

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**SUSCEPTIBILIDAD DE *Tribolium castaneum* (HERBST) (COLEOPTERA:
TENEBRIONIDAE) A DIFERENTES EXTRACTO VEGETALES**

POR:

JOSÉ LUIS HERNÁNDEZ LÓPEZ

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Febrero del 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

SUSCEPTIBILIDAD DE *Tribolium castaneum* (HERBST) (COLEOPTERA:
TENEBRIONIDAE) A DIFERENTES EXTRACTO VEGETALES

Presentada por:

JOSÉ LUIS HERNÁNDEZ LÓPEZ

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito
Para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada por:

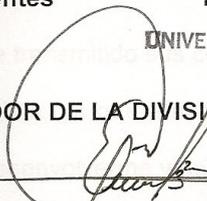

Dr. Ernesto Cerna Chávez
Presidente del jurado


Dr. Jerónimo Landeros Flores
Sinodal


Dra. Yisa María Ochoa Fuentes
Sinodal


MC. Rebeca González Villegas
Sinodal

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMÍA


Dr. Mario Ernesto Vásquez Badillo

Buenavista, Saltillo, Coahuila México

Febrero 2009.

División de Agronomía
Coordinación.

AGRADECIMIENTOS

A Dios: Por darme la vida y mantenerme muy bien de salud para que este sueño se me haga realidad. Muchas gracias dios mío.

A MI "ALMA TERRA MATER": Que le agradeceré por toda la vida por haberme brindado un lugar.

A MIS ASESORES:

Al DR. Ernesto Cerna Chávez por brindarme todo su apoyo, paciencia y dedicación para la realización de este trabajo ya que sin su colaboración y ayuda no hubiera sido posible, y además de su valiosa amistad, por sus buenos consejos y confianza depositada en mí.

A la Mc. Rebeca Por su gran apoyo y consejos en la realización de este trabajo y por su valiosa amistad, gracias por la paciencia y atención prestada.

A MIS MAESTROS Por haberme transmitido sus conocimientos que han sido la base de mi formación como profesional, ya que afuera de esta escuela me servirán como una herramienta base para desenvolverme y desarrollarme en el trabajo.

A MIS COMPAÑEROS de generación CVI de la carrera de de I.A.P por haberme dado muchos momentos de alegría y por darme su apoyo.

AL PROYECTO "DETERMINACION DE ENZIMAS DE RESISTENCIA EN *Tribolium castaneum*"
(*02 *03*0202*2512) bajo la responsabilidad del Dr. Ernesto Cerna Chávez.

DEDICATORIA

A mis padres

Armin Hernández Ochoa y Blanca Nelia López Arguello con amor y cariño, por haberme dado la vida y haberme guiado por el camino del bien, por sus inagotable lucha y esfuerzo que realizaron para brindarme la oportunidad de superarme. Es por eso que este trabajo es con mucho amor para ellos.

A mis Hermanos.

Limber H.L y Alberto H.L, Quienes aprecio y quiero mucho es por eso que este trabajo es de ellos también, gracias por su ayuda tanto económica y moralmente. Gracias hermanos por estar conmigo en las buenas y en las malas.

A mis abuelas

Guadalupe Arguello Ramírez (+) que en este momento no esta conmigo pero para mi es como si lo estuviera por que la llevo siempre en mi corazón, es por eso que este trabajo se la dedico con todo mi amor y cariño para mi viejita del alma. Y mi abuelita Carmen Ochoa Albores quien le agradezco por todo el apoyo que me brindo durante todo este tiempo y quiero decirle que la quiero y aprecio mucho. Y muchas gracias por compartir conmigo esta felicidad. T.q.m abue.

A toda mi familia

Por estar siempre unidos y apoyándome a salir adelante, gracias por confiar en mi.

A mis primos

Que convivieron conmigo y me apoyaron con sus buenos consejos en especial a mi prima Rubicel Morales López por su gran apoyo económico y moral, a mis primos Alexander, Marcos, Ochoita, Charlie, Wendy. Gracias por estar conmigo en los momentos mas difíciles de la vida, que dios los bendiga hoy mañana y siempre.

A mis amigos

Oswaldo Vargas, Edel Hernandez, , Che moo , Jorge Velasco, miguel Ángel Aguilar, Adan Gregorio ,Fco. Javier, Cristóbal V., Toño V, Tío chandy, Moo Che, Moo Moo, M. Del Rosario R. Astrid P. Y a todos los que de una u otra forma convivieron conmigo durante la carrera, a mis amigos del Mpio. De la trinitaria y independenciamos. Gracias por compartir conmigo muchos momentos inolvidables los llevare siempre en el corazón.

A la familia

Hernández Ochoa y López Arguello quienes formaron gran parte de este proyecto de vida, muchas gracias por confiar en mi. Este esfuerzo no es solo mío si no de todos.

A mi Padrino Rodolfo Miganjos y Familia: Que formaron gran parte de este proyecto, gracias por sus sabios consejos y por su gran amistad.

A MI NOVIA: Yanet León Pérez quien forma parte de mi vida, a quien amo con todo el corazón.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | Pagina |
|--|---------------|
| AGRADECIMIENTOS | iii |
| DEDICATORIAS | iv |
| INDICE | vi |
| INDICE DE CUADROS | viii |
| INDICE DE FIGURAS | xv |
| INTRODUCCION | 1 |
| REVISION DE LITERATURA | 3 |
| Importancia de las plagas de granos y productos almacenados..... | 3 |
| Origen y evolución de los insectos de almacén..... | 4 |
| Origen de las infestaciones de granos..... | 5 |
| Clasificación y distribución de plagas..... | 5 |
| GORGOJO CASTAÑO DE LA HARINA (<i>Tribolium castaneum</i>) | 6 |
| Origen y distribución..... | 7 |
| Ubicación taxonómica..... | 7 |
| Descripción morfológica..... | 8 |
| Ciclo de vida..... | 9 |
| Biología y hábitos..... | 9 |
| Importancia económica <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)..... | 10 |
| METODOS DE CONTROL | 10 |
| Control biológico..... | 10 |
| Control físico..... | 11 |
| Control químico..... | 11 |
| Fumigantes..... | 12 |
| INSECTICIDAS | 12 |
| Malation..... | 12 |
| Pirimifos metil..... | 13 |
| Cipermetrina..... | 13 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| Deltametrina..... | 13 |
| CONTROL ALTERNATIVO..... | 14 |
| Aceites..... | 14 |
| Aceites minerales..... | 14 |
| Aceites vegetales..... | 15 |
| Extractos vegetales..... | 16 |
| Importancia de los extractos..... | 17 |
| Tipos de extractos vegetales..... | 18 |
| Purin Fermentado..... | 18 |
| Infusion..... | 19 |
| Decoccion..... | 19 |
| Mareracion..... | 19 |
| Extracto de flores..... | 19 |
| Extracto alcoholico..... | 19 |
| PLANTAS EVALUADAS..... | 19 |
| Chenopodium album | 19 |
| Descripción..... | 20 |
| Distribución..... | 20 |
| Ubicación taxonomica..... | 20 |
| Metabolitos secundarios..... | 21 |
| Acción Insecticida..... | 21 |
| Azadirachta indica | 21 |
| Descripción | 22 |
| Distribución | 22 |
| Posición taxonómica..... | 22 |
| Metabolitos Secundarios..... | 23 |
| Acción insecticida..... | 23 |
| Florenzia cernua | 24 |
| Descripción..... | 24 |
| Clasificación taxonomica..... | 24 |

| | |
|---|----|
| Distribucion geografica..... | 25 |
| Propiedades | 25 |
| Usos actuales | 26 |
| Sapindus saponaria | 27 |
| Descripcion..... | 27 |
| Ubicación taxonomica..... | 28 |
| Distribucion..... | 28 |
| Metabolitos secundarios..... | 29 |
| MATERIALES Y METODOS..... | 30 |
| Ubicación del experimento..... | 30 |
| Obtencion del extracto..... | 30 |
| Procedimiento de cria de <i>tribolium castaneum</i> | 31 |
| Productos utilizados..... | 32 |
| Bioensayo..... | 32 |
| Tecnica de película residua (FAO, 1974)..... | 32 |
| Analisis estadísticos..... | 34 |
| RESULTADOS Y DISCUSION..... | 35 |
| Concentracion letal | 35 |
| Parametros de confianza | 39 |
| Valores de χ^2 , r^2 y P..... | 39 |
| Líneas de respuesta Dosis mortalidad..... | 41 |
| Comparacion de limites fiduciales..... | 45 |
| Conclusiones..... | 48 |
| Literatura citada..... | 49 |
| APENDICE..... | 55 |

ÍNDICE DE CUADROS

| CUADRO | | PÁGINA |
|--------|---|--------|
| 1 | Plantas y solventes utilizados para la elaboración de los extractos..... | 32 |
| 2 | Concentración letal media (CL ₅₀ , CL ₉₅) y límites fiduciales de los diferentes extractos usados contra poblaciones de <i>Tribolium castaneum</i> a 24 hrs de exposición..... | 36 |
| 3 | Concentración letal media (CL ₅₀ , CL ₉₅) y límites fiduciales de los diferentes extractos usados contra poblaciones de <i>Tribolium castaneum</i> a 48 hrs de exposición..... | 37 |
| 4 | Concentración letal media (CL ₅₀ , CL ₉₅) y límites fiduciales de los diferentes extractos usados contra poblaciones de <i>Tribolium castaneum</i> a 72 hrs de exposición..... | 38 |
| 5 | Coefficientes de determinación (r^2), chi-cuadrada (χ^2) y probabilidad de ocurrencia del evento de los diferentes extractos a 24 hrs..... | 39 |

| | | |
|----|---|----|
| 6 | Coeficientes de determinación (r^2), chi-cuadrada (χ^2) y probabilidad de ocurrencia del evento de los diferentes extractos a 48 hrs..... | 40 |
| 7 | Coeficientes de determinación (r^2), chi-cuadrada (χ^2) y probabilidad de ocurrencia del evento de los diferentes extractos a 72 hrs..... | 41 |
| A1 | Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al extracto <i>Chenopodium</i> <i>álbum</i> con solvente Benceno a las 48 hrs de exposición..... | 56 |
| A2 | Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al extracto <i>Chenopodium</i> <i>álbum</i> con solvente Hexano a las 24 hrs de exposición..... .. | 56 |
| A3 | Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al extracto <i>Chenopodium</i> <i>álbum</i> con solvente Hexano a las 48 hrs de exposició..... | 57 |
| A4 | Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al extracto <i>Chenopodium</i> <i>álbum</i> con solvente Hexano a las 72 hrs de exposició..... | 57 |

| | | |
|-----|--|----|
| A5 | Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> extracto de <i>Azadirachta indica</i> (Neem) a las 24 hrs de exposición..... | 58 |
| A6 | Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> extracto de <i>Azadirachta indica</i> (Neem) a las 48 hrs de exposición | 58 |
| A7 | Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> extracto de <i>Azadirachta indica</i> (Neem) a las 72 hrs de exposición | 59 |
| A8 | Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al extracto de <i>Florenxia cernua</i> (hojasen) a las 24 hrs de exposición. | 59 |
| A9 | Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al extracto de <i>Florenxia cernua</i> (hojasen) a las 48 hrs de exposición | 60 |
| A10 | Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al extracto de <i>Florenxia cernua</i> (hojasen) a las 72 hrs de exposición | 60 |
| A1 | Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al extracto de <i>Sapindus saponaria</i> (Javoncillo) a las 24 hrs de exposición. | 61 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| FIGURA | | PÁGINA |
|--------|---|--------|
| 1 | <i>Azadirachta</i> | 23 |
| 2 | Filiferina A y B..... | 29 |
| 3 | Líneas de respuesta Dosis-Mortalidad de diferentes extractos sobre poblaciones de <i>Tribolium castaneum</i> a 24 hrs. De exposicion..... | 42 |
| 4 | Líneas de respuesta Dosis-Mortalidad de diferentes extractos sobre poblaciones de <i>Tribolium castaneum</i> a 48 hrs. De exposicion..... | 43 |
| 5 | Líneas de respuesta Dosis-Mortalidad de diferentes extractos sobre poblaciones de <i>Tribolium castaneum</i> a 72 hrs. De exposicion | 44 |
| 6 | Representación de limites fiduciales obtenidos a nivel de CI_{50} de <i>Tribolium castaneum</i> a 24 hrs de exposición a los diferentes extractos Vegetales | 45 |
| 7 | Representación de limites fiduciales obtenidos a nivel de CI_{50} de <i>Tribolium castaneum</i> a 48 hrs de exposición a los diferentes extractos Vegetales | 46 |

| | | |
|---|--|----|
| 8 | Representacion de limites fiduciales obtenidos a nivel de CL ₅₀ de <i>Tribolium castaneum</i> a 72 hrs de exposición a los diferentes extractos vegetales | 47 |
|---|--|----|

INTRODUCCIÓN

La producción de cultivos se ve limitada por diferentes factores, siendo los principales de tipo fitosanitario, estos problemas se pueden presentar desde campo y continúan en el almacenamiento de los productos. Los expertos mencionan que entre un 5 al 10 % de la producción de alimentos se ve afectada a causa de los insectos que dañan los granos y sus productos durante el almacenamiento. En algunos países esas cifras se han incrementado hasta un 50 %, estas pérdidas dependen del tipo de insecto y principalmente de la calidad de los granos que entran para ser almacenados.

Se han reportado a nivel mundial un gran número de especies de insectos infestando productos almacenados, en el caso de nuestro país se han reportado alrededor de 66 especies causando pérdidas considerables. Este grupo de plagas pertenecen al Género *Tribolium* (Coleóptera: *Tenebrionidae*), cuyas larvas y adultos se alimentan de granos partidos o dañados por la infestación primaria, harinas, polvillo de granos, alimentos balanceados, frutas secas, etc. Además del daño directo, provocan olor y gusto desagradable a los productos que atacan. De este modo, una de las especies que más pérdidas causa en los productos almacenados es el gorgojo de las harinas (*Tribolium castaneum*).

Para la protección de los productos almacenados contra el ataque de estos insectos, se ha dependido del control químico, como el método mas utilizado. Basado en un gran numero de compuestos sintéticos altamente efectivos. Sin embargo el uso indiscriminado de estos productos ha contribuido al desarrollo de problemas como la resistencia de insectos, contaminación ambiental e intoxicaciones. Así mismo, Existen reportes de casos de resistencia de esta plaga a insecticidas de contacto como malation, lindano y a fumigantes como fosfuro de aluminio y bromuro de metilo.

Por tal motivo el estudio de moléculas mas amigable con el ambiente y el ser humano, hace necesario seguir evaluando productos naturales con propiedades insecticidas, que sean fácil obtener y aplicar como una alternativa de manejo de esta plaga.

- Por lo que, el objetivo de la presente investigación es determinar la eficiencia de diferentes extractos vegetales sobre adultos de *Tribolium castaneum*.

PALABRAS CLAVES: *Tribolium castaneum*, CL₅₀, CL₉₅, Solventes, extractos vegetales.

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia de las plagas de granos y productos almacenados

Los cereales son considerados mundialmente, como las especies vegetales más importantes para la alimentación de los seres humanos y animales domésticos (Dell Orto Arias, 1983) por esto, su almacenamiento por largos periodos de tiempo es esencial para disponer de alimento en forma constante (Páez, 1987). Esto se ve afectado por los insectos plagas de los granos almacenados que causan cuantiosas pérdidas, tanto en lo económico como en su disponibilidad para la alimentación de animales y seres humanos (Larrain, 1994).

A nivel mundial los insectos que infestan productos almacenados se encuentran agrupados en 227 especies, 66 de las cuales han registrado su presencia en México, causando pérdidas entre el 15 y 25 % dependiendo de la región (Nájera, 1991).

Las pérdidas de granos en el almacenaje es el principal problema que enfrenta el agricultor después de la cosecha. La situación es especialmente importante entre los productores a pequeña escala, quienes ven mermadas sus *cosechas*, a causa de la destrucción de los granos por roedores, insectos, hongos y bacterias (White, 1995).

En los granos almacenados, los principales agentes que disminuyen la producción son los insectos, los cuales antes de la cosecha y en el almacén, pueden causar pérdidas de 20 % a 80 % (Larraín, 1994).

Gutiérrez y Jiménez (1989), comentan que en términos generales *Sitophilus* spp, *Sitotroga cerealella* y *Tribolium castaneum*, son actualmente las plagas más importantes de los granos y productos almacenados.

Origen y evolución de los insectos de almacén

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

Algunas especies de insectos se han relacionado con los productos almacenados y en ocasiones se han llegado a encontrar en tumbas del antiguo Egipto. Los insectos como *Tribolium* spp. y *Sitophilus granarius* se encontraban en tumbas faraónicas de la sexta dinastía que datan de alrededor de 2500 a 2300 A.C respectivamente (Chaddick y Leek, 1972).

Origen de las infestaciones de granos

Los insectos tienen diferentes formas de desplazarse y hay especies que tienen una gran capacidad de vuelo, otras las hacen caminando. La mayoría de las veces la infestación ocurre en el campo el grano antes de la cosecha (Ramírez, 1966). En otras ocasiones los insectos son capaces de volar ciertas distancias desde el campo hasta el almacén de grano y viceversa (Williams y Floyd, 1970).

Gutiérrez (1992), menciona que algunas especies son capaces de sobrevivir por largos periodos de tiempo cuando no disponen de suficiente alimento o las condiciones del medio no son favorables; cuando las condiciones mejoran o con el advenimiento de nuevas cosechas, dejan su estado de reposo para multiplicarse activamente creando focos de infección.

Otra causa de infestación por los insectos es cuando permanecen las semillas o harinas de temporadas pasadas en el almacén, por lo que la presencia de infestaciones se da fácilmente en cosechas nuevas (Pérez, 1988).

Clasificación y distribución de plagas

Se dice que desde la recolección hasta su almacenamiento, las cosechas de maíz, frijol, trigo, arroz, sorgo, etc., son atacadas por una serie de plagas de insectos que causan pérdidas estimadas en un 20 %, dependiendo del clima y del lugar (S A R H, 1980).

En base al daño físico que ocasionan los insectos se han clasificado entres categorías (Ramírez, 1990) que son:

Plagas primarias, aunque relativamente son pocas, son capaces de dañar granos enteros rompiendo la cubierta externa y tienen gran importancia económica que son; *Sitophilus granarius* (L), *Sitophilus oryzae* (L), *Sitophilus zeamais* (Mutschulsky), *Acanthoscelides obtectus* (Say), *Zabrotes subfasciatus* (Bohemian), *Prostephanus truncatus* (Horn), *Rhyzopertha dominica* (F), *Plodia interpunctella* (Hubner) (Gutiérrez, 1992).

Plagas secundarias: son aquellas que atacan granos partidos o que previamente han sido dañados por las primarias y se multiplican con gran facilidad en los productos obtenidos de la molienda de granos, estas son: *Tribolium castaneum* (Herbst), *Tribolium confusum* (Duval), *Oryzaephilus surinamensis* (L), *Cryptolestes pusillus* (Schonherr) (Gutiérrez, 1992).

Plagas terciarias: son aquellas que 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 sean deteriorado (Ramírez, 1990).

Gorgojo castaño de la harina (*Tribolium castaneum* (Herbst))

Origen y distribución

Se dice que *T. castaneum* es un insecto de origen Indo-Australiano con un hábitat cosmopolita, pero generalmente es un insecto de climas calientes (Mallis, 1990).

Ubicación taxonómica

Tribolium castaneum, más conocido como gorgojo rojo de las harinas, fue clasificado y descrito en 1797, es conocido desde hace muchos años antes que el *Tribolium confusum*.

Borror *et al.* (2005), determinaron su posición taxonómica en la forma siguiente:

Phyllum.....arthropoda
 Subphyllum.....mandibulada
 Clase.....insecta
 Subclase.....pterygota
 División.....endopterigota
 Orden.....coleóptera
 Suborden.....polyphaga
 Superfamilia.....tenebrioniodea
 Familia.....tenebrionidae
 Genero.....*Tribolium*
 Especie.....*castaneum* (Herbst)

Descripción morfológica

El adulto mide de 3 a 3.7 mm de largo, aplanado, la cabeza, el tórax y el abdomen son diferenciales; las antenas están bien desarrolladas y los 3 últimos segmentos se ensanchan bruscamente, siendo más anchos y largos que los anteriores, este carácter lo distingue del *Tribolium confusum*. Los huevecillos son pequeños, delgados, cilíndricos, las larvas son gusanos delgados, los segmentos presentan pelos finos y el segmento terminal posee un par de espinas como

pequeños apéndices, las larvas al completar su desarrollo miden 4.5 mm de largo, las pupas son de tipo exarate de unos 2 mm de largo (DGSV, 1980).

Ciclo de vida

La hembra deposita los huevecillos aisladamente en la harina o subproductos. Los huevecillos son pequeños, delgados, cilíndricos y de color blanquizo. Una sola hembra produce en promedio 450 huevecillos. El periodo de incubación varía de 5 a 12 días, dependiendo de la temperatura es la eclosión de la larva. El desarrollo larvario varia de 1 a 3 meses de acuerdo a la temperatura y disponibilidad del alimento. La pupa es desnuda, al principio de color blanco, torneándose gradualmente en amarillenta; tiene en la superficie dorsal pelos como en el caso de las larvas. En estado de pupa tarda de 6 a 9 días, transformándose después en adulto (SARH, 1980).

Biología y hábitos

La hembra deposita sus huevecillos cerca de los alimentos, de preferencia en ranuras cerca de las tapas de las cajas de cartón o en algún sitio protegido similar, siendo comúnmente puestos en grupos de 60 huevecillos obteniendo más de 1300 huevecillos por hembra. Las larvas L1 se alimentan de los granos quebrados y harinas, hasta llegar a la L5 y posteriormente a los 70 a 90 días pasan a pupa, donde pueden invernarse o pasar a estado adulto para completar una nueva generación (Metcalf y Flint, 1976).

Importancia Económica *Tribolium castaneum* (Herbst)

La importancia de las pérdidas de los productos almacenados es variable, en cuanto a los cereales a nivel mundial se ha reportado pérdidas del 20 % (Bennet *et al.*, 1996). *T. castaneum* se considera como la especie plaga más importante de harina almacenada. Varios autores mencionan que la presencia de dos larvas de *T. castaneum* por kg de harina representa pérdidas del 18 % (Bennet *et al.*, 1996).

Métodos de control

Desde la antigüedad se han desarrollado métodos de control para combatir y erradicar las plagas de almacén que han sido una gran molestia para los pequeños y grandes almacenadores que han realizado diferentes métodos de control. Donde han incluido medidas físicas, químicas, biológicas y últimamente se han creado nuevos compuestos de origen vegetal con menos impacto en el ambiente llamados productos biorracionales.

Control biológico

Ramírez *et al.* (1993) ha reportado que en México existen tres especies de depredadores de plagas de granos almacenados que son: *Cephalonomia torsalis*, *Teretriosoma nigrescens* y *Xilocoris flavipes*.

Un ejemplo exitoso de control biológico de los granos almacenados es *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidóptera: pyralidae) que se ha podido controlar mediante

la aplicación de *Bacillus thuringiensis*. Esta bacteria actúa ocasionando una reducción de las infestaciones en más de un 80% (Mc Gaughey, 1985).

Control físico

García (1992), menciona que los métodos físicos tradicionales son, el exponer al sol el grano. Así como utilizar, humo y mezclar el grano con diversos materiales como cenizas, arena, tierra de diatomeas, cal y aceites (Shaaya y Kostyukosky, 2007). Los métodos de control físico se agrupan en tres clases: pasivos, activos y un grupo denominado misceláneos (Vincent et al., 2003).

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. Asimismo, la constante exposición a los tratamientos químicos ha inducido a desarrollar resistencia en *T. castaneum* a diferentes grupos de insecticidas (Akbar et al., 2004).

Sin embargo se dice que los insecticidas siguen y seguirán siendo utilizados extensivamente. Sin embargo, más de 540 especies de insectos han resultado ser resistentes a los insecticidas sintéticos (Metcalf, 1994).

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, producto de uso común en varios países.

Un fumigante es un insecticida que ejerce su acción tóxica en forma de gas. Los fumigantes por lo general se almacenan en forma líquida o sólida. Estas sustancias reúnen ventajas sobre otros insecticidas por su gran poder de penetración dado que se introduce en todos los espacios libres, que no pueden llegar o alcanzar otros métodos de aplicación de materiales químicos. Las principales desventajas de los fumigantes son que sus vapores se dispersan muy rápidamente, por lo que solo son efectivos en espacios cerrados. Además, no tienen efecto residual y su acción termina una vez que los gases escapan (Anónimo, 1993).

Insecticidas

En México el Catálogo Oficial de Plaguicidas dependiente del (COFEPRIS, 1994) reporta varios productos insecticidas autorizados para la protección de productos almacenados, donde se pueden mencionar los siguientes:

Malation: Es un producto organofosforado con propiedades insecticida y acaricida, sintetizado en 1950 con denominación química: 0,0-dimetil-S-(1,2-dicarbetoxi-etil)-ditiofosfato. Insecticida de amplio espectro de acción, actúa por contacto e ingestión. No es sistémico. Este compuesto fue el primer fosforado de

baja toxicidad, posee una DL_{50} oral aguda de 1400 mg/kg y DL_{50} dermal aguda de 400 mg/kg que lo ubica en la categoría III toxicológica (Muñoz, 1985).

Pirimifos metil: Producto fosforado sintetizado en 1970 con denominación química: 2dietilamino-6-metilpirimidin-4-il dimetil fosforotionato, tiene acción insecticida y acaricida de contacto y fumigante. La DL_{50} oral aguda para ratas hembras es de 2,050 mg/kg; la DL_{50} Dermal aguda para conejos es más de 2000 mg/kg, ubicado en la categoría III (Martin, 1971; CICOPLAFEST, 1994).

Cipermetrina: Producto perteneciente al grupo de los piretroides, con denominación química: 3 fenoxifenilmetil -1-2, 2-dicloroetenil-2, 2-dimetilciclopropa-nocarboxilato. Insecticida de acción de contacto e ingestión. La DL_{50} oral aguda para ratas varía de 430 a 4000 mg/kg lo cual es ligeramente tóxico, correspondiente a la categoría III. (Sittig 1990; CICOPLAFEST, 1994).

Deltametrina: Tiene categoría toxicológica del producto III. Es de uso agrícola, pecuario, doméstico, urbano e industrial, ingesta diaria admisible: 0.01 mg/kg. Es un insecticida piretroide de contacto, incompatible con productos de fuerte reacción alcalina. Ligeramente persistente. Tóxico para las abejas, peces y otras especies de vida acuática. En la salud tiene efectos moderadamente peligrosos, sus síntomas son: irritante dérmico y de mucosas. En caso de intoxicación, tratamiento sintomático (CICOPLAFEST, 1994).

Control 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 de sintéticos; siendo compatibles con otras opciones de bajo riesgo aceptables en el control de insectos. Así mismo, se encuentran los extractos vegetales que atacan 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).

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 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 artrópodos 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 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).

Los aceites minerales constituyen un método de control físico confiable, que aún hoy, siguen evolucionando. 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).

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 huevo pierde humedad por lo tanto mure el embrión, en los adultos los cubre con una capa oleosa que tapa los espiráculos de respiración matándolo por asfixia (Davidson, *et al.*, 1991).

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 (soya, ricino, coco, maní, sésamo y olivo) en maíz almacenado, provocan el 100 % de mortalidad en *Sitophilus oryzae*, a las 3 horas de exposición al aceite.

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

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).

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.

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 (Braccini & Picanço, 1995). 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 es incluido entre los países con mayor diversidad vegetal en el mundo; pero solo a una pequeña cantidad de ellas se le da 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 de micelios 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 (Bisset 2002; Iannacone & Lamas 2003a), pero en los últimos años está teniendo nuevamente mayor importancia (Lagunes *et al.* 1985). *Coriandrum sativum* L.

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, 1992).

Tipos de extractos vegetales.

Purín fermentado: las partes de las plantas son encerradas en bolsas permeables y colocadas en un recipiente con agua de lluvia. Se cubre el recipiente pero permitiendo que el aire circule, se lo revuelve todos los días hasta que se note un cambio de color. Esto ocurre en una o dos semanas. Su olor es muy desagradable, así que puede agregarse unas gotas de extracto de flores de manzanilla o unas gotas de valeriana. Se aplica diluido, en especial si se lo hace sobre el follaje, la dilución recomendada es 1 en 10 partes.

Infusión: se colocan las plantas frescas o secas en agua hirviendo durante 24 horas.

Decocción: se dejan en remojo los materiales vegetales durante 24 horas, luego se los hierve 20 minutos, se cubre y se deja enfriar.

Maceración: se colocan los vegetales frescos o secos en agua durante no más de 3 días. Debe cuidarse que no fermente, y luego se utiliza el sobrenadante.
Infusión: Se cubre el vegetal con agua caliente o hirviendo y se deja enfriar en un recipiente con tapa.

Extracto de flores: se utilizan flores frescas en lo posible recién abiertas, se cortan, se humectan y se “empastan “con ayuda de un mezclador. Se les extrae el líquido y se lo puede conservar en un frasco con tapa a rosca. Utilizar diluido.

Extracto alcohólico: Se cubre el vegetal con alcohol y se deja macerar.

Plantas Evaluadas.

Chenopodium album L

Descripción

Planta anual con tallos de 10 - 150 cm, generalmente erectos, verdes o rojizos, muy ramificados y cubiertos de una pilosidad harinosa grisácea. Las hojas son alternas, algo carnosas, de 1 - 8 x 0.3 - 5.5 cm, de contorno variable, de rómbica - ovada a lanceolada, generalmente al menos una vez y media tan larga como ancha; el margen es ligeramente dentado, en ocasiones algo trilobulado. Las flores se reúnen en inflorescencias de tipo panícula, formada por numerosos glomérulos; son a

menudo dimórficas, ya que las terminales son hermafroditas o masculinas y las laterales femeninas. El perianto está formado por 5 piezas con una quilla poco marcada, farinosos. El androceo consta de 5 estambres libres y el gineceo de un ovario del que surge un estilo que finaliza en 2 estigmas. El fruto es un aquenio, con una semilla en su interior de 1.2 - 1.6 mm, de color negro, de contorno subovado, con surcos radiales tenues o casi lisa. Florece de mayo a noviembre.

Distribución

Crece en zonas ruderales, como cunetas, bordes de caminos, campos, huertas, campos de cultivo, desde el nivel del mar a los 1000 m de altitud. Presente en las zonas templadas del planeta, en México se encuentra en los 32 estados de la república.

Ubicación Taxonómica: De acuerdo a Cronquist (1981) la clasificación taxonómica de esta planta es la siguiente.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Caryophyllidae

Orden: Caryophyllales

Familia: Chenopodiaceae

Genero: *Chenopodium*

Especie: *album L.*

Metabolitos secundarios

El potencial de ciertas especies del género *Chenopodium* para el control de plagas es conocido en relación con componentes químicos de heterogeneidad estructural, tales como hidrocarburos, saponinas, terpenoides, flavonoides y esteroides. El rol de las especies del género *Chenopodium* para el control de diversos tipos de plagas es conocida a través del uso de sus extractos crudos. (Leicach, 2004).

Acción insecticida

El extracto del genero *Chenopodium* spp ha sido evaluado contra insectos presentando actividad como insecticida, Se evaluaron polvos vegetales de *Chenopodium ambrosioides* (L), *Chenopodium album* (L) y *Chenopodium quinoa* (Willd). para el control de *Sitophilus zeamais* (Motschulsky), bajo condiciones de laboratorio. Los parámetros evaluados fueron mortalidad y emergencia de insectos adultos, pérdida de peso y germinación de los granos, efecto ovicida y larvicida, fumigación, repelencia y residualidad de los polvos, donde se obtuvieron buenos resultados.

***Azadirachta indica* A. Juss (Neem)**

Descripción

Es un árbol robusto, siempre verde, de rápido crecimiento, con tronco recto corteza moderadamente gruesa y copa redonda. Alcanza una altura de 7 a 20 m y el diámetro de la copa es de 5 a 10 m, hojas alternas de 10-38 cm de longitud con 3 a 8 pares de folíolos opuestos o casi opuestos. Lanceolados de 3 a 6 cm de longitud, con

el margen aserrado y la base asimétrica. Flores en panículas axilares más cortas que las hojas. Son pequeñas, pentámeras, de color blanco o crema, fragante. Fruto en drupa, oblongo, de 1.2 cm de largo color verde amarillento tornándose púrpura, con una semilla (Leos y Salazar, 1992).

Distribución

Es nativo de la India, en México se encuentra distribuido en varios estados, Baja California, Sinaloa, Sonora, Nayarita, Colima, Campeche, San Luis Potosí, Guerrero, Quintana Roo, Yucatán, Nuevo León, Veracruz, Oaxaca, Morelos, Chiapas, Guanajuato, Tabasco, Tamaulipas, y Durango (Leos y Salazar, 1992).

Posición taxonómica: De acuerdo a Conquist (1981), la ubicación taxonómica de esta planta es la siguiente.

Reino.....Vegetal

División.....Magnoliophyta

Clase.....Magnoliopsida

Orden.....Sapindales

Familia.....Meliaceas

Género.....Azadirachta

Especie.....indica A. Juss

Metabolitos secundarios

Prakash y Rao (1977) cita que se han aislado 54 componentes químicos, pero los que poseen actividad biológica son azadiractina, deacetyl-salannina, salannina, nimbina, epinimbina y meliantrol.

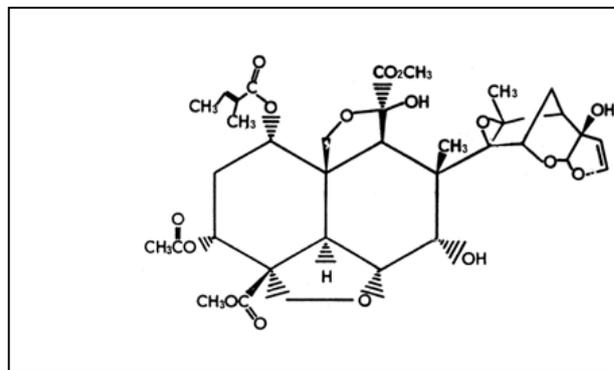


Figura 1. Azadiractina

Acción insecticida

El aceite de neem ha sido evaluado contra una amplia gama de insectos teniendo actividad biológica de insecticida, antialimenticio, repelente, inhibidor de oviposición, etc. un efecto adicional del uso del neem es el cambio de comportamiento que en algunos casos ha resultado benéfico; por ejemplo, varias especies de Cicallidae y Delphacidae (Homoptera) en arroz, dejaron de comer del floema para alimentarse del xilema, cuando las plantas fueron tratadas con neem. Esto resultó en una reducción notable de la transmisión de virus específicos del floema (Saxena y Khan, 1985).

***Flouencia cernua* DC (Hojasen)**

Descripción

El hojasen es un arbusto muy ramificado de hasta 2 m. de altura que exuda una sustancia con olor a alquitran. Tiene ramas delgadas, resinosa, color café claro a gris. Hojasen alternas, simples, elípticas, de 17-25 mm de largo y de 6.5-11.5 mm. De ancho, haz glabro verde oscuro a veces resinoso, envés mas palido y de glabro a pubescente, flores en corimbos de 1 cm. De diámetro, amarillas, de 12-20 flores por cabezuela. Fruto es un aquenio de 6 mm por 2 m (Vines, 1960).

Clasificación Taxonómica

Vines (1960) Ubica ala planta de hojasen de la siguiente forma;

Reino.....Methophyto

Subreino.....Spermatop

Clase.....Angiospermae

Subclase..... Dicotyledonae

Orden.....Companulatae

Familia.....Asteraceae

Subfamilia.....Tubuliflore

Género.....*Flouencia*

Especie.....*Cernua* D.C.

Distribución Geográfica

En México se encuentra distribuida en los estados de Sonora, Chihuahua, Coahuila, Durango, San Luis Potosi, Zacatecas y Mexico D.F. En los estados unidos de Norteamérica se localizan en el Oeste de Texas, sur de Nuevo Mexico y Arizona, (Vines, 1960).

Propiedades

Las hojas y las semillas de Hojasen contienen un 2-3 % de glucósidos antraquinónicos, conocidos como senósidos A y B; además poseen mucílagos y flavonoides, que colaboran a su acción laxante, y una resina de acción irritante que puede provocar náuseas y vómitos a dosis altas. Los senósidos son inactivos en su estado natural. Pasan sin alterarse por el estómago, y son parcialmente absorbidos en el intestino delgado, para después ser eliminados con la bilis. Al llegar al colon, son transformados químicamente por la acción de unas enzimas producidas por las bacterias intestinales (glucosidasas), que liberan la genina (aglicón), principio activo de la molécula del senósido. La reacción química que se produce es la siguiente: senósido (glucósido) + enzima = genina (principio activo) + azúcar. Los derivados activos de los senósidos ejercen su acción laxante por dos mecanismos:

- Estimulan la motilidad del intestino grueso, aumentando los movimientos peristálticos. Aumentan asimismo, aunque con menor intensidad, el tono muscular del aparato urinario y del útero.

- Disminuyen la permeabilidad de la mucosa intestinal, por lo que dificultan la normal absorción de agua que tiene lugar en el intestino grueso.

Usos Actuales:

En la actualidad los campesinos de nuestro país utilizan esta especie como remedio para problemas digestivos. Por otra parte, soluciones de hojaseen usando concentraciones altas han demostrado propiedades fungicidas contra especie de *Rizoctonia. solani* y *P. infenstans* por lo que tienen potencial como fungicidas.

Se han realizado estudios acerca de esta planta para conocer que componentes químicos posee, haciendo usos de solventes como; hexano, éter dietílico y etanol, se analizaron los extractos para identificar los componentes químicos liberados: con hexano se liberaron monoterponoides, con éter y etanol sesquiterponoides obteniendo mayor cantidad el etanol. Dichos extractos se evaluaron contra hongos. Algas y termitas mostrando resultados positivos, (Tellez *et al.*, 2001).

La planta de hojaseen no solo contiene compuestos químicos fungicidas, insecticidas, otro estudio mostro que también tiene compuestos químicos que inhiben el crecimiento de otras plantas como; *Amaranthus hypocondriacus* y *Echinochloa crus-galli*, (Mata, 2003).

***Sapindus saponaria* (Jaboncillo)**

Descripción

Árbol generalmente de 9 a 15 m de alto ocasionalmente más alto, la corteza gris, fisurada y escamosa, la copa usualmente ancha y densa. El tronco de 50 cm o más de diámetro; foliolos la mayoría 6 a 12, estrechamente lanceolados a oblongos, de 5 a 18 cm de largo, obtusos a largo-acuminados, agudos u obtusos en la base, asimétricas, glabras, enteros, el raquis estrechamente halado. Las flores blancas o blanquecinas, de 4 mm de ancho, a menudo largo-pedunculadas, panículas muy ramificadas, las ramas puberulentas; pétalos de 3 mm de largo. El fruto usualmente 1 coco, a veces 2 a 3 cocos, globosos, glabros, de 1 a 2 cm de diámetro, muy carnosos; semillas pálidas, globosas, alrededor de 1 cm de diámetro los frutos contienen aproximadamente 30 % de saponina y cuando se maceran en agua producen una sustancia jabonosa con abundante espuma, por lo que se utilizan localmente para lavar la ropa como sustituto del jabón.(Martínez *et al.*, 1992 y González, 1984).

Ubicación taxonómica

De acuerdo a Cronquist (1981) la clasificación taxonómica de esta planta es la siguiente.

Reino..... Vegetal

División..... Magnoliophyta

Clase..... Magnoliopsida

Orden..... Sapindales

Familia..... Sapindaceae

Genero.....*Sapindus*

Especie..... *.saponaria* L.

Distribución

El jaboncillo crece a bajas elevaciones, en climas secos o húmedos. Se encuentra en bosques de la parte central y del Pacífico en el Canal de Panamá, pero es raro o ausente en bosques lluviosos del Caribe. En México está presente en algunos estados como; Chihuahua, Guerrero, Jalisco, Michoacán y Oaxaca. (Niembro Rocas, 1986).

Metabolitos secundarios

Se reporta que tiene metabolitos como las saponinas, al respecto se han determinado dos moléculas que son filiferina A y B

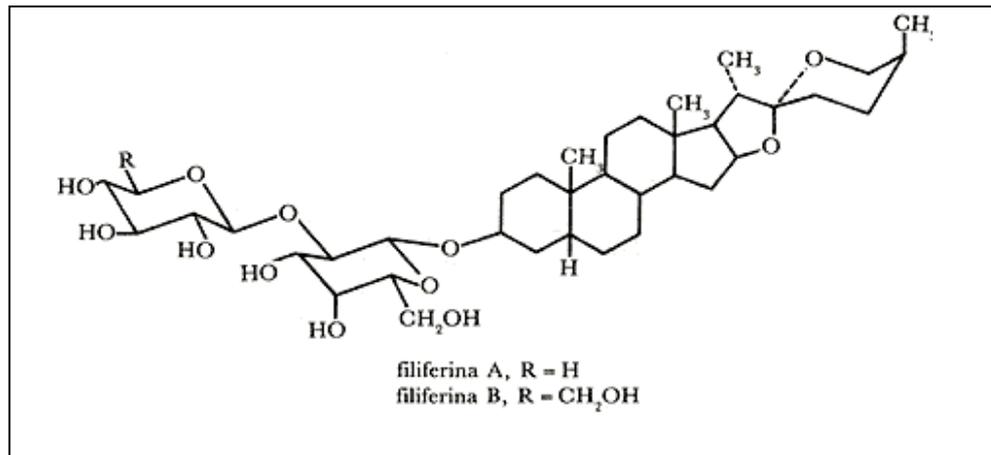


Figura 2. Filiferina A y B

Acción insecticida

Las semillas son venenosas y molidas con el fruto se utilizan para atontar a los peces en el agua; las semillas contienen de 35 a 40 % de aceite no secante que posee propiedades insecticidas y acaricidas. (González, 1984).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

El presente estudio se realizó en el Laboratorio de Toxicología en el Departamento de Parasitología que se encuentra dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Obtención de Extractos

Se realizaron extractos de 4 plantas de diferente familia taxonómica, usando diferentes partes de las plantas, provenientes de diversas regiones del estado de Coahuila. Para *Chenopodium álbum* (Cenizo) fue recolectado en los campos de la (UAAAN), *S. saporarium* (Sapindus) de la zona de Arteaga, *F. cernua* (Hojasen) en la carretera hacia General Cepeda y *Azadirachta indica* (Neem) fue donado a la institución por el CIQA (Centro de Investigaciones en Química Aplicada). Los materiales se trasladaron al laboratorio para macerar en una licuadora industrial, posteriormente se pesó el material y se le agregó el solvente correspondiente (Hexano, Benceno, Eter y Metanol). Se dejó reposar el material obtenido por 3 días agitándolo frecuentemente, posteriormente con la ayuda de un rotavapor se llevó a cabo la separación del solvente y el extracto, dejándolo un poco acuoso para un

mejor manejo. El material obtenido se vació en un recipiente de plástico el cual se cubrió con papel aluminio para evitar la entrada de la luz, se guardó en el refrigerador a una temperatura de 4 ° C para su mejor conservación.

Procedimiento de cría de *Tribolium castaneum*

Para obtener individuos jóvenes con suficiencia y oportunidad para someterlos a los tratamientos, la población de *Tribolium castaneum* se colocó en un recipiente de vidrio, utilizando harina del maíz nixtamalizado como sustrato. La harina fue previamente esterilizada al colocarla por tres días a temperaturas bajas (-20 °C), con la finalidad que no se presentara una contaminación por otras especies de insectos. Los recipientes fueron tapados con una tela de organsa y asegurado con tapas perforadas para evitar la salida del insecto posteriormente los recipientes fueron colocados dentro de una cámara de cría a una temperatura de $35 \pm 0^{\circ}\text{C}$, para lograr un buen desarrollo de la población. Finalmente de la población madre se obtenían muestras de adultos cada semana, para que ovipositaran en otros frascos con harina limpia por un lapso de 72 hrs, con la finalidad de tener un buen control de la edad en el momento de los bioensayos.

Productos utilizados

A continuación se presentan los extractos utilizados para el control de *T. castaneum*:

Cuadro 1.- Plantas y solventes utilizados para la elaboración de los extractos

| Planta | Parte utilizada | Solvente |
|---|-----------------|----------|
| <i>Chenopodium álbum</i> (Cenizo) | Planta completa | Benceno |
| <i>Chenopodium álbum</i> (Cenizo) | Planta completa | Hexano |
| <i>Florecia cernua</i> (Hojasen) | Hoja | Éter |
| <i>Azadirachta indica</i> (Neem) | Semilla | Metanol |
| <i>Sapindus saporarium</i> (Jaboncillo) | Hoja | Metanol |

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. Las

concentraciones óptimas utilizadas fueron a partir de 2500, 5000, 10000, 15000, 20000 y 25000 ppm.

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.

Cada tratamiento consto de tres repeticiones, el recipiente utilizado fue un frasco de vidrio de 7 cm de diámetro (frasco Gerber), con seis concentraciones más un testigo, dando un total de 21 unidades experimentales para cada extracto vegetal a evaluar.

El bioensayo se realizo con adultos de *Tribolium castaneum*, mediante la técnica conocida como película residual, que consistió en agregar 1 mL de la concentración deseada del extracto 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 15 insectos adultos de *Tribolium castaneum* 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, 48 y 72 horas. 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 DISCUSIÓN

A continuación se describen los resultados obtenidos de los bioensayos realizados. Presentando la siguiente secuencia: 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 de los diferentes extractos vegetales, podemos observar (Cuadro 2), el extracto de *Ch. album* (Hexano), Neem y *F. cernua* obtuvieron una CL_{50} de 54958, 24642 y 162199 ppm y una CL_{95} de 223705, 57940 y 1583013 ppm respectivamente, a las 24 hrs. Por lo que, podemos mencionar que el extracto de Neem obtuvo la CL_{50} (24642 y CL_{95} 57940 ppm) mas baja de todos los tratamientos, a las 24 hrs de la toma de datos sobre adultos de *Tribolium castaneum*. También podemos observar que los extractos de *Ch. album* (Benceno), y *S. saponaria* a este tiempo de exposición no presentaron ningún efecto.

Cuadro 2.- Concentraciones letales (CL₅₀, CL₉₅) y límites fiduciales de los diferentes extractos usados contra poblaciones de *Tribolium castaneum* a 24 hrs de exposición.

| Aceites | # de individuos | CL ₅₀ | límites Inferior | fiduciales superior | CL ₉₅ |
|---------------|-----------------|------------------|---------------------|------------------------|------------------|
| Ch. (Benceno) | 315 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ch. (Hexano) | 315 | 54958 | 36852 | 183590 | 223705 |
| Neem | 315 | 24642 | 22554 | 28000 | 57940 |
| Florencia | 315 | 162199 | 55522 | 1.50188 | 1583013 |
| Sapindus | 315 | 0 | 0 | 0 | 0 |

*Ch= *Chenopodium album*

Para las 48 hrs, la concentración letal obtenida de los diferentes Extractos vegetales (Cuadro 3), podemos observar que los extractos de *Ch. album* con los dos solventes (Benceno y Hexano), Neem y *F. cernua*; Obtuvieron una CL₅₀ de 618.297, 83356, 21069 y 360622 ppm y una CL₉₅ de 33852, 761076, 47651 y 16679525 respectivamente. Así mismo, podemos mencionar que el extracto de *S. saporarium*, a este tiempo de exposición no presento ningún efecto. En este caso el extracto de *Ch. album* con solvente Benceno presenta una CL₅₀ de 618.2977 y una CL₉₅ de 47651 que son las mas bajas en relación a los demás extractos; Asi mismo, el extracto de Neem sigue presentando un comportamiento uniforme, mostrando también CL₅₀ y CL₉₅ bajas.

Cuadro 3.- Concentraciones letales (CL_{50} , CL_{95}) y límites fiduciales de los diferentes extractos usados contra poblaciones de *Tribolium castaneum* a 48 hrs de exposición.

| Aceites | # de individuos | CL_{50} | límites Inferior | fiduciales superior | CL_{95} |
|---------------|-----------------|-----------|---------------------|------------------------|-----------|
| Ch.(Benceno) | 315 | 618.292 | 536.84329 | 728.877545 | 33852 |
| Ch. (Hexano) | 315 | 83356 | 43922 | 1988619 | 761076 |
| Neem | 315 | 21069 | 20428 | 21746.5 | 47651 |
| F. cernua | 315 | 360622 | 100661 | 90305792 | 16679525 |
| Sapindus | 315 | 0 | 0 | 0 | 0 |

*Ch*Chenopodium álbum*

En relación a la concentración letal media (CL_{50}) a las 72 hrs de exposición podemos observar (Cuadro 4), que los extractos de *Ch. album* (Hexano), Neem, *F. cernua* y *S. saponaria* muestran valores de CL_{50} de 25695, 14576, 33249, 16326 ppm y una CL_{95} de 82497, 36285, 923388, 122564 ppm respectivamente, sobre adultos de *Tribolium castaneum*. Donde también podemos observar que el extracto de *Ch. album* (Benceno) presento cero por ciento de mortalidad, debido a que este extracto presento alas 48 hrs una mortalidad del 100 %. Por otro lado, el extracto de Neem mostro una respuesta uniforme, ya que a este tiempo de toma de datos obtuvo los valores mas bajos, con una CL_{50} de 14576 y una CL_{95} de 36285 ppm.

Cuadro 4.- Concentraciones letales (CL₅₀, CL₉₅) y limites fiduciales de los diferentes extractos usados contra poblaciones de *Tribolium castaneum* a 72 hrs de exposición.

| Aceites | # de individuos | CL ₅₀ | limites Inferior | fiduciales superior | CL ₉₅ |
|---------------|-----------------|------------------|---------------------|------------------------|------------------|
| Ch. (Benceno) | 315 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ch. (Hexano) | 315 | 25695 | 24600 | 26892.5 | 82497 |
| Neem | 315 | 14576 | 4846 | 34710 | 36285 |
| F. cernua | 315 | 33249 | 18790 | 133253 | 923388 |
| Sapindus | 315 | 16326 | 11925 | 26247 | 122564 |

*C*chenopodium album*

Al respecto podemos mencionar que algunos de los extractos vegetales evaluados presentaron una respuesta muy variables a las diferentes horas de toma de datos, en este caso podemos mencionar *Ch. album* (Hexano) y *F. cernua*, mostraron comportamientos muy inestables; Posiblemente este comportamiento se deba a factores inherentes a la realización del bioensayo (Manupilación, temperatura, dosis, sexo, etc.). También se observa que el extracto de *Ch. album* (Benceno), presento los valores más bajos de CL₅₀ de (618.2927) y una CL₉₅ (33852) ppm, obteniendo un 100 % de mortalidad para las 48 hrs, sin embargo este resultado fue algo extraño ya que a las 24 hrs presento bajas mortalidades. Al comparar nuestros resultados con otros autores, podemos observar que los resultados de esta investigación superan a los reportados por Méndez (2001) y Tavares (2002) donde estos autores mencionan que al utilizar la planta de *Chenopodium ambrosioides* en dosis de 20000 ppm se obtiene una mortalidad del 63.3 y 75.5 % sobre *Sitophilus*

zeamais. De este modo, podemos mencionar, que el extracto de Neem mostro un comportamiento uniforme en cuanto a su respuesta sobre adultos de *T. castaneum*, presentando un incremento en la mortalidad a través del tiempo de exposición (CL₅₀ y CL₉₅ de 24642, 21069, 14576 y 57940, 47651, 36285 respectivamente, a las 24,48 y 72 hrs) Así mismo, presento los valores mas bajos en comparación de los otros extractos evaluados. Al comparar los resultados del extracto de Neem con otras investigaciones, podemos mencionar que el Neen es una buena alternativa para el control de *Tribolium castaneum*.

Parámetros de confianza

El cuadro 5 presenta los coeficientes de determinación (r^2) y (χ^2) para líneas de regresión dosis/mortalidad para los extractos de *Ch. album* (hexano), Neem y *F. cernua* a 24 hrs. Donde se puede observar que los valores estimados para (r^2) oscilan entre 0.982 y 0.999; así como valores bajos para la (χ^2), de 0.047 a 0.79 mostrando un buen ajuste.

Cuadro 5.-Coeficientes de determinación (r^2), chi-cuadrada (χ^2) y probabilidad de ocurrencia del evento de los diferentes extractos a 24 hrs.

| Extractos | r^2 | χ^2 | prob. |
|--------------|-------|----------|-------|
| Ch. (Hexano) | 0.997 | 0.67 | 0.99 |
| Nee | 0.982 | 0.79 | 0.99 |
| F. cernua | 0.999 | 0.047 | 0.99 |

*Ch. *Chenopodium album*

El cuadro 6 se presenta los coeficientes de determinación (r^2) para líneas de regresión dosis/mortalidad para los extractos de *Ch. album* (Benceno y Hexano), Neem y *F. cernua*, a 48 hrs. Donde se puede observar que los valores estimados oscilan entre 0.935 y 0.994; mientras que para la χ^2 los valor estimado es entre 0.51 y 9.03 mostrando un buen ajuste e el caso de *Ch. album* (Hexano y benceno).

Cuadro 6.-Coeficientes de determinación (r^2), chi-cuadrada (χ^2) y probabilidad de ocurrencia del evento de los diferentes extractos a 48 hrs.

| Extractos | r^2 | χ^2 | prob. |
|--------------|-------|----------|-------|
| Ch (Benceno) | 0.948 | 0.93 | 0.99 |
| Ch (hexano) | 0.952 | 0.51 | 0.99 |
| Neem | 0.935 | 9.03 | 0.99 |
| Hojasen | 0.994 | 1.29 | 0.99 |

C**Chenopodium álbum*

Finalmente en el cuadro 7 se presentan los coeficientes de determinación (r^2) para líneas de regresión dosis/mortalidad para los extractos de *Ch. album* (Hexano), *F. cernua* y *S. saponaria*, a 72 hrs. Donde se puede observar que los valores estimados oscilan entre 0.649 y 0.999. Estos resultados de acuerdo a Romahn *et al.* (1994) indican que se obtuvo una correlación alta. Los valores de chi-cuadrada (χ^2) obtenido de *F. cernua* (0.374) fue el único que se ajusto, a diferencia de los resultados de los otros extractos.

Cuadro 7.-Coeficientes de determinación (r^2), chi-cuadrada (χ^2) y probabilidad de ocurrencia del evento de los diferentes extractos a 72 hrs.

| Extractos | r^2 | χ^2 | prob. |
|-------------|-------|----------|-------|
| Ch(hexano) | 0.649 | 4.97 | 0.99 |
| Neem | 0.999 | 3.76 | 0.99 |
| Hojasen | 0.983 | 0.374 | 0.99 |
| Sapindus | 0.920 | 6.32 | 0.99 |

C* *Chenopodium álbum*

Líneas de respuesta dosis-mortalidad

En la figura 3 se expone las líneas de respuesta dosis-mortalidad, en referencia a la recta correspondiente los extractos de *Ch. album* (Hexano), Neem y *F. cernua* a las 24 hrs. Donde se obtuvo una CL_{50} de 54958, 24642, 162199 ppm y CL_{95} de 223705, 57940, 1583013 ppm respectivamente. Por lo anterior se concluye en base a la respuesta de las líneas dosis-mortalidad de la población de *Tribolium castaneum*, donde las líneas 1, 2 y 3, presentan una tendencia homogénea de la población en respuesta al tiempo de exposición al extracto.

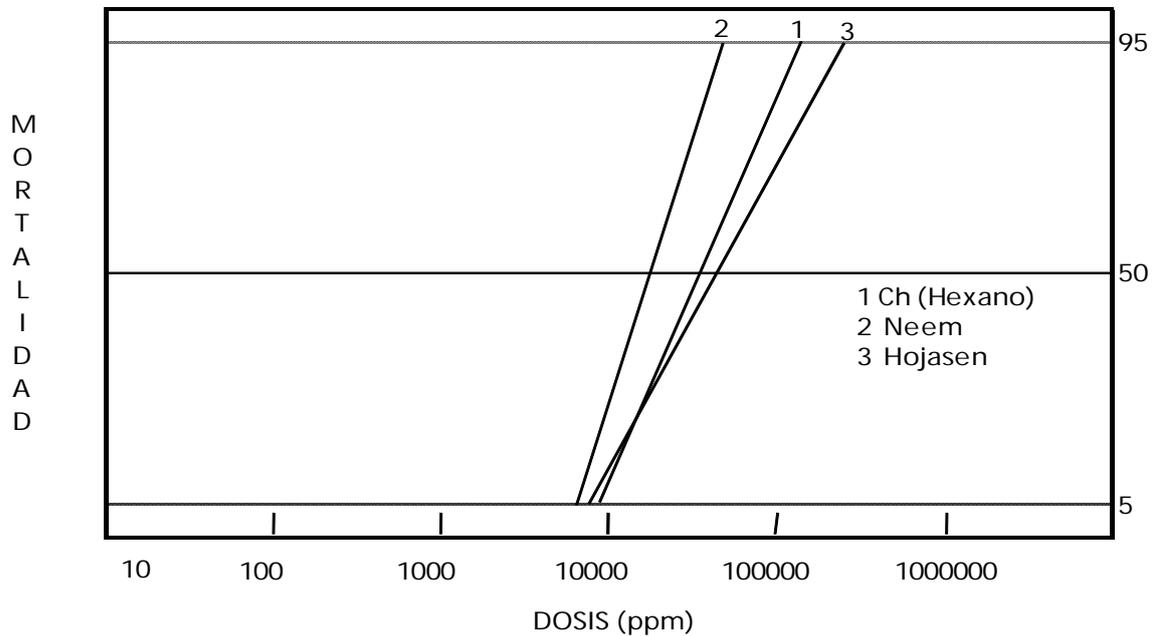


Figura 3.- Líneas de respuesta dosis-mortalidad de diferentes extractos sobre poblaciones de *Tribolium castaneum* a 24 hrs de exposición.

En la figura 4 se expone la línea de respuesta dosis-mortalidad, en referencia a la recta correspondiente a *Ch. album* (Benceno y Hexano), Neem y *F. cernua* a las 48 hrs. Donde se obtuvo una CL_{50} de 618.292, 83356, 21069, 360622 ppm y CL_{95} de 33852, 761076, 47651 y 1667952 ppm respectivamente; Lo anterior muestra que en base a la respuesta de las líneas dosis-mortalidad de la población de *Tribolium castaneum* las líneas 2 y 3 tiene una tendencia homogénea y para las línea 1 y 4 la población presentan una tendencia heterogénea en respuesta al tiempo de exposición al extracto.

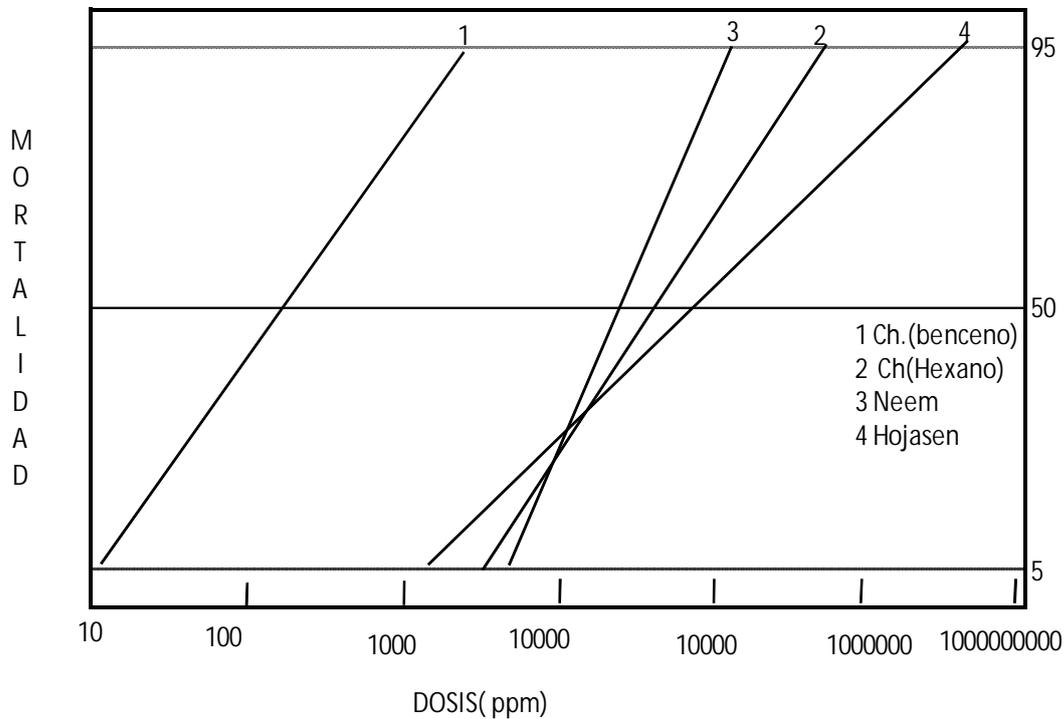


Figura 4.-Líneas de respuesta dosis-mortalidad de diferentes extractos sobre poblaciones de *Tribolium castaneum* a 48 hrs de exposición.

En la figura 5 se muestran las líneas de respuesta dosis-mortalidad, en referencia a la recta correspondiente a *Ch. album* (Hexano), Neem, *F. cernua* y *S. saponarium* a las 72 hrs. Donde se obtuvo una CL_{50} de 25695, 14576, 33249 y 16326 ppm y CL_{95} de 82497, 36285, 923388 y 122564 ppm respectivamente; por lo anterior podemos mencionar en base a la respuesta de las líneas dosis-mortalidad de la población de *Tribolium castaneum* presentan una tendencia homogénea en las líneas 1 y 2, mientras que las líneas 3 y 4 muestran una tendencia heterogénea en respuesta al tiempo de exposición al extracto.

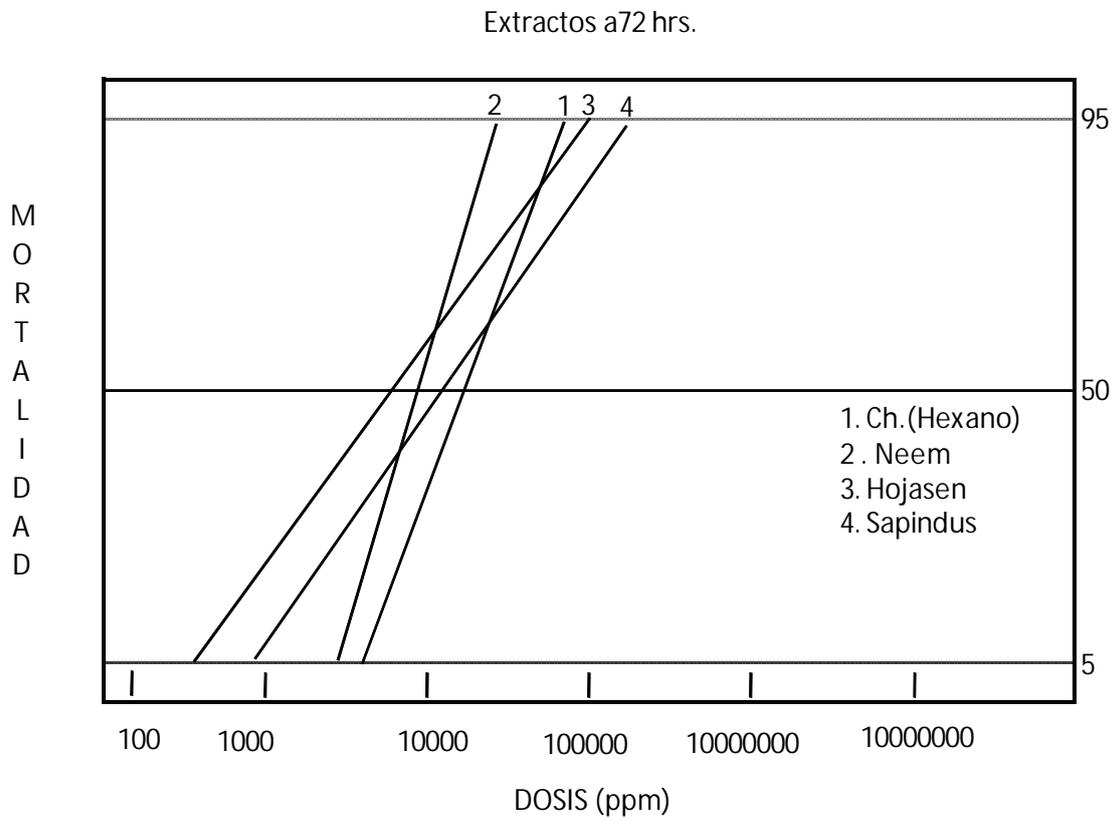


Figura 5.- Líneas de respuesta dosis-mortalidad de diferentes extractos sobre poblaciones de *Tribolium castaneum* a 72 hrs de exposición.

Comparación de límites fiduciales (CL₅₀)

En la figura 6 se comparan los límites fiduciales de los extractos *Ch. album* (Hexano), Neem y *F. cernua* a 24 hrs de exposición.

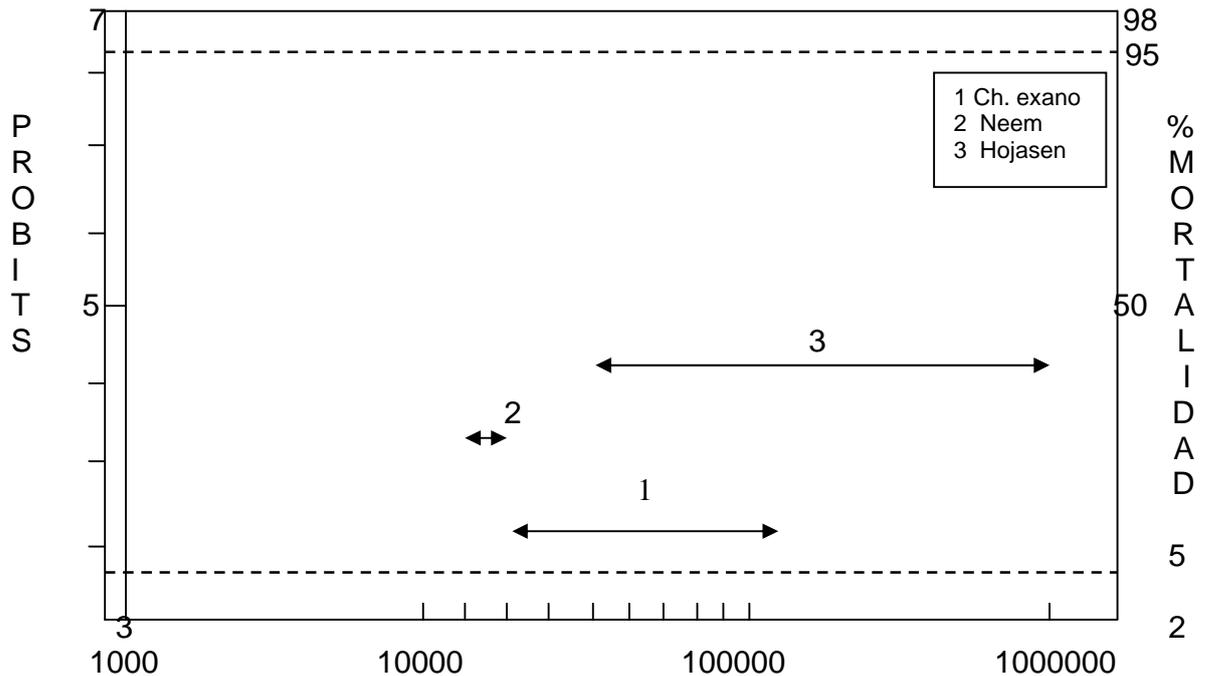


Figura 6. - Representación grafica de límites fiduciales obtenidos a nivel de CL₅₀ de *Tribolium castaneum* a 24 hrs de exposición a los diferentes extractos vegetales.

Como podemos observar los límites fiduciales del extracto de Neem no presenta traslape con ningún otro extracto evaluado. Sin embargo los extractos de *Ch. album* (hexano) y *F. cernua* presentan un traslape en sus límites fiduciales por lo que estadísticamente son similares.

En la figura 7 se comparan los límites fiduciales del extractos de *Ch. album* (Benceno y hexano), Neem y *F. cernua* Como podemos ver el extracto de *Ch. album* (Benceno) fue muy diferente a todos los demás extractos al no presentar ningún traslape. Así mismo que el de *F. cernua* y el extracto de *Ch. album* (Hexano) y Neem se comportaron diferente que a las 24 hrs, donde no presentaban traslapes.

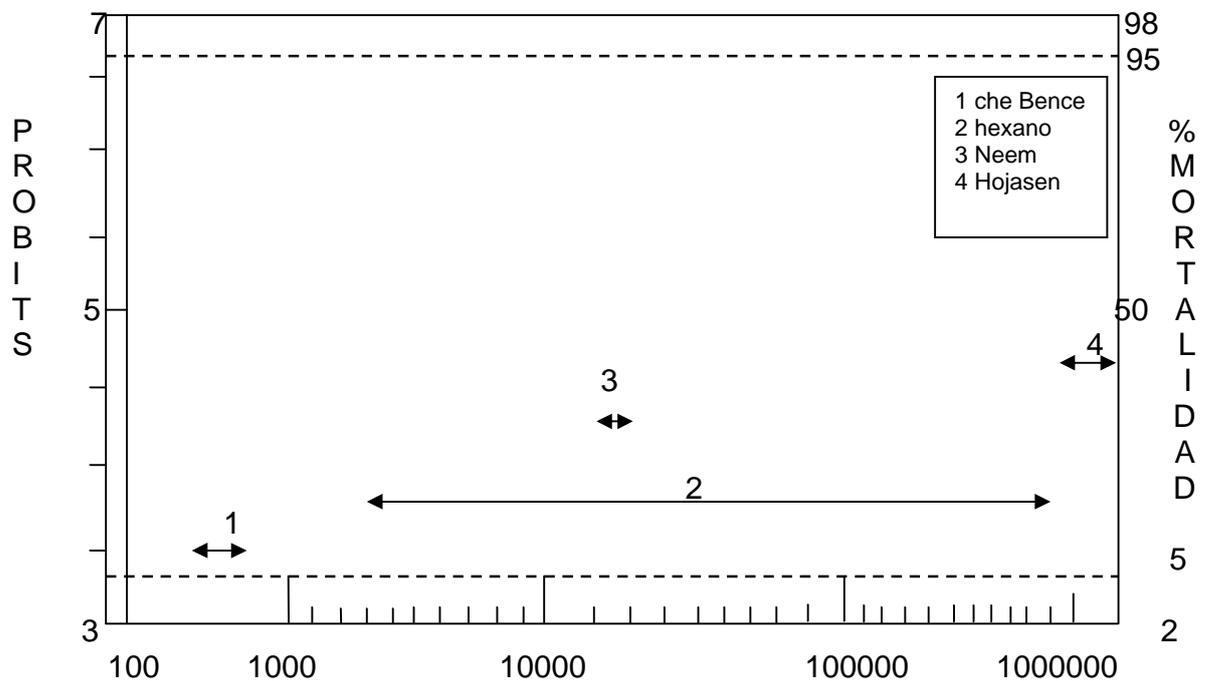


Figura 7. - Representación grafica de límites fiduciales obtenidos a nivel de CL_{50} de *Tribolium castaneum* a 48 hrs de exposición a los diferentes extractos vegetales.

En la figura 8 se comparan los límites fiduciales de los extractos *Ch. album* (Hexano), Neem, *F. cernua* y *S. saponaria* a 72 hrs de exposición.

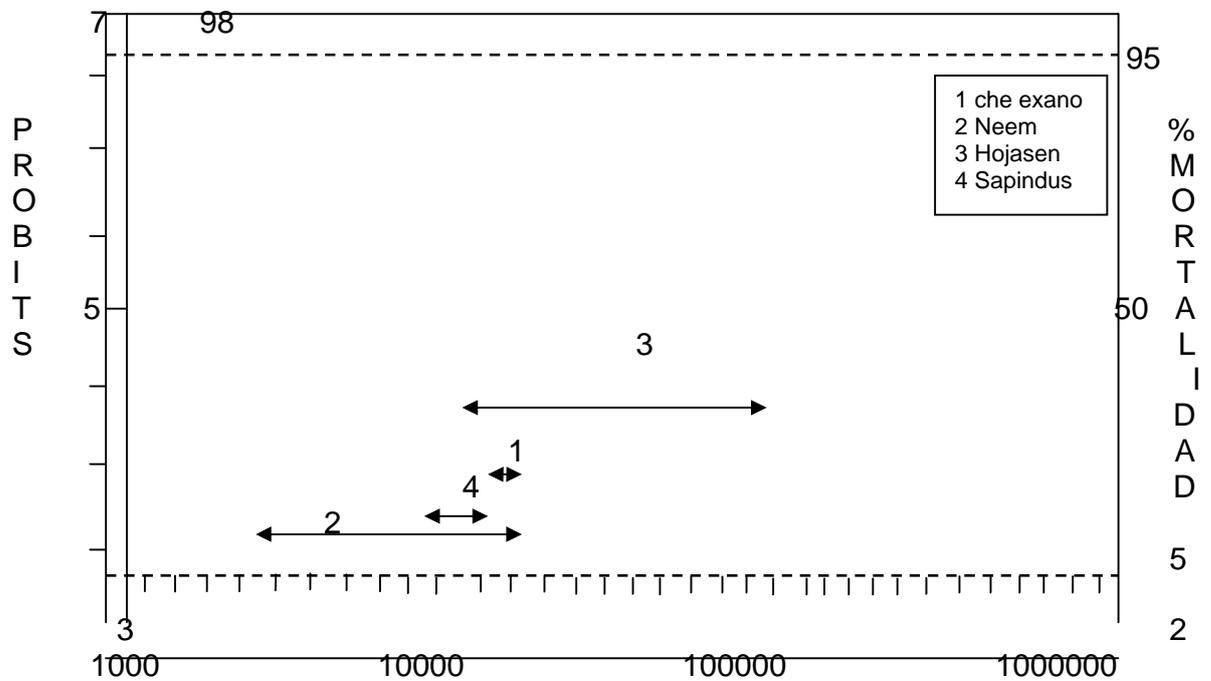


Figura 8. - Representación grafica de límites fiduciales obtenidos a nivel de CL₅₀ de *Tribolium castaneum* a 72 hrs de exposición a los diferentes extractos vegetales.

Para las 72 hrs de exposición los extracto de *Ch. album* (Hexano), Neem, *F. cernua* y *S. saponaria* presento la misma tendencia al presentar traslape por lo que sus comportamiento a este tiempo de exposición se puede decir que son similares.

CONCLUSIONES

En base a las condiciones en que se desarrollo el siguiente experimento podemos concluir:

El extracto de *Chenopodium album* con solvente benceno es una buena alternativa para el control de adultos de *T. castaneum*. Ya que su efectividad la muestra alas 48 hrs. Y con un CL₅₀ muy baja de 618.29277 y CL₉₅ 33852 ppm.

El productos que presenta un potencial para ser usado como una alternativa de control de adultos de *T. castaneum* son el extracto de Neem ya que en la toma de datos obtuvo una CL₅₀ y CL₉₅ con una muy buena uniformidad alas 24,48, y 72 hrs, que fue. De 24642, 21069,14576 y 57940,47657 y 36258 ppm respectivamente.

Los extractos vegetales muestran una gran inestabilidad de respuesta a medida que avanza el tiempo de exposición, por lo que se recomienda utilizar productos estabilizantes antes de realizar cualquier experimento.

LITERATURA CITADA

- Anonymous, 1993. Alternatives to Methyl Bromide: Assessment of Research Needs and Priorities. Proceedings from the USDA Workshop on Alternatives to Methyl Bromide. United States Department of Agriculture, Arlington, Virginia.
- Arias, V.C.J. 1985. Programa de prevención de pérdidas de alimentos poscosecha. FAO.RLA. www.fao.org/inpho/vlibrary/x0053s/xoo53oo.htm
- Arias Velázquez, C. 1981 manual de procedimientos para el análisis de granos. Universidad autónoma de chapingo, México.
- 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.
- Aguilera. 1991 Validación semicomercial de polvos vegetales y minerales para el combate de *Sitophilus zeamais* Motsc, *Prostephanus truncatus* (HORN) y *Rhyzopertha*.
- Bennett G. W., Owens J. M. y Corrigan R. M. 1996. Guía técnica de Truman Para operaciones de control de plagas. Editorial Purdue University.
- Borror, J. D.; D. M. de long y Ch. A. triplehorn. 1964. An introduction to the study of insects. Primera ediccion. Editorial Holt, Rinehart and Winston, U.S.A.

- CICLOPLAFEST.1994 Catalogo Oficial de plaguicidas, comisión Intersecretarial para el control del proceso y uso de plaguicidas, fertilizantes y sustancias toxicas. SARH. México, D.F. p257.
- Chaddick, 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.
- 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.
- Dirección general de Sanidad Vegetal. 1980. Principales plagas de los granos almacenados. Boletín informativo. S.A.R.H., México.
- 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.
- Dominica (FABR). Tesis Magíster en Ciencias. Colegio de Posgraduados. México.138p.
- FAO. 1985. Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha. Manual de Capacitación. Roma .Italia.250p.
- Flint, H. M. & Doane, C. C. 1996. Comprensión de los Semioquímicos con Énfasis en Feromonas Sexuales de los Insectos en Programas de manejo Integrado de Plagas.USDA-ARS-WCRL.
<http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/FlintSP.htm>

- Gutiérrez, D. L. J. 1992. Perdida por manejo en maíz durante la cosecha y su relación con la dispersión de las plagas de poscosecha. Informe técnico, campo experimental, CIR. CENTRO, SARH-INIFAP. Pp. 13-17
- Gutiérrez, G. L. J., Y S. R. Jiménez. 1989. Distribución de los insectos que dañan los productos almacenados en algunas localidades de la república mexicana. XXIV. Congreso nacional de entomología. Primer simposio. Problemas entomológicos de granos almacenados. Oaxtepec, Morelos. Pp. 56-90.
- Khalequzzaman M. y Diba F.CH. 2003. Evaluation of mixtures of plant oils as synergists for pirimiphos-methyl in mixed formulations against *Tribolium castaneum* (Herbst). Online journal of biological sciences 3(3): 347-359, 2003 Issn 1608-4217.
- Larraín, P. 1994. Manejo integrado de plagas en granos almacenados. IPA la platina 81: 10-16.
- 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, P. 1982. Control de bruco con aceites vegetales IPA La Platina (11):36-37
- Leicach, Silvia Rosa, facultad de agronomía, producción agropecuaria.*
- Metabolitos secundarios en *Chenopodium* spp. . utilidad potencial en el control biológico de plagas
- Lindblad, C. y Laurel D. 1979 almacenamiento del grano. Manejo, seca, silos, control de insectos y roedores. Primera edición. Editorial plenum, New York.
- Martin, H, (Ed.) 1971. Pesticide Manual British Crop. Protection Council. 495p.

- Metcalf RL, Luckmann WH. 1994. Introduction to insect pest management. New York: Wiley 3rd Ed. 650 p.
- Metcalf C.L. y Flint W.P. 1976. Insectos destructivos e insectos utiles. Editorial, McGRAW-HILL.
- Millis, A. 1990 handbook of pest control.7^a. Ed. Ohio, USA. 1152 pp.
- Mc Gaughey, W.H. 1985. Evaluation of bacillus thuringiensis for controlling indian meal moths (Lepidoptera: pyralidae) infarm grain bins and elevator silos. J. Econ. Entomol. 78(5):1089-1094.
- Muñoz, G. R. 1985. Insecticidas piretroides. Curso de orientación para el buen uso y manejo de plaguicidas. Asoc. Mexicana de la industria de plaguicidas y fertilizantes A. C. 374 p.
- 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.
- 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, G.M. 1966. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. Ed. CECSA, México. 300 p.
- Ramírez, M. M., J. A. González J.J. Olmos y J. M Márquez 1993. Entomofauna en los sistemas de almacenamiento de maíz y sorgo de san Juan de los lagos, jal.

- Memorias del XXVIII congreso nacional de entomología. Soc. Mexicana de entomología cholula, Puebla. P. 366.
- Rodríguez, C., y E. López. 2001. Actividad insecticida e insecticida de la chilaca (*senecio salignus*) sobre *Zabrotes subfasciatus*. Manejo integrado de plagas 59: 19-26.
- Salas. 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 de almacenados, dirección general de sanidad vegetal.
- 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.
- Silva, G.; Lagunes, A.; Rodríguez, J.C.; Rodríguez, D. Insecticidas vegetales; una vieja nueva opción en el manejo de insectos. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología, v.66, P.4-12, 2001.
- Sittig, M, (Ed.) 1980. Pesticide manufacturing and toxic materials control Encyclopedia. Noyes Data Corp. U. S. A. 810 p.
- Solomon, M. E. 1965. Archeological records of storage pests: *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: curculionidae) from an Egyptian pyramid tomb. J. stored prod. Res. 1:105-107.
- Solórzano, G.R., 2006. Métodos no tóxicos para el control de plagas agrícolas. Editorial ALTERTEC.

- Stadler, T., M. I. Picollo, y E. N. Zerba. 1990 factores ecofisiologicos 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.
- White, D.G. Insects, mites, and insecticides in stored-grain Ecosystems. In: JAYAS, D.S.; WHITE, N.D.; MUIR, W. (Ed.). Stored Grain-ecosystems. New York: M. Dekker, 1995. P.123-168.
- White, D.G.; Leesch, J. Chemical control. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D. (Ed.). Insects in stored Products. New York: M. Dekker, 1996. P.287-330.
- Williams, R. N. and E. H. Floyd. 1970. Flight habits of the maize weevil *Sitophilus zeamais*. J. Ecob. Entomol. 63(5):1585-1588.

APÉNDICE

Cuadro A1.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al extracto *Chenopodium álbum* con solvente Benceno a las 48 hrs de exposición.

| solvente Benceno a las 48 hrs bioensayo | | | | | |
|---|---------------------------|-------------------------|----|----|-----------------|
| DOSIS | # de individuos expuestos | # DE INDIVIDUOS MUERTOS | | | % DE MORTALIDAD |
| | | R1 | R2 | R3 | |
| 0 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2500 | 45 | 11 | 13 | 10 | 75.5 |
| 5000 | 45 | 14 | 13 | 8 | 77.7 |
| 10 000 | 45 | 10 | 14 | 14 | 84.4 |
| 20 000 | 45 | 12 | 13 | 15 | 88.8 % |
| 25 000 | 45 | 15 | 14 | 15 | 99 % |

Cuadro A2.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al extracto *Chenopodium álbum* con solvente hexano 24 hrs de exposición.

| Extracto de <i>Ch. album</i> (Hexano) las 24 hrs bioensayo | | | | | |
|--|---------------------------|-------------------------|----|----|-----------------|
| DOSIS | # de individuos expuestos | # DE INDIVIDUOS MUERTOS | | | % DE MORTALIDAD |
| | | R1 | R2 | R3 | |
| 0 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2500 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5000 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 000 | 45 | 0 | 0 | 1 | 2.2 % |
| 15 000 | 45 | 0 | 1 | 2 | 6.6 % |
| 20 000 | 45 | 0 | 2 | 1 | 6.6 % |
| 25 000 | 45 | 1 | 3 | 4 | 17.7 % |

Cuadro A3.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al al extracto *Chenopodium álbum* con solvente hexano a las 48 hrs de exposición.

| Extracto de <i>Ch. album</i> (Hexano) a las 48 hrs bioensayo | | | | | |
|--|---------------------------|-------------------------|----|----|-----------------|
| DOSIS | # de individuos expuestos | # DE INDIVIDUOS MUERTOS | | | % DE MORTALIDAD |
| | | R1 | R2 | R3 | |
| 0 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 % |
| 2500 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0% |
| 5000 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0% |
| 10 000 | 45 | 2 | 0 | 1 | 6.66 % |
| 15 000 | 45 | 0 | 2 | 2 | 8.88 % |
| 20 000 | 45 | 2 | 2 | 2 | 13.33 % |
| 25 000 | 45 | 2 | 3 | 4 | 20 % |

Cuadro A4.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al extracto *Chenopodium álbum* con solvente hexano a las 72 hrs de exposición.

| Extracto de <i>Ch. album</i> (Hexano) las 72 hrs bioensayo | | | | | |
|--|---------------------------|-------------------------|----|----|-----------------|
| DOSIS | # de individuos expuestos | # DE INDIVIDUOS MUERTOS | | | % DE MORTALIDAD |
| | | R1 | R2 | R3 | |
| 00 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0% |
| 2500 | 45 | 1 | 0 | 0 | 2.22 % |
| 5000 | 45 | 1 | 2 | 0 | 6.66 % |
| 10 000 | 45 | 2 | 0 | 1 | 6.66 % |
| 15 000 | 45 | 2 | 1 | 3 | 13.33 % |
| 20 000 | 45 | 3 | 2 | 3 | 17.77% |
| 25 000 | 45 | 10 | 12 | 11 | 73.33 % |

Cuadro A5.-Respuesta de *Tribolium castaneum* extracto de *Azadirachta indica* (Neem) a las 24 hrs de exposición.

| extracto de <i>Azadirachta indica</i> a las 24 hrs bioensayo | | | | | |
|--|---------------------------|-------------------------|----|----|-----------------|
| DOSIS | # de individuos expuestos | # DE INDIVIDUOS MUERTOS | | | % DE MORTALIDAD |
| ppm | | R1 | R2 | R3 | |
| 0 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 % |
| 2500 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 % |
| 5000 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 % |
| 10 000 | 45 | 1 | 1 | 0 | 4.44 % |
| 15 000 | 45 | 3 | 3 | 2 | 17.77 % |
| 20 000 | 45 | 5 | 5 | 4 | 31.11 % |
| 25 000 | 45 | 8 | 8 | 8 | 53.33 % |

Cuadro A6.-Respuesta de *Tribolium castaneum* extracto de *Azadirachta indica* (Neem) a las 48 hrs de exposición.

| extracto de <i>Azadirachta indica</i> a las 48 hrs bioensayo | | | | | |
|--|---------------------------|-------------------------|----|----|-----------------|
| DOSIS | # de individuos expuestos | # DE INDIVIDUOS MUERTOS | | | % DE MORTALIDAD |
| ppm | | R1 | R2 | R3 | |
| 0 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 % |
| 2500 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 % |
| 5000 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 % |
| 10 000 | 45 | 1 | 2 | 2 | 11.11 % |
| 15 000 | 45 | 2 | 2 | 3 | 15.55 % |
| 20 000 | 45 | 7 | 6 | 7 | 44.44 % |
| 25 000 | 45 | 10 | 11 | 10 | 68.88 % |

Cuadro A7.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al extracto de *Azadirachta indica* (Neem) a las 72 hrs de exposición.

| extracto de <i>Azadirachta indica</i> a las 72 hrs bioensayo T | | | | | |
|--|---------------------------|-------------------------|----|----|-----------------|
| DOSIS | # de individuos expuestos | # DE INDIVIDUOS MUERTOS | | | % DE MORTALIDAD |
| ppm | | R1 | R2 | R3 | |
| 0 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 % |
| 2500 | 45 | 0 | 0 | 1 | 0 % |
| 5000 | 45 | 0 | 0 | 1 | 2.22 % |
| 10 000 | 45 | 4 | 4 | 5 | 28.88 % |
| 15 000 | 45 | 3 | 4 | 6 | 28.88 % |
| 20 000 | 45 | 9 | 9 | 9 | 60 % |
| 25 000 | 45 | 14 | 14 | 13 | 91.11 % |

Cuadro A8. -Respuesta de *Tribolium castaneum* al extracto de *Florenxia cernua* (hojasen) a las 24 hrs de exposición.

| extracto de <i>Florenxia cernua</i> a las 24 hrs bioensayo | | | | | |
|--|---------------------------|-------------------------|----|----|-----------------|
| DOSIS | # de individuos expuestos | # DE INDIVIDUOS MUERTOS | | | % DE MORTALIDAD |
| ppm | | R1 | R2 | R3 | |
| 0 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 % |
| 2500 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 % |
| 5000 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 % |
| 10 000 | 45 | 1 | 0 | 0 | 2.22 % |
| 15 000 | 45 | 0 | 0 | 1 | 2.22 % |
| 20 000 | 45 | 1 | 1 | 1 | 6.66 % |
| 25 000 | 45 | 1 | 2 | 1 | 8.88 % |

Cuadro A9.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al extracto de *Florenxia cernua* (hojasen) a las 48 hrs de exposición.

| Extracto de <i>Florenxia cernua</i> a las 48 hrs bioensayo | | | | | |
|--|---------------------------|-------------------------|----|----|-----------------|
| DOSIS | # de individuos expuestos | # DE INDIVIDUOS MUERTOS | | | % DE MORTALIDAD |
| ppm | | R1 | R2 | R3 | |
| 0 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 % |
| 2500 | 45 | 0 | 0 | 1 | 2.22 % |
| 5000 | 45 | 0 | 0 | 1 | 2.22 % |
| 10 000 | 45 | 2 | 0 | 0 | 4.44 % |
| 15 000 | 45 | 0 | 1 | 1 | 4.44 % |
| 20 000 | 45 | 2 | 2 | 1 | 11.11 % |
| 25 000 | 45 | 2 | 2 | 2 | 13.33 % |

Cuadro A10.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al extracto de *Florenxia cernua* (hojasen) a las 72 hrs de exposición.

| extracto de <i>Florenxia cernua</i> a las 72 hrs bioensayo | | | | | |
|--|---------------------------|-------------------------|----|----|-----------------|
| DOSIS | # de individuos expuestos | # DE INDIVIDUOS MUERTOS | | | % DE MORTALIDAD |
| ppm | | R1 | R2 | R3 | |
| 0 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 % |
| 2500 | 45 | 1 | 2 | 2 | 11.11 % |
| 5000 | 45 | 4 | 2 | 1 | 15.55 % |
| 10 000 | 45 | 4 | 2 | 1 | 15.55 % |
| 15 000 | 45 | 4 | 6 | 8 | 35.55 % |

Cuadro A11.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al extracto *Sapindus saponaria* a las 72 hrs de exposición.

| <i>Sapindus saponaria</i> a las 72 hrs bioensayo | | | | | |
|---|----------------------------------|--------------------------------|----|----|------------------------|
| DOSIS | # de individuos expuestos | # DE INDIVIDUOS MUERTOS | | | % DE MORTALIDAD |
| ppm | | R1 | R2 | R3 | |
| 0 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 % |
| 2500 | 45 | 1 | 2 | 1 | 8.88 % |
| 5000 | 45 | 2 | 2 | 3 | 15.55 % |
| 10 000 | 45 | 5 | 5 | 5 | 33.33 % |
| 15 000 | 45 | 7 | 6 | 6 | 42.22 % |
| 20 000 | 45 | 7 | 7 | 8 | 48.88 % |
| 25 000 | 45 | 11 | 12 | 11 | 75.55 % |