidae) en cinco municipios del estado de Veracruz. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 54p.

- Metcalf y Flin, 1982. Insectos destructivos e insectos utiles. Editorial, McGRAW-HILL.
- Moino, A. S.B. Alves. 1995. Bioensaios com *Beauveria bassiana* (BALS) Vuill para controle de pragas de granos armazenados. Revista de Agricultura 70 (3):248.
- Moino, A. S.B. Alves. 1998. Efecto de *Beauveria bassiana* sobre o desenvolvimento de *Sitophilus zeamais*. Revista manejo Integrado de Plagas 50:51-54.
- Nájera, R. M. 1991. Ecología y control del barrenador de los granos *Prostephanus truncatus* en el centro de Jalisco. INIFAP publicación especial No.5 México.
- Oca, G.M., F. García y A.V. Schoonhoven, 1978. Efecto de cuatro aceites vegetales sobre *Sitophilus oryzae* y *Sitotroga cerealella* en maíz, Sorgo y trigo almacenados. Rev. Colomb. Entomol., 4:45-49.
- 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):1-7p.
- Páez, A 1987. Uso de polvos vegetales e inertes minerales como una alternativa para el combate del gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) en maíz almacenado. 1987. 135p. Tesis (Magister) - Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, México. Pag 63.

Pérez M. J. 1988 susceptibilidad *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) desarrollados en dos sustratos alimenticios a insecticidas de diferente grupo toxicológico en combinación de un sinergista. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Pag 10.

Permual, D; G. Le Patourel. 1990. Laboratory evaluation of acid-activated kaolin to protect stored paddy against infestation by stored product insects. J. Stored Product Research 26(3):149-153

QI, Y, T. y Burkholder, W. E.. 1981. Protection of stored whead from the granary weevil by vegetable oils. J. Econ. Entomol. 74: 510-515.

Ramayo,L. 1983. Tecnología de granos. Departamento d einsutrias agrícolas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México. 216p.

Robles, 1982. , S. R. 1982. *Producción de granos y forrajes*. Editorial Limusa. 3ª edición. México. p. 9-31. acer uso de ella.
http://209.85.173.132/search?q=cache:3S9G9r4q1boJ:www.sems.gob.mx/Extranet/asp/Archivos/PROYECTO_DE_INVESTIGACI%C3%93N_2007.doc+robles+1994+descripcion+botanica+del+maiz&hl=en&ct=clnk&cd=1&gl=mx

Robles Sánchez Raúl 1981 producción de granos y forrajes. 28, 29, 30, 31, 95, 96, 97, 98, 99, 110, 112, 114, 115, 117, 118 p.

SAGARPA 2003 Maíz: El regalo de los Dioses
<http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/KrishchikSp.htm>. 18/agosto/2009.

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):19-27

SARH, 1980 “Principales Plagas de los Granos Almacenados”, Dirección general de sanidad vegetal.

Serna. S. 1996. Química, almacenamiento e industrialización de los cereales. AGT Editores. México. 521p.

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.

Salomón, 1965 susceptibilidad de *Sithophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera Curculionidae), desarrollados en 2 sustratos alimenticios a insecticidas de diferente grupo toxicológico en combinación con un sinergista. Tesis de maestría, universidad autónoma agraria Antonio Narro noviembre del 1995. 3p.

Subramanyam, Bh. and R. Roesli. 2000. Inert dusts, pp. 321-380. In Subramanyam, Bh. and D. W. Hagstrum. (eds.), Alternatives to pesticides in stored-product IPM. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA.

Stoll, G. 1989. Protección natural de cultivos. Editorial Científica Josef Margraf. Ludwigsburg. Alemania. 186p.

Scholl, M. 1998. Integration of biological and non-biological methods for controlling arthropods infesting stored products. Postharvest News and Information 9(2):15-20

Variación anual de las propiedades insecticidas de *Peumus boldus* sobre *Sitophilus zeamais*.
<http://propiedadesdelaceite.jaimaalkauzar.es/category/aceite-de-albahaca>

Vincent C, Hallman G, Panneton, Fleurat-Lessard F. 2003. Management of agricultural insects with physical control methods. Annu. Rev. Entomol. 48: 261-281.

Villar M.C., A. Delgadillo P. y G. Hernández D. 1994. *Asphodelus fistulosus* L. para el control del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith. Congreso Nacional de Control Biológico-Simposio del IOBC, Mérida, Yucatán, Noviembre 2007. pag 1

White, 1995 y Rees, 1996, Polvos de especias aromáticas para el control del gorgojo del maíz, *itophilus zeamais* motschulsky, en trigo almacenado. Agricultura técnica (chile) pag. 184, junio 2007.

APENDICE A

Cuadro A1.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Sitophilus zeamais* expuestos al aceite de cacahuete a las 24 horas.

Aceite de cacahuete a las 24 hrs de exposición			
TRATAMIENTO	# DE INSECTOS	VIVOS	MUERTOS
TESTIGO	60	60	0
10000	60	15	45
20000	60	3	57
30000	60	0	60
40000	60	0	60
50000	60	0	60

Cuadro A2.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Sitophilus zeamais* expuestos al aceite de ajonjolí a las 24 horas.

Aceite de ajonjolí a las 24 hrs de exposición			
TRATAMIENTO	# DE INSECTOS	VIVOS	MUERTOS
TESTIGO	60	60	0
10000	60	57	3
20000	60	1	59
30000	60	0	60
40000	60	0	60
0000	60	0	60

Cuadro A3.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Sitophilus zeamais* expuestos al aceite de ajo a las 24 horas.

Aceite de ajo a las 24 hrs de exposición			
TRATAMIENTO	# DE INSECTOS	VIVOS	MUERTOS
TESTIGO	60	60	0
10000	60	52	8
20000	60	3	57
30000	60	21	39
40000	60	0	60
50000	60	0	60

Cuadro A4.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Sitophilus zeamais* expuestos al aceite de albahaca a las 24 horas.

Aceite de albahaca a las 24 hrs de exposición			
TRATAMIENTO	# DE INSECTOS	VIVOS	MUERTOS
TESTIGO	60	60	0
10000	60	8	52
20000	60	0	60
30000	60	0	60
40000	60	0	60
50000	60	0	60

Cuadro A5.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Sitophilus zeamais* expuestos al aceite de soya a las 24 horas.

Aceite de soya a las 24 hrs de exposición			
TRATAMIENTO	# DE INSECTOS	VIVOS	MUERTOS
TESTIGO	60	60	0
10000	60	54	6
20000	60	20	40
30000	60	9	51
40000	60	4	56
50000	60		

Cuadro A6.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Sitophilus zeamais* expuestos al aceite de ricino a las 24 horas.

Aceite de ricino a las 24 hrs de exposición			
TRATAMIENTO	# DE INSECTOS	VIVOS	MUERTOS
TESTIGO	60	60	0
10000	60	57	3
20000	60	42	18
30000	60	2	52
40000	60	3	57
50000	60	1	59

APENDICE B

Cuadro B1.-Respuesta de *Sitophilus zeamais* al aceite de cacahuete a las 24 hrs de exposición.

TRATAMIENTO	# DE INSECTOS	VIVOS	MUERTOS	% MORTALIDAD
TESTIGO	60	60	0	0
4000	60	41	19	31
8000	60	24	36	60
12000	60	7	53	88
16000	60	2	58	96
20000	60	1	59	98

Cuadro B2.-Respuesta de *Sitophilus zeamais* al aceite de ajonjolí a las 24 hrs de exposición.

TRATAMIENTO	# DE INSECTOS	VIVOS	MUERTOS	% MORTALIDAD
TESTIGO	60	60	0	0
4000	60	60	0	0
8000	60	54	6	10
12000	60	47	13	21
16000	60	36	24	40
20000	59	1	59	98

Cuadro B3.-Respuesta de *Sitophilus zeamais* al aceite de ajo a las 24 hrs de exposición.

TRATAMIENTO	# DE INSECTOS	VIVOS	MUERTOS	% MORTALIDAD
TESTIGO	60	60	0	0
4000	60	59	1	1
8000	60	54	6	10
12000	60	23	37	61
16000	60	11	49	81
20000	60	8	52	86

Cuadro B4.-Respuesta de *Sitophilus zeamais* al aceite de albahaca a las 24 hrs de exposición.

TRATAMIENTO	# DE INSECTOS	VIVOS	MUERTOS	% MORTALIDAD
TESTIGO	60	60	0	0
4000	60	53	7	11
8000	60	39	21	35
12000	60	21	39	65
20000	60	3	57	95

Cuadro B5.-Respuesta de *Sitophilus zeamais* al aceite de soya a las 24 hrs de exposición.

TRATAMIENTO	# DE INSECTOS	VIVOS	MUERTOS	% MORTALIDAD
TESTIGO	60	60	0	0
10000	60	54	6	10
20000	60	20	40	66
40000	60	9	51	85
50000	60	4	56	93

Cuadro B6.-Respuesta de *Sitophilus zeamais* al aceite de ricino a las 24 hrs de exposición.

TRATAMIENTO	# DE INSECTOS	VIVOS	MUERTOS	% MORTALIDAD
TESTIGO	60	60	0	0
10000	60	57	3	5
20000	60	42	18	30
30000	60	3	52	86
40000	60	1	57	95
50000	60	1	59	98