

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISION DE AGRONOMIA



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

Por:

RUDY LEZAMA FLORES

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCION

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Octubre de 2008

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA

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

Por:

RUDY LEZAMA FLORES

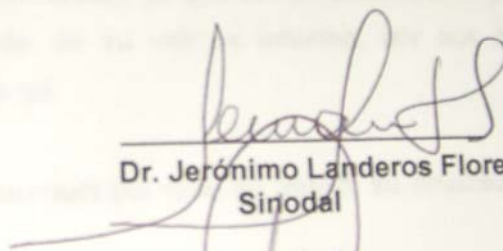
Que somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCION

Aprobada por:



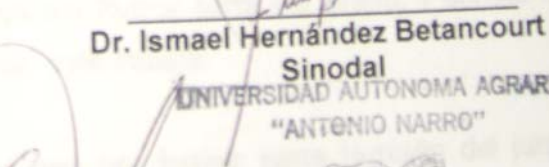
Dr. Ernesto Cerna Chávez
Presidente del jurado



Dr. Jerónimo Landeros Flores
Sinodal

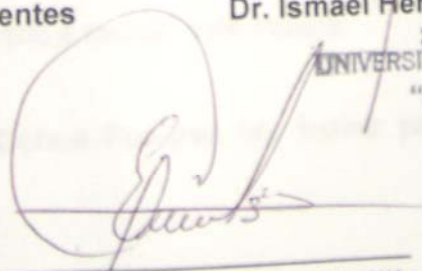


Dra. Yisa María Ochoa Fuentes
Sinodal



Dr. Ismael Hernández Betancourt
Sinodal

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"



Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía



División de Agronomía
Coordinación.

2008/09/17

AGRADECIMIENTOS

A Dios: por haberme rodeado de gente que me han brindado su apoyo en diferentes etapas de mi vida,

A MI ``ALMA TERRA MATER`` por haberme brindado la oportunidad de formarme como profesionista, ya que de ella adquirí un amplio conocimiento de todos los profesores, ya que en forma directa o indirectamente ayudaron a mi formación y espero poder utilizarlos de una buena manera y así no defraudarlos.

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 **DR. Ismael Hernández Betancourt** por todo su apoyo, su amistad y gran apoyo a realizar este trabajo.

Al **DR: Jerónimo Landeros Flores** por formar parte del jurado, y brindarme su amistad y haberme ayudado a revisar este trabajo.

A la **Dra. Yisa María Ochoa Fuentes** por formar parte también del jurado y brindarme su amistad.

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

A MIS COMPAÑEROS de generación CIV de la carrera de Producción por haberme dado muchos momentos de alegría y por darme su apoyo.

AL MC. ARNOLDO OYERVIDEZ GARCIA por brindarme su valiosa amistad, buenos consejos y todo su apoyo incondicional, y por su confianza que depositada en mí apoyándome desde mi llegada y los momentos bonitos que hemos pasado.

AL ING. OSORIO ARREDONDO por haberme brindado su amistad y sus buenos consejos que y momentos bonitos que pasamos.

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

DEDICATORIA

A mi mama:

Juana Inés Flores Almanza con amor y cariño, por haberme dado la vida y haberme guiado por el camino del bien, por su inagotable lucha y esfuerzo que realizo para brindarme la oportunidad de superarme. Ya que no ahí mejor herencia que la que hoy me ha dado, por toda la confianza que deposito en mi y por su gran apoyo incondicional.

A mis abuelos:

Mardonio Flores Ramírez y Sofía Almanza morales. Por todo el apoyo cariño y consejos que mi brindaron a lo largo de mi vida.

A toda mi familia

Por estar siempre unidos y apoyándome a salir adelante.

A mis primos:

A quienes aprecio mucho en especial a Noé quintero flores que siempre y será como un hermano y por brindarme todo su apoyo.

A mis amigos:

Michel, Edgar, enrique, Cesar, Agustín, Fidel, Noé, Mario, Ramón, Roberto, Leonel, Rodrigo, francisco, Alfonzo, Blas por todos los momentos que convivimos juntos y por su amistad que se formo.

Al encargado del almacén del departamento de parasitología a

Miguel ángel (El taka) por brindarme su amistad y apoyo y facilitar el material.

A la familia:

Gomes Lugo por abrirme las puertas de su casa y brindarme todo su apoyo confianza y momentos bonitos que conviví con ellos.

INDICE DE CONTENIDO

	Pagina
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIAS.....	iv
INDICE.....	vi
NDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	xv
INTRODUCCION.....	1
REVICION 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.....	4
Clasificación y distribución de plagas.....	5
GORGJO CASTAÑO DE LA HARINA (<i>Tribolium castaneum</i>).....	6
Origen y distribución.....	6
Ubicación taxonómica.....	7
Descripción morfológica.....	7
Ciclo de vida.....	8
Biología y hábitos.....	8
Importancia económica <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst).....	8
METODOS DE CONTROL.....	9
Control biológico.....	9
Control físico.....	9
Control químico.....	10
Fumigantes.....	10
INSECTICIDAS.....	11
Malation.....	11
Pirimifos metil.....	11
Cipermetrina.....	11

Deltametrina.....	12
CONTROL ALTERNATIVO.....	12
Aceites.....	12
Aceites minerales.....	13
Aceites vegetales.....	14
ACEITESVEGETALES EVALUADOS.....	15
Cacahuate.....	15
Ricino.....	15
Jojoba.....	15
Almendra.....	16
Albahaca.....	16
Ajonjolí.....	16
Ajo.....	17
Soya.....	17
MATERIALES Y METODOS.....	18
Ubicación del experimento.....	18
Procedimiento y cría de <i>Tribolium castaneum</i>	18
Productos utilizados.....	18
Método de bioensayo.....	19
Técnica de película residual (FAO, 1974).....	19
Análisis estadístico.....	20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
Concentración letal.....	21
Valores de χ^2 , r^2 , G.L. y P.....	24
Líneas de respuesta dosis-mortalidad.....	26
Comparación de límites fiduciales (CL_{50}).....	30
CONCLUSIONES.....	33
LITERATURA CITADA.....	34
APENDICE A.....	40
APENDICE B.....	53

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1	CL ₅₀ , CL ₉₅ y limites fiduciales de los diferentes aceites usados contra poblaciones de <i>Tribolium castaneum</i> a 24 hrs de exposición..... 21
2	CL ₅₀ , CL ₉₅ y limites fiduciales de los diferentes aceites usados contra poblaciones de <i>Tribolium castaneum</i> a 48 hrs de exposición..... 22
3	CL ₅₀ , CL ₉₅ y limites fiduciales de los diferentes aceites usados contra poblaciones de <i>Tribolium castaneum</i> a 72 hrs de exposición..... 23
4	Coeficientes de correlación (r^2), chi-cuadrada (χ^2) y probabilidad de ocurrencia del evento de los diferentes aceites a 24 hrs..... 25
5	Coeficientes de correlación (r^2), chi-cuadrada (χ^2) y probabilidad de ocurrencia del evento de los diferentes aceites a 48 hrs..... 26
6	Coeficientes de correlación (r^2), chi-cuadrada (χ^2) y probabilidad de ocurrencia del evento de los diferentes aceites a 72 hrs..... 26
A1	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Tribolium Castaneum</i> expuestos al aceite de cacahuete a las

	24 horas.....	41
A2	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Tribolium Castaneum</i> expuestos al aceite de cacahuate a las 48 horas.....	41
A3	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Tribolium Castaneum</i> expuestos al aceite de cacahuate a las 72 horas.....	42
A4	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Tribolium Castaneum</i> expuestos al aceite de ricino a las 24 horas.....	42
A5	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Tribolium Castaneum</i> expuestos al aceite de ricino a las 48 horas.....	43
A6	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Tribolium Castaneum</i> expuestos al aceite de ricino a las 72 horas.....	43
A7	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Tribolium Castaneum</i> expuestos al aceite de jojoba a las 24 horas.....	44
A8	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Tribolium Castaneum</i> expuestos al aceite de jojoba a las 48 horas.....	44

A9	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Tribolium Castaneum</i> expuestos al aceite de jojoba a las 72 horas.....	45
A10	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Tribolium Castaneum</i> expuestos al aceite de almendra a las 24 horas.....	45
A11	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Tribolium Castaneum</i> expuestos al aceite de almendra a las 48 horas.....	46
A12	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Tribolium Castaneum</i> expuestos al aceite de almendra a las 72 horas.....	46
A13	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Tribolium Castaneum</i> expuestos al aceite de albahaca a las 24 horas.....	47
A14	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Tribolium Castaneum</i> expuestos al aceite de albahaca a las 48 horas.....	47
A15	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Tribolium Castaneum</i> expuestos al aceite de albahaca a las 72 horas.....	48
A16	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Tribolium Castaneum</i> expuestos al aceite de ajonjolí a las	

	24 horas.....	48
A17	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Tribolium Castaneum</i> expuestos al aceite de ajonjolí a las 48 horas.....	49
	.	
A18	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Tribolium Castaneum</i> expuestos al aceite de ajonjolí a las 72 horas.....	49
A19	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Tribolium Castaneum</i> expuestos al aceite de ajo a las 24 horas.....	50
A20	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Tribolium Castaneum</i> expuestos al aceite de ajo a las 48 horas.....	50
A21	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Tribolium Castaneum</i> expuestos al aceite de ajo a las 72 horas.....	51
A22	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Tribolium Castaneum</i> expuestos al aceite de soya a las 24 horas.....	51
A23	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Tribolium Castaneum</i> expuestos al aceite de soya a las 48	

	horas.....	52
A24	Datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de <i>Tribolium Castaneum</i> expuestos al aceite de soya a las 72 horas.....	52
B1	Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al aceite de cacahuate a las 24 hrs de exposición.....	54
B2	Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al aceite de cacahuate a las 48 hrs de exposición.....	54
B3	Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al aceite de cacahuate a las 72 hrs de exposición.....	55
B4	Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al aceite de ricino a las 24 hrs de exposición.....	55
B5	Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al aceite de ricino a las 48 hrs de exposición.....	56
B6	Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al aceite de ricino a las 72 hrs de exposición.....	56
B7	Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al aceite de jojoba a las 24 hrs de exposición.....	57
B8	Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al aceite de jojoba a las 48 hrs de exposición.....	57

B9	Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al aceite de jojoba a las 72 hrs de exposición.....	58
B10	Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al aceite de almendra a las 24 hrs de exposición.....	58
B11	Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al aceite de almendra a las 48 hrs de exposición.....	59
B12	. Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al aceite de almendra a las 72 hrs de exposición.....	59
B13	Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al aceite de albahaca a las 24 hrs de exposición.....	60
B14	Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al aceite de albahaca a las 48 hrs de exposición.....	60
B15	Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al aceite de albahaca a las 72 hrs de exposición.....	61
B16	Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al aceite de ajonjolí a las 24 hrs de exposición.....	61
B17	Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al aceite de ajonjolí a las 48 hrs de exposición.....	62
B18	Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al aceite de ajonjolí a las 72 hrs de exposición.....	62

B19	Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al aceite de ajo a las 24 hrs de exposición.....	63
B20	Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al aceite de ajo a las 48 hrs de exposición.....	63
B21	Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al aceite de ajo a las 72 hrs de exposición.....	64
B22	Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al aceite de soya a las 24 hrs de exposición.....	64
B23	Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al aceite de soya a las 48 hrs de exposición.....	65
B24	Respuesta de <i>Tribolium castaneum</i> al aceite de soya a las 72 hrs de exposición.....	65

INTRODUCCION

La producción de cultivos se ve limitada por diferentes factores, siendo los principales los 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 atacan y dañan los granos y sus productos durante el almacenamiento. En ciertos países esas cifras se han incrementado hasta un 50%; estas pérdidas dependen del tipo de insecto, de la cantidad de estos y principalmente de la calidad de los granos que entran a los depósitos para ser almacenados.

Se han reportado a nivel mundial un gran numero de especies infestando productos almacenados, en el caso de nuestro país se han reportado alrededor de 66 especies causando perdidas considerables. A este grupo de plagas pertenecen las especies del Género *Tribolium* (Coleóptera: Tenebrionidae), cuyas larvas y adultos se alimentan de granos partidos o lesionados por la infestación primaria, harinas, polvillo de granos, alimentos balanceados, frutas secas, etc. Además del daño directo, provocan olor y gusto desagradables a los productos que atacan. De este modo, una de las especies que mas perdidas causa en los productos almacenados es el gorgojo de las harinas (*Tribolium castaneum*), el adulto es capaz de volar, mide de 3 a 4 mm, de color café rojizo brillante, de forma alargada, ligeramente plana, antenas con los tres últimos segmentos marcadamente más grandes que el resto. El tamaño de los tres últimos segmentos de la antena y la distancia entre los ojos permiten diferenciarlo de *T. confusum*.

Para la protección de los productos almacenados contra el ataque de estos insectos, se ha dependido del método químico, como el control mas utilizado. Basado en un gran numero de compuestos orgánicos altamente efectivos. Sin embargo el uso indiscriminado y la práctica tan popular de utilizar cuanta innovación química sale al mercado, ha contribuido al desarrollo de problemas como la resistencia de esta especie a productos químicos, 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.

Esto hace necesario evaluar productos naturales con propiedades insecticidas que no contaminen el ambiente, sean económicos y de fácil obtención y aplicación; como una alternativa de manejo de esta especie plaga. Por lo que el objetivo de la presente investigación es determinar la eficiencia de aceites de origen vegetal contra adultos de *Tribolium castaneum*.

Palabras claves: gorgojo harinero, susceptibilidad, aceites vegetales.

REVISION DE LITERATURA

Importancia de las plagas de granos y productos almacenados

En la actualidad 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 en países en desarrollo, entre los productores a pequeña escala, quienes ven mermadas sus cosechas a causa de la destrucción de los granos, en los lugares de almacenaje, 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 zeamais*, *S. cerealella* y *T. 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 desarrollaran 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 han sido encontrados en tumbas del antiguo Egipto; 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 y por último, hay algunas que son más sedentarias. La mayoría de las veces la infestación ocurre en el campo, al ser atacado 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 desfavorables; cuando las condiciones mejoran o con el advenimiento de nuevas cosechas, dejan su estado de reposo para multiplicarse activamente creando focos de infección, que a su vez, pueden ingresar al almacén en los granos infectados.

Otra causa de infestación por los insectos es cuando permanecen en el almacén remanentes de semillas o harina de temporadas pasadas, por lo que la presencia de infestaciones se da fácilmente (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 conservadoramente 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 en tres 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 (Gutiérrez, 1992).

Sitophilus granarius (L)

Sitophilus oryzae (L)

Sitophilus zeamais Motschulsky

Acanthoscelides obtectus Say

Zabrotes subfasciatus (Bohemian)

Prostephanus truncatus (Horn)

Rhyzopertha dominica (F)

Plodia interpunctella (Hubner)

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 (Gutiérrez, 1992).

Tribolium castaneum (Herbst)

Tribolium confusum Duval

Oryzaephilus surinamensis (L)

Cryptolestes pusillus (Schonherr)

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).

GORGJO CASTAÑO DE LA HARINA (*Tribolium castaneum* (Herbst))

Origen y distribución

Tribolium castaneum, más conocido como gorgjo rojo de las harinas, fue clasificado y descrito en 1797, y es conocido desde hace muchos años antes que el *Tribolium confusum*. La diferencia mas significativa entre las dos especies radica en la forma de las antenas. Los segmentos de las antenas del *Tribolium confusum* aumenta de tamaño gradualmente desde la base de la antena hasta el extremo terminal, en tanto que en el *Tribolium castaneum*, los últimos tres segmentos en el extremo de las antenas son de pronto mucho mas grandes que los segmentos que les anteceden (Arias, 1981).

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

Borror et al. (1964), determinaron su posición taxonómica en la forma siguiente:

Phyllum.....arthropoda
Subphyllum.....mandibulada
Clase.....insecta
Subclase.....pterygota
División.....endopterygota
Orden.....coleóptera
Suborden.....polyphaga
Superfamilia.....tenebrionidea
Familia.....tenebrionidae
Genero.....Tribolium
Especie.....castaneum

Descripción morfológica

El adulto mide de 3 a 3.7 mm de largo, aplanado, de color café rojizo. 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 es el que lo distingue del *Tribolium confusum*, en el que los segmentos van incrementándose gradualmente desde la base a la punta (DGSV, 1980). Las larvas son gusanos delgados de color amarillo pálido, 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 exarata de color amarillo crema 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, después de lo cual nace la larva. El desarrollo larvario varía de 1 a 3 meses de acuerdo a la temperatura y disponibilidad del alimento. La pupa es desnuda, al principio de color blanco, tornándose gradualmente en amarillenta; tiene en la superficie dorsal haces de pelos como en el caso de las larvas. En estado de pupa tarda de 6 a 9 días, transformándose después en gorgojo (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 que nacen de estos huevecillos una o dos semanas después de eclosionados los huevecillos, son de cuerpo suave atacando los granos quebrados y las harinas, después de unos 70 a 90 días pasan a estadio de pupa, donde pueden invernar 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).

METODOS DE CONTROL

Desde la antigüedad se han desarrollando 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 biorracionales.

Control biológico

Ramírez *et al.* (1993) han 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).

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).

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).

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 toxica en forma de gas. Los fumigantes por lo general se almacenan en forma líquida o solida. 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 Catalogo Oficial de Plaguicidas dependiente del COFEPRIS, 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-dicarbetoetil)-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 varia de 430 a 4000 mg/kg lo cual es ligeramente toxico, correspondiente a la categoría III. (Sittig 1990; CICOPLAFEST, 1994).

Deltametrina

Tiene categoría toxicológica del producto III. Es de uso agrícola, pecuario, domestico, 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. Toxico 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 síntesis; 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).

Se plantea que los aceites vegetales alteran el equilibrio osmótico, es decir el huevo pierde agua que se secaría muriendo el embrión (Larrain, 1982). Como adulticidas se plantea que cubre al adulto 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 100% de mortalidad en *Sitophilus oryzae*, a las 3 horas de realizada la aplicación.

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).

ACEITES EVALUADOS

Cacahuete

El aceite de cacahuete (*Arachis hipogea*) refinado y deodorizado es de color amarillo pálido. Su composición es alta en ácidos grasos monoinsaturados y es muy estable. FAO (1983), señala que en el Caribe se utiliza aceite de maní en una concentración de 2 a 5% para el combate de *Callosobruchus maculatus*. Presentando una alta mortalidad en huevecillos y estadios jóvenes.

Ricino

El aceite de ricino se obtiene a partir de la planta *Ricinus communis*, que contiene aproximadamente un 40-50 por ciento del aceite. El aceite a su vez contiene el 70-77 por ciento de los triglicéridos del ácido ricinoleico. Salas (1985) menciona un 62 % de control de *Sitophilus orizae* a una hora después de haber aplicado aceite de ricino a una concentración del 1%, mientras que a las tres horas el control fue del 100 %.

Jojoba

La jojoba (*Simmondsia chinensis*) es un producto natural que se extrae de las semillas de la planta que lleva su nombre y que es un arbusto originario del desierto de Sonora, al norte de México. Durante cientos de años, fue reconocida y utilizada por los aztecas antes del descubrimiento de América, quienes le atribuyeron propiedades curativas y de control de plagas. De

composición química similar a las caramidas. Solórzano (2006), reporta un control de *Sitophilus zeamais* del 80% a dosis del 3% a 24 hrs de exposición.

Almendra

Las almendras (*Prunus amygdalus*) han sido consumidas por miles de años y han sido consideradas preciadas por su sabor, valor nutritivo y sus usos medicinales. El aceite de almendra tiene las propiedades curativas y un alto contenido de grasa no hidrogenada que le da ciertas propiedades insecticidas (Duke-Fitoagrochemical, 2007).

Albahaca

La albahaca (***Ocimum Basilicum***) fue utilizada en baños y masaje del cuerpo por los nobles de la Grecia antigua por su perfume fragante. Los egipcios utilizaron la fragancia aromática en sus ofrendas a los dioses y también la mezclaron con las esencias de la mirra y del incienso para embalsamar cuerpos. Oca *et al.* (1978), mencionan que el uso del aceite de albahaca sobre adultos de *Sitophilus orizae* presenta un 60 % de control a una dosis de 6 % de concentración a 24 hrs de exposición.

Ajonjolí

El aceite de ajonjolí (*Sesamum indicum*) es considerado como uno de los más finos aceites disponibles en el mercado, es comúnmente usado en la industria alimenticia, este aceite destaca por sus poderosas propiedades

antioxidantes naturales. Kalekuzhman y Diba (2003), reportan una CL50 de 3390 ppm de aceite de ajonjolí para el control de *Tribolium castaneum*.

Ajo

El aceite de ajo presenta una historia de mas de 5000 años, se sabía que con la ayuda del ajo se podían prevenir muchas enfermedades, del ajo se obtenían aceites con diversas propiedades; una de ellas es su elevado contenido de allicina que le da propiedades antibióticas y como repelente de plagas agrícolas. Al respecto Oca et al. (1978), mencionan un 70 % de control de *Sitophilus orizae* a 24 hrs de exposición a una concentración del 4%.

Soya

El aceite de soja o soya (*Glicine max*) es uno de los más utilizados. El aceite de soja presenta una gran cantidad de aceites monosaturados que le proporcionan características especiales para el control de huevecillos y estados inmaduros de los insectos. Salas (1985), reporta un control del 84% sobre poblaciones de *Sitophilus orizae* a una concentración del 1%.

MATERIALES Y METODOS

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.

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 de 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 tul y asegurado con unas ligas para evitar la salida de los insectos, posteriormente los recipientes fueron colocados dentro de una cámara de cría a una temperatura de 35°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

Se evaluaron ocho aceites vegetales como se muestran a continuación: aceite de cacahuete, ricino, jojoba, almendra, albahaca, ajonjolí, ajo 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)

La ubicación de las concentraciones se obtuvo mediante un estudio previo denominado ventana biológica que nos ayudó a partir de una concentración adecuada.

Para la obtención de las soluciones a diferentes concentraciones se partió de una solución de 10,000 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 constó de tres repeticiones y un testigo. El recipiente utilizado fue un frasco de vidrio de 7 cm de diámetro (frasco Gerber), con cinco concentraciones más un testigo, dando un total de 18 unidades experimentales para cada aceite vegetal a evaluar.

El bioensayo se realizó con insectos adultos de *Tribolium castaneum*, 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 logró la cobertura y la evaporación de la solución, se introdujeron en cada frasco 20 insectos adultos de *Tribolium castaneum* de 20 días de edad aproximadamente. Posteriormente 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 consideró 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 media (CL_{50}) de los diferentes aceites vegetales, podemos observar (Cuadro 1) que el aceite de cacahuate, jojoba, ricino, almendra, albahaca, ajonjolí y ajo obtuvieron una CL_{50} de 14809, 29276, 32447, 57968, 45992, 137540, 213408, 0 ppm a 24hrs respectivamente, sobre adultos de *Tribolium castaneum*. Donde también podemos observar que el aceite de soya a este tiempo de exposición no presento ningún efecto.

Cuadro1.- CL_{50} , CL_{95} y límites fiduciales de los diferentes aceites usados contra poblaciones de *Tribolium castaneum* a 24 hrs de exposición.

Aceites	# de individuos	CL_{50}	límites	fiduciales	CL_{95}
			Inferior	superior	
Cacahuate	360	14809	14401	15251	21165
Jojoba	360	29276	21275	40848	63837
Ricino	360	32447	31040	35120	42050
Almendra	360	57968	53891	63892	153323
Albahaca	360	45992	42321	51510	111684

Ajonjolí	360	137540	112740	148750	415264
Ajo	360	213408	109601	1687672	2091204
Soya	360	0	0	0	0

Para la concentración letal media (CL_{50}) obtenida de los diferentes aceites vegetales a las 48 hrs de exposición, en el cuadro 2, podemos observar que el aceite de cacahuate, jojoba, ricino, almendra, albahaca, ajonjolí, ajo y soya obtuvieron una CL_{50} de 13458, 24878, 27582, 42102, 34833, 224376, 95156, 72230 ppm respectivamente.

Cuadro 2.- CL_{50} , CL_{95} y limites fiduciales de los diferentes aceites usados contra Poblaciones de *Tribolium castaneum* a 48 hrs de exposición.

Aceites	# de individuos	CL_{50}	<u>limites</u> Inferior	<u>fiduciales</u> superior	CL_{95}
Cacahuate	360	13458	13036	13880	20270
Jojoba	360	24878	15161	29844	48292
Ricino	360	27582	27005	28265	35526
Almendra	360	42102	39849	44210	80813
Albahaca	360	34833	31994	38273	107187
Ajonjolí	360	224376	100040	85794350	1937200
Ajo	360	95156	69373	176683	672801
Soya	360	72230	60195	122432	139871

En relación a la concentración letal media (CL_{50}) a las 72 hrs de exposición podemos observar (cuadro 3), que los aceites de cacahuate, jojoba, ricino, almendra, albahaca, ajonjolí, ajo y soya muestran valores de CL_{50} de

12276, 23021, 24443, 34402, 23179, 375738, 44962, 63727 ppm respectivamente.

Cuadro 3.- CL₅₀, CL₉₅ y limites fiduciales de los diferentes aceites usados contra poblaciones de *Tribolium castaneum* a 72 hrs de exposición.

Aceites	# de individuos	CL ₅₀	limites	fiduciales	CL ₉₅
			Inferior	superior	
Cacahuete	360	12276	11891	12637	17533
Jojoba	360	23021	18200	25370	44411
Ricino	360	24443	22413	26509	31245
Almendra	360	34402	25675	39665	64913
Albahaca	360	23179	17232	29039	56470
Ajonjolí	360	375738	114825	621560	8509906
Ajo	360	44962	39586	51217	194059
Soya	360	63727	64588	153393	299986

Al respecto podemos mencionar que todos los aceites vegetales evaluados presentaron una respuesta uniforme a las diferentes horas de toma de datos, podemos observar que el aceite de cacahuete presenta los valores más bajos de CL₅₀ (14809, 13458 y 12276 ppm para las 24, 48 y 72 hrs respectivamente), 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 los valores para matar el 50 % de la población son de 72230 y 63727 ppm, para 48 y 72 hrs de exposición.

Para los aceites de ricino y ajonjolí, Salas (1985), reporta una mortalidad del 100% después de tres horas de exposición de *Sitophilus oryzae*, por lo que estos resultados difieren a los reportados donde encontramos valores de 24,473 ppm para ricino y de 375,738 ppm para ajonjolí a 72 hrs de exposición. Para el aceite de jojoba Solórzano (1996) reporta un control del 80% de *Sitophilus zeamais* con 30,000 ppm, donde nuestros resultados reportan una concentración de 23021 ppm. Finalmente para los aceites de albahaca y ajo, Oca *et al.* (1978), mencionan un control de *Sitophilus oryzae* 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 similar para el aceite de ajo.

La razón de encontrar diferente respuesta de los aceites es debido posiblemente a su naturaleza química, al respecto Shaaya y Kostyukosky (2007), afirmaron que ácidos grasos de cadena larga causan una alta mortalidad y evitan la infestación en semillas. Además señalan que el contacto físico de los adultos con los aceites es la cause de la mortalidad observada. Así mismo se reporta que el aceite de cacahuete presenta una gran porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados muy estables o de cadena larga. Por tal razón este aceite presento los valores más bajos de CL₅₀ (12276 ppm),

Valores de x^2 , r^2 , G.L. y P.

El cuadro 4 presenta los coeficientes de determinación (r^2) para líneas de regresión dosis/mortalidad para los aceites de cacahuete, jojoba, ricino,

almendra, albahaca, ajonjolí, ajo y soya a 24 hrs. Donde se puede observar que los valores estimados para r^2 oscilan entre 0.850 y 0.999; así como valores bajos para la x^2 , mostrando un buen ajuste.

Cuadro 4.-Coeficientes de determinación (r^2), chi-cuadrada (x^2) y probabilidad de ocurrencia del evento de los diferentes aceites a 24 hrs.

Aceite	r^2	x^2	prob.
Cacahuete	0.957	2.39	0.99
Jojoba	0.922	3.94	0.99
Ricino	0.850	2.75	0.99
Almendra	0.959	3.22	0.99
Albahaca	0.953	1.16	0.99
Ajonjolí	0.999	0.38	0.99
Ajo	0.934	0.53	0.99
Soya	0	0	0.99

El cuadro 5 se presentan los coeficientes de determinación (r^2) para líneas de regresión dosis/mortalidad para los aceites de cacahuete, jojoba, ricino, almendra, albahaca, ajonjolí, ajo y soya a 48 hrs. Donde se puede observar que los valores estimados oscilan entre 0.918 y 0.993; mientras que para la x^2 los valores estimados oscilaron entre 0.09 y 3.76, mostrando también un buen ajuste.

Cuadro 5.-Coeficientes de determinación (r^2), chi-cuadrada (x^2) y probabilidad de ocurrencia del evento de los diferentes aceites a 48 hrs.

Aceites	r^2	x^2	prob.
Cacahuete	0.992	1.37	0.99
Jojoba	0.977	2.08	0.99
Ricino	0.926	2.61	0.99
Almendra	0.993	1.61	0.99
Albahaca	0.989	1.17	0.99
Ajonjolí	0.963	0.56	0.99

Ajo	0.918	3.76	0.99
Soya	0.949	0.09	0.99

Finalmente en el cuadro 6 se presentan los coeficientes de determinación (r^2) para líneas de regresión dosis/mortalidad para los aceites de cacahuate, jojoba, ricino, almendra, albahaca, ajonjolí, ajo y soya a 72 hrs. Donde se puede observar que los valores estimados oscilan entre 0.789 y 0.984. Estos resultados de acuerdo a Romahn et al. (1994) indican que se obtuvo una correlación alta; el bajo valor de chi-cuadrada (x^2) obtenido en esta investigación indica poca separación entre los puntos y la línea final de la dosis-mortalidad observada, por tal motivo los valores de probabilidad son altos.

Cuadro 6.-Coeficientes de determinación (r^2), chi-cuadrada (x^2) y probabilidad de ocurrencia del evento de los diferentes aceites a 72 hrs.

Aceites	r^2	x^2	prob.
Cacahuate	0.975	0.37	0.99
Jojoba	0.907	1.05	0.99
Ricino	0.950	1.93	0.99
Almendra	0.984	1.26	0.99
Albahaca	0.985	0.36	0.99
Ajonjolí	0.979	0.13	0.99
Ajo	0.789	0.97	0.99
Soya	0.967	0.25	0.99

Líneas de respuesta dosis-mortalidad

En la figura 1 se expone las líneas de respuesta dosis-mortalidad, en referencia a la recta correspondiente los aceites de cacahuate, jojoba, ricino,

almendra, albahaca, ajonjolí, ajo y soya a las 24hrs. Donde se obtuvo una CL_{50} de 14809, 29276, 32447, 57968, 45992, 137540, 213408, 0 ppm y CL_{95} de 21165, 63837, 42050, 153323, 111684, 415264, 2091204 y 0 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 1,2,3,4 y 5 presentan una tendencia homogénea de la población; mientras que las líneas 6 y 7 tienen tendencia heterogénea en respuesta al tiempo de exposición al aceite.

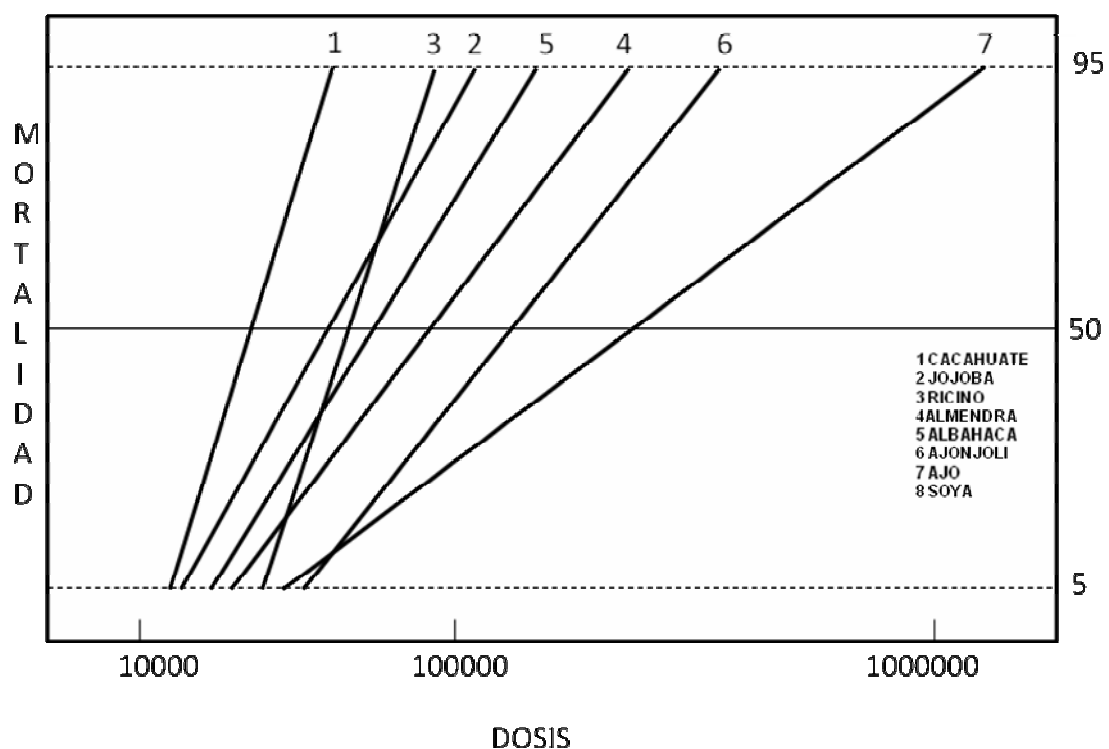


Figura 1.-Líneas de respuesta dosis-mortalidad de diferentes aceites sobre poblaciones de *Tribolium castaneum* a 24 hrs de exposición.

En la figura 2 se expone la línea de respuesta dosis-mortalidad, en referencia a la recta correspondiente a cacahuete, jojoba, ricino, almendra, albahaca, ajonjolí, ajo y soya a las 48hrs. Donde se obtuvo una CL_{50} de 13458, 24878, 27582, 42102, 34833, 224376, 95156 y 72230 ppm y CL_{95} de 20270, 48292, 35526, 80813, 107187, 1937200, 672801 y 139871 ppm respectivamente; Lo anterior muestra que en base a la respuesta de las líneas

dosis-mortalidad de la población de *Tribolium castaneum* las líneas 1, 2, 3, 4 y 5 tiene una tendencia homogénea y para las líneas 6, 7 y 8 las poblaciones presentan una tendencia heterogénea en respuesta al tiempo de exposición al aceite.

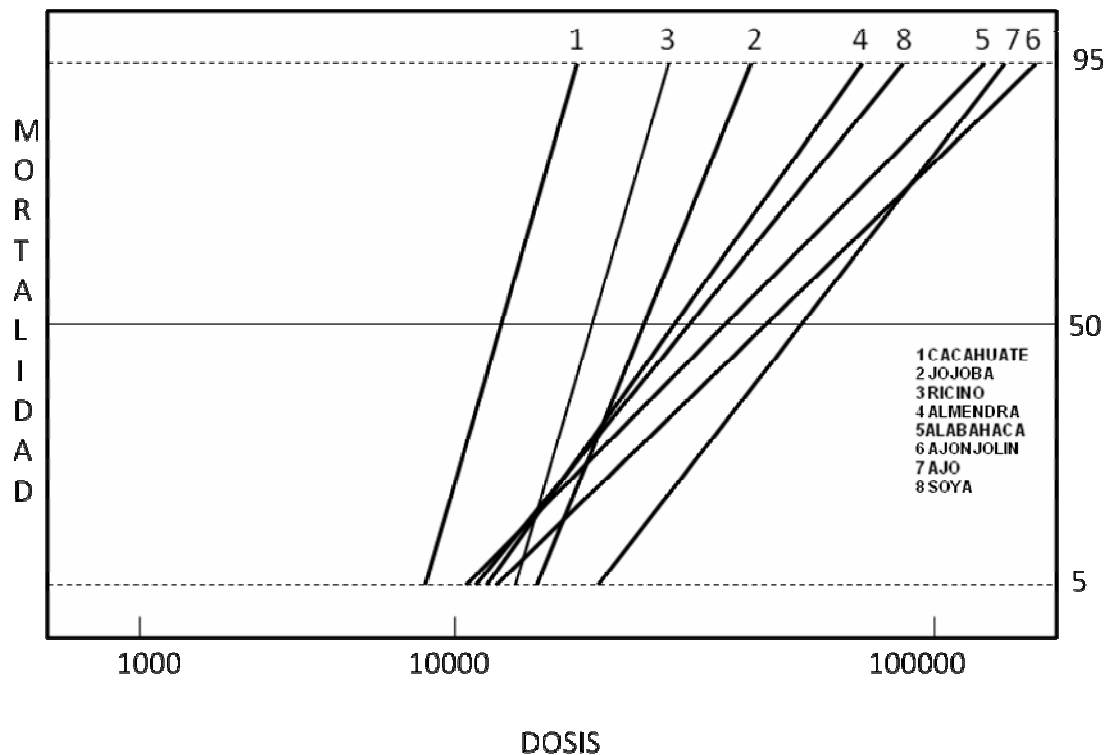


Figura 2.-Líneas de respuesta dosis-mortalidad de diferentes aceites sobre poblaciones de *Tribolium castaneum* a 48 hrs de exposición.

En la figura 3 se muestran las líneas de respuesta dosis-mortalidad, en referencia a la recta correspondiente a cacahuete, jojoba, ricino, almendra, albahaca, ajonjolí, ajo y soya a las 72hrs. Donde se obtuvo una CL_{50} de 12276, 23021, 24443, 34402, 23179, 375738, 44962 y 83727 ppm y CL_{95} de 17533, 44411, 31245, 64913, 56470, 8509906, 194059 y 299986 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, 2, 3, 4 y 5; mientras que las líneas 6, 7 y 8 muestran una tendencia heterogénea en respuesta al tiempo de exposición al aceite. Una posible razón de encontrar una tendencia homogénea en las líneas de respuesta para las líneas 1, 2, 3, 4 y 5 (aceite de cacahuete, jojoba, ricino, almendra y albahaca) es la cantidad de ácidos grasos no

saturados, triglicéridos, lípidos no hidrogenados y ácido ricinoleico; que por ser lípidos de cadenas largas, les dan una mayor estabilidad (*Shaaya y Kostyukosky, 2007*), siendo menos reactivos al proceso de degradación enzimática de los insectos y realizando su función de taponamiento de espiráculos. Por otro lado la respuesta de las líneas 6, 7 y 8 (aceite de ajonjolí, ajo y soya), que mostraron una respuesta heterogénea, posiblemente se deba a la finura de estos 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. De este modo, la característica del aceite de ajonjolí es la de ser uno de los aceites más finos en relación a su granulometría. Por otro lado se ha demostrado en diversos experimentos que el aceite de ajo no actúa a través del contacto físico de los adultos con los aceites; por lo que la causa de la mortalidad observada es como repelente, ya que los adultos de especies que atacan a granos almacenados mueren al no alimentarse (*Shaaya y Kostyukosky, 2007*). Finalmente para el aceite de soya, varios autores lo reportan como un sinergista natural al ser mezclado con otros productos para el control de plagas, por lo que se han descrito sus propiedades como un excelente compuesto polar altamente reactivo con enzimas oxidasas (Lagunés y Rodríguez, 1994).

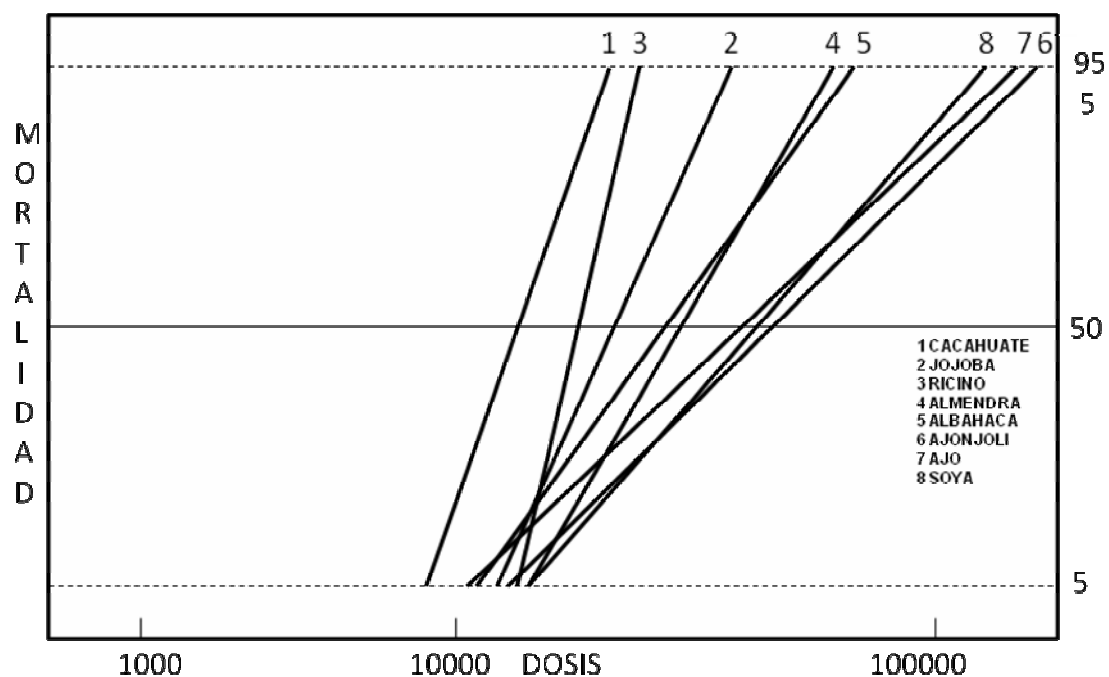


Figura 3.-Lineas de respuesta dosis-mortalidad de diferentes aceites sobre poblaciones de *Tribolium castaneum* a 72 hrs de exposición

Comparación de límites fiduciales (CL₅₀)

En la figura 4 se comparan los límites fiduciales del aceite de cacahuete, jojoba, ricino, almendra, albahaca, ajonjolí y ajo a 24hrs de exposición.

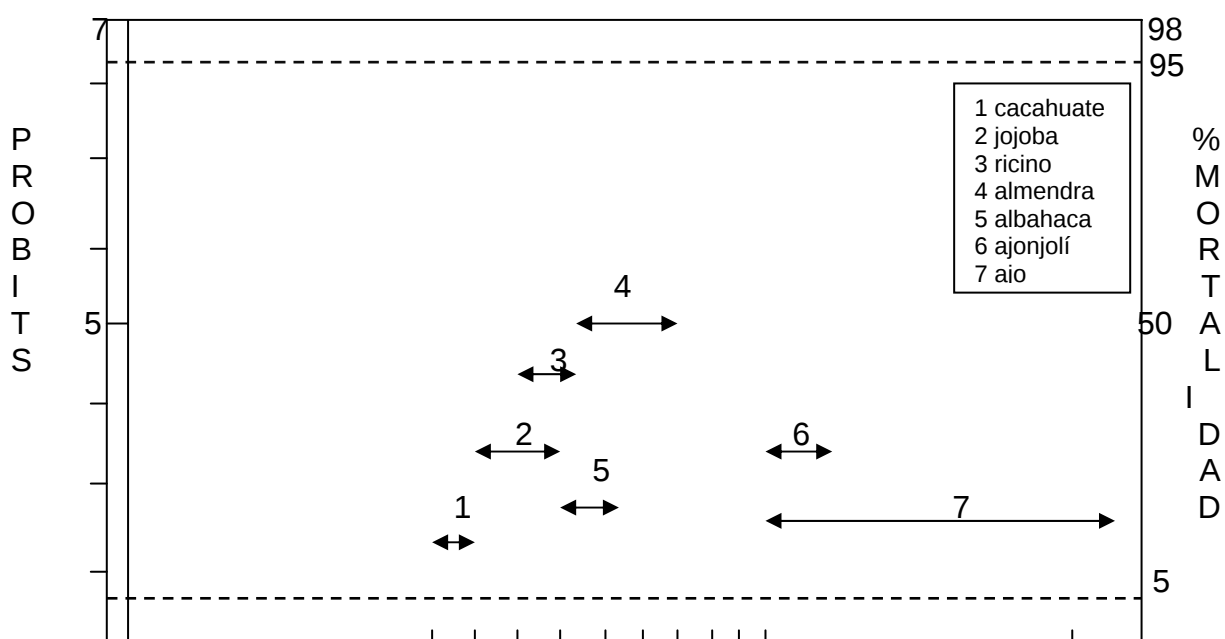
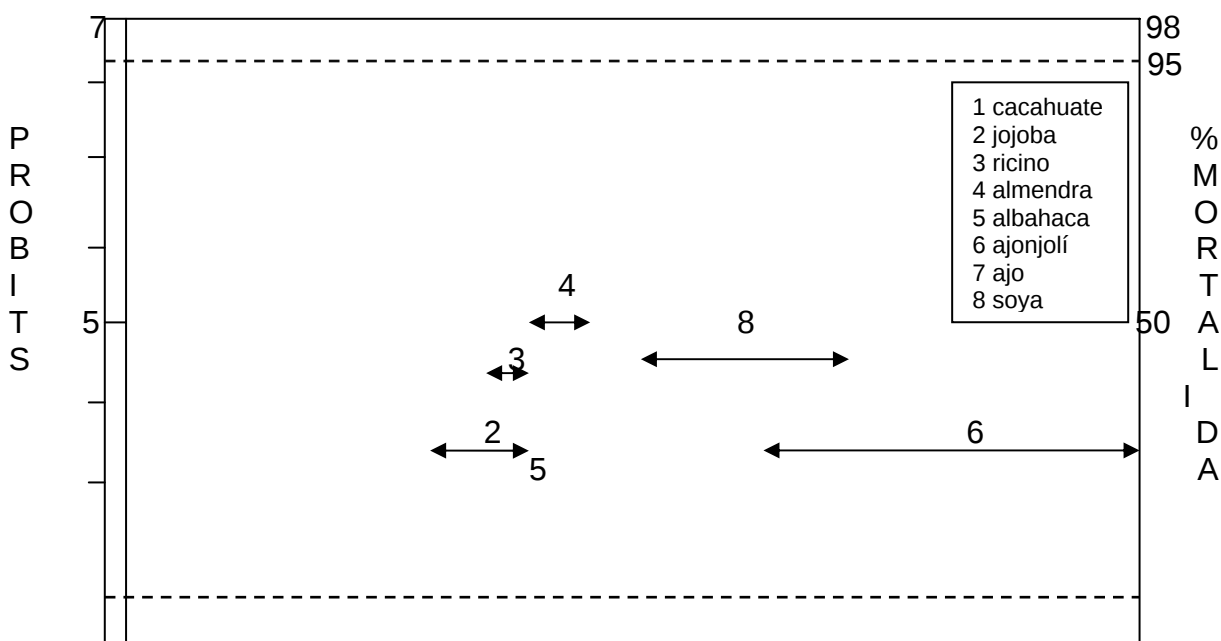




Figura 4. - Representación grafica de límites fiduciales obtenidos a nivel de CL_{50} de *Tribolium castaneum* a 24 hrs de exposición a los diferentes aceites vegetales.

Como podemos observar los limites fiduciales del aceite de cacahuate no presentan traslape con ningún otro aceite, así como el aceite de jojoba. Sin embargo los aceites de ricino, almendra y albahaca presentan un traslape en sus límites fiduciales por lo que estadísticamente son similares. Finalmente los aceites de ajonjolí y ajo presentan traslape también en sus límites.

En la figura 5 se comparan los limites fiduciales del aceite de cacahuate, jojoba, ricino, almendra, albahaca, ajonjolí, ajo y soya. Como podemos ver el aceite de cacahuate sigue siendo diferente a todos los demás aceites al no presentar ningún traslape. Así mismo, los aceites de almendra y ajo se comportaron diferente a los resultados de las 24 hrs en donde presentaban traslapes, a las 48 hrs no presentan. Los traslapes se presentaron para los aceites de jojoba con ricino y los aceites de ajonjolí con ajo y soya.



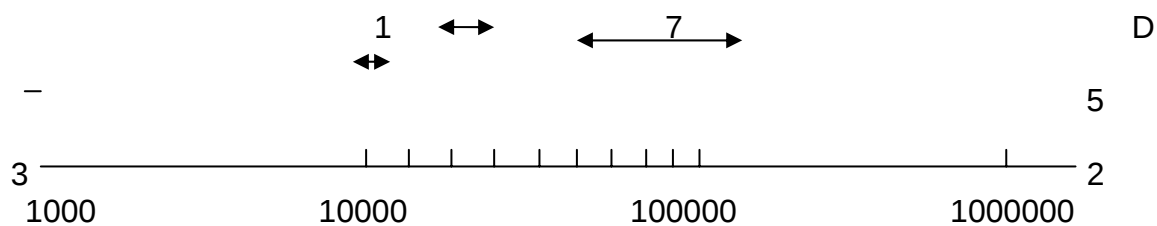


Figura 5. - Representación grafica de límites fiduciales obtenidos a nivel de CL_{50} de *Tribolium castaneum* a 48 hrs de exposición a los diferentes aceites vegetales.

En la figura 6 se comparan los limites fiduciales del aceite de cacahuate, jojoba, ricino, almendra, albahaca, ajonjolí, ajo y soya 72 hrs de exposición.

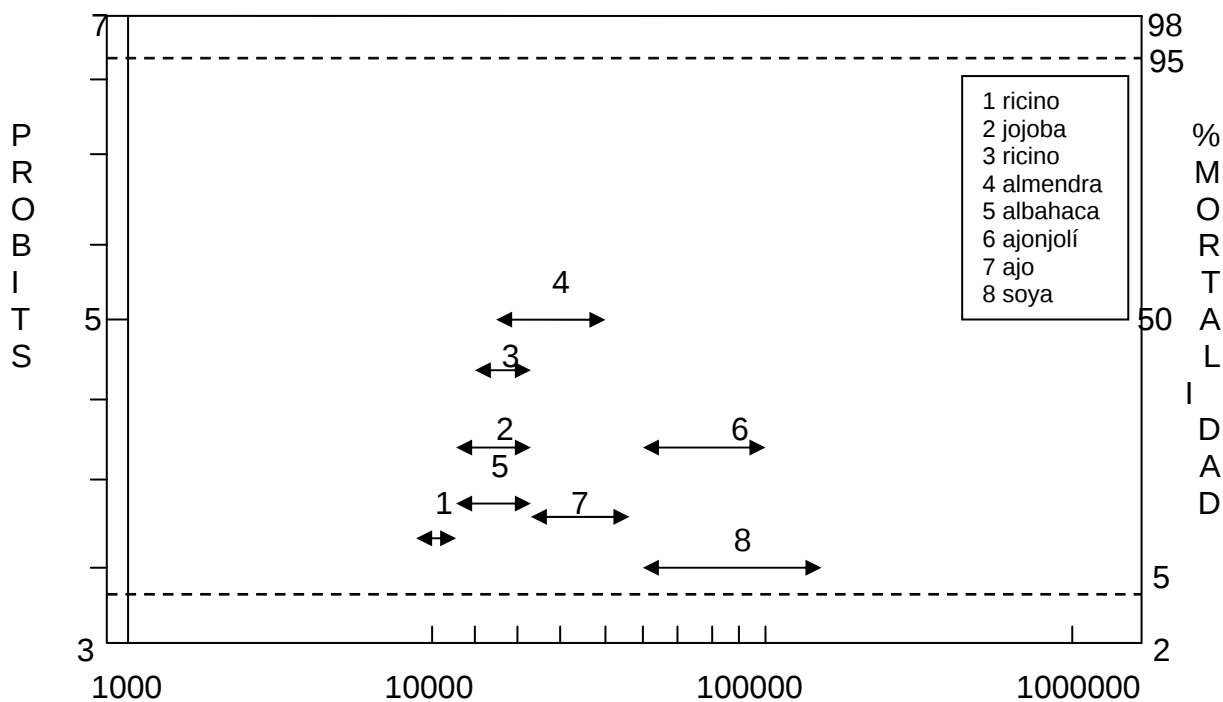


Figura 6. - Representación grafica de límites fiduciales obtenidos a nivel de CL_{50} de *Tribolium castaneum* a 72 hrs de exposición a los diferentes aceites vegetales.

Para las 72 hrs de exposición el aceite de cacahuate presento la misma tendencia al no presentar traslape con ningún otro aceite. Sin embargo se formaron tres grupos, que son el aceite de jojoba con ricino, el aceite de almendras con ricino y ajo, y finalmente el aceite de ajonjolí con soya. Mostrando traslape en alguno de sus puntos.

CONCLUSIONES

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

- 1.- El aceite de cacahuate es una buena alternativa para el control de adultos de *T. castaneum*.
- 2.- Los productos que presentan un potencial para ser usados como una alternativa de control de adultos de *T. castaneum* son el aceite de jojoba, albahaca y de ricino.
- 3.- Los otros aceites pudieran integrarse en un esquema de manejo pero solamente como mezclas con otros productos.

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. Pérdida 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

Lindbland, 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) in farm 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 insectaria 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.

APENDICE A

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

Aceite de cacahuete a las 24 hrs ventana biológica (T1)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	0	4	0	6.6%
20,000	60	20	20	20	100%
30,000	60	20	20	20	100%
40,000	60	20	20	20	100%
50,000	60	20	20	20	100%

Cuadro A2.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Tribolium Castaneum* expuestos al aceite de cacahuete a las 48 horas.

Aceite de cacahuete a las 48 hrs ventana biológica (T1)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	1	8	3	20%
20,000	60	20	20	20	100%
30,000	60	20	20	20	100%
40,000	60	20	20	20	100%
50,000	60	20	20	20	100%

Cuadro A3.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Tribolium Castaneum* expuestos al aceite de cacahuete a las 72 horas.

Aceite de cacahuete a las 72 hrs ventana biológica (T1)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	16	18	11	75%
20,000	60	20	20	20	100%
30,000	60	20	20	20	100%
40,000	60	20	20	20	100%
50,000	60	20	20	20	100%

Cuadro A4.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Tribolium Castaneum* expuestos al aceite de ricino a las 24 horas.

Aceite de ricino a las 24 hrs ventana biológica (T2)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	0	0	0	0%
20,000	60	3	2	4	15%
30,000	60	6	8	7	40%
40,000	60	11	12	11	56.6%
50,000	60	11	14	16	68.3%

Cuadro A5.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Tribolium Castaneum* expuestos al aceite de ricino a las 48 horas.

Aceite de ricino a las 48 hrs ventana biológica (T2)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	0	0	0	0%
20,000	60	7	8	10	41.6%
30,000	60	14	17	13	73.3%
40,000	60	19	18	18	91.6%
50,000	60	17	19	20	93.3%

Cuadro A6.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Tribolium Castaneum* expuestos al aceite de ricino a las 72 horas.

Aceite de ricino a las 72 hrs ventana biológica (T2)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	1	0	2	5%
20,000	60	18	17	18	88.3%
30,000	60	20	20	19	98.3%
40,000	60	20	20	20	100%
50,000	60	20	20	20	100%

Cuadro A7.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Tribolium Castaneum* expuestos al aceite de jojoba a las 24 horas.

Aceite de jojoba a las 24 hrs ventana biológica (T3)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	0	0	0	0%
20,000	60	2	3	2	11.6%
30,000	60	11	12	10	55%
40,000	60	15	16	13	73.3%
50,000	60	18	18	16	86.6%

Cuadro A8.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Tribolium Castaneum* expuestos al aceite de jojoba a las 48 horas.

Aceite de jojoba a las 48 hrs ventana biológica (T4)					
--	--	--	--	--	--

DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	0	0	0	0%
20,000	60	5	6	4	23.3%
30,000	60	13	14	12	65%
40,000	60	20	18	16	90%
50,000	60	20	20	19	98.3%

Cuadro A9.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Tribolium Castaneum* expuestos al aceite de jojoba a las 72 horas.

Aceite de jojoba las 72 hrs ventana biológica (T4)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	0	0	0	0%
20,000	60	7	8	6	35%
30,000	60	15	18	16	81.6%
40,000	60	20	20	20	100%
50,000	60	20	20	20	100%

Cuadro A10.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Tribolium Castaneum* expuestos al aceite de almendra a las 24 horas.

Aceite de almendra a las 24 hrs ventana biológica (T5)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	0	0	0	0%
20,000	60	0	0	0	0%
30,000	60	2	2	4	13.3%
40,000	60	6	7	5	30%
50,000	60	10	8	10	46.6%

Cuadro A11.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Tribolium Castaneum* expuestos al aceite de almendra a las 48 horas.

Aceite de almendra a las 48 hrs ventana biológica (T5)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	0	0	0	0%
20,000	60	0	0	0	0%
30,000	60	4	5	6	25%
40,000	60	8	11	7	43.3%
50,000	60	14	12	14	83.3%

Cuadro A12.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Tribolium Castaneum* expuestos al aceite de almendra a las 72 horas.

Aceite de almendra a las 72 hrs ventana biológica (T5)					
--	--	--	--	--	--

DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	0	0	0	0%
20,000	60	2	1	0	5%
30,000	60	8	9	11	46.6%
40,000	60	11	15	10	60%
50,000	60	15	14	16	75%

Cuadro A13.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Tribolium Castaneum* expuestos al aceite de albahaca a las 24 horas.

Aceite de albahaca a las 24 hrs ventana biológica (T6)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	0	0	0	0%
20,000	60	2	1	2	8.3%
30,000	60	4	3	3	16.6%
40,000	60	9	8	7	40%
50,000	60	14	12	10	58.3%

Cuadro A14.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Tribolium Castaneum* expuestos al aceite de albahaca a las 48 horas.

Aceite de albahaca a las 48 hrs ventana biológica (T6)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	1	0	1	3.3%
20,000	60	5	4	6	25%
30,000	60	7	8	6	35%
40,000	60	13	11	9	55%
50,000	60	18	14	13	75%

Cuadro A15.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Tribolium Castaneum* expuestos al aceite de albahaca a las 72 horas.

Aceite de albahaca a las 72 hrs ventana biológica (T6)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	2	1	2	8.3%
20,000	60	8	7	9	40%
30,000	60	12	13	10	58.3%
40,000	60	18	17	15	83.3%
50,000	60	20	20	19	98.3%

Cuadro A16.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Tribolium Castaneum* expuestos al aceite de ajonjolí a las 24 horas.

Aceite de ajonjolí a las 24 hrs ventana biológica (T7)			
DOSIS	# de individuos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	% DE MORTALIDAD

	expuestos	R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	0	0	0	0%
20,000	60	0	0	0	0%
30,000	60	0	0	0	0%
40,000	60	1	1	0	3.3%
50,000	60	1	2	1	6.6%

Cuadro A17.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Tribolium Castaneum* expuestos al aceite de ajonjolí a las 48 horas.

Aceite de ajonjolí a las 48 hrs ventana biológica (T7)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	0	0	0	0%
20,000	60	1	1	0	3.3%
30,000	60	1	2	1	6.6%
40,000	60	2	2	1	8.3%
50,000	60	3	3	2	13.3%

Cuadro 18.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Tribolium Castaneum* expuestos al aceite de ajonjolí a las 72 horas.

Aceite de ajonjolí a las 72 hrs ventana biológica (T7)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	

0	60	0	0	0	0%
10,000	60	0	0	0	0%
20,000	60	2	2	0	6.6%
30,000	60	2	2	1	8.3%
40,000	60	3	2	2	11.6%
50,000	60	4	3	2	15%

Cuadro A19.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Tribolium Castaneum* expuestos al aceite de ajo a las 24 horas.

Aceite de ajo a las 24 hrs ventana biológica (T8)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	1	0	0	1.6%
20,000	60	1	1	0	3.3%
30,000	60	2	1	2	8.3%
40,000	60	1	3	4	13.3%
50,000	60	3	2	3	13.3%

Cuadro A20.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Tribolium Castaneum* expuestos al aceite de ajo a las 48 horas.

Aceite de ajo a las 48 hrs ventana biológica (T8)			
DOSIS	# de	# DE INDIVIDUOS	% DE

	individuos expuestos	MUERTOS			MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	1	1	1	5%
20,000	60	2	2	0	6.6%
30,000	60	4	2	3	15%
40,000	60	2	4	6	20%
50,000	60	8	6	7	35%

Cuadro A21.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Tribolium Castaneum* expuestos al aceite de ajo a las 72 horas.

Aceite de ajo a las 72 hrs ventana biológica (T8)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	2	3	1	10%
20,000	60	4	3	1	13.3%
30,000	60	6	4	5	25%
40,000	60	5	5	8	30%
50,000	60	12	17	16	75%

Cuadro A22.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Tribolium Castaneum* expuestos al aceite de soya a las 24 horas.

Aceite de soya a las 24 hrs ventana biológica (T9)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	

0	60	0	0	0	0%
10,000	60	0	0	0	0%
20,000	60	0	0	0	0%
30,000	60	0	0	0	0%
40,000	60	0	0	0	0%
50,000	60	0	0	0	0%

Cuadro 22.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Tribolium Castaneum* expuestos al aceite de soya a las 48 horas.

Aceite de soya a las 48 hrs ventana biológica (T9)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	0	0	0	0%
20,000	60	0	0	0	0%
30,000	60	1	0	0	1.6%
40,000	60	2	1	1	6.6%
50,000	60	3	4	4	18.3%

Cuadro 23.- datos obtenidos en laboratorio para la ventana biológica de *Tribolium Castaneum* expuestos al aceite de soya a las 72 horas.

Aceite de soya a las 72 hrs ventana biológica (T9)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	

0	60	0	0	0	0%
10,000	60	0	0	0	0%
20,000	60	0	1	1	3.3%
30,000	60	2	3	1	10%
40,000	60	4	3	2	15%
50,000	60	5	6	5	26.6%

APENDICE B

Aceite de cacahuete a las 24 hrs bioensayo (T1)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	

Cuadro B1.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al aceite de cacahuete a las 24 hrs de exposición.

0	60	0	0	0	0%
10,000	60	3	0	1	6.6%
12,000	60	2	3	2	11.6%
14,000	60	4	8	10	36.6%
16,000	60	13	14	14	68.3%
18,000	60	16	18	15	81.6%

Cuadro B2.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al aceite de cacahuete a las 48 hrs de exposición.

Aceite de cacahuete a las 48 hrs bioensayo (T1)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	4	2	2	13.3%
12,000	60	8	6	4	30%
14,000	60	7	13	14	56.6%
16,000	60	13	17	14	73.3%
18,000	60	17	19	18	90%

Cuadro B3.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al aceite de cacahuete a las 72 hrs de exposición.

Aceite de cacahuete a las 72 hrs bioensayo (T1)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	

0	60	0	0	0	0%
10,000	60	5	4	3	20%
12,000	60	9	7	10	43.3%
14,000	60	11	14	17	70%
16,000	60	18	19	17	88.3%
18,000	60	19	20	20	98.3%

Cuadro B4.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al aceite de ricino a las 24 hrs de exposición.

Aceite de ricino a las 24 hrs bioensayo (T2)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
20,000	60	0	0	0	0%
22,500	60	0	1	0	1.6%
25,000	60	1	1	1	5%
27,500	60	2	2	3	11.6%
30,000	60	7	9	4	33.3%

Cuadro B5.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al aceite de ricino a las 48 hrs de exposición.

Aceite de ricino a las 48 hrs bioensayo (T2)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	

0	60	0	0	0	0%
20,000	60	0	0	2	3.3%
22,500	60	2	2	1	8.3%
25,000	60	5	5	6	26.6%
27,500	60	7	7	11	41.6%
30,000	60	16	18	12	76.6%

Cuadro B6.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al aceite de ricino a las 72 hrs de exposición.

Aceite de ricino a las 72 hrs bioensayo (T2)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
20,000	60	2	2	6	16.6%
22,500	60	4	4	3	18.3%
25,000	60	10	10	11	51.6%
27,500	60	16	15	17	80%
30,000	60	19	20	18	95%

Cuadro B7.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al aceite de jojoba a las 24 hrs de exposición.

Aceite de jojoba a las 24 hrs bioensayo (T3)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	

0	60	0	0	0	0%
20,000	60	5	4	8	28.3%
25,000	60	6	7	6	31.6%
30,000	60	9	7	11	45%
35,000	60	11	12	12	58.3%
40,000	60	16	17	18	85%

Cuadro B8.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al aceite de jojoba a las 48 hrs de exposición.

Aceite de jojoba a las 48 hrs bioensayo (T3)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
20,000	60	6	7	9	36.6%
25,000	60	9	11	8	46.6%
30,000	60	13	9	14	58.3%
35,000	60	16	14	16	76.6%
40,000	60	20	19	19	96.6%

Cuadro B9.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al aceite de jojoba a las 72 hrs de exposición.

Aceite de jojoba a las 72 hrs bioensayo (T3)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	

0	60	0	0	0	0%
20,000	60	7	8	11	43.3%
25,000	60	13	12	10	58.3%
30,000	60	15	13	16	56.6%
35,000	60	18	18	17	88.3%
40,000	60	20	20	19	98.3%

Cuadro B10.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al aceite de almendra a las 24 hrs de exposición.

Aceite de almendra a las 24 hrs bioensayo (T4)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
30,000	60	2	3	3	13.3%
40,000	60	6	4	7	28.3%
50,000	60	8	8	7	38.3%
60,000	60	11	9	8	46.6%
65,000	60	13	12	13	63.3%

Cuadro B11.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al aceite de almendra a las 48 hrs de exposición.

Aceite de almendra a las 48 hrs bioensayo (T4)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	

0	60	0	0	0	0%
30,000	60	4	5	5	23.3%
40,000	60	8	7	9	40%
50,000	60	14	12	13	65%
60,000	60	17	16	14	78.3%
65,000	60	19	18	18	91.6%

Cuadro B12.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al aceite de almendra a las 72 hrs de exposición.

Aceite de almendra a las 72 hrs bioensayo (T4)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
30,000	60	7	9	8	40%
40,000	60	13	12	12	61.6%
50,000	60	18	14	16	80%
60,000	60	19	18	17	90%
65,000	60	20	20	20	100%

Cuadro B13.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al aceite de albahaca a las 24 hrs de exposición.

Aceite de albahaca a las 24 hrs bioensayo (T5)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	

0	60	0	0	0	0%
10,000	60	0	0	0	0%
20,000	60	2	1	2	8.3%
30,000	60	4	3	3	16.6%
40,000	60	9	8	7	40%
50,000	60	14	12	10	58.3%

Cuadro B14.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al aceite de albahaca a las 48 hrs de exposición.

Aceite de albahaca a las 48 hrs bioensayo (T5)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	1	0	1	3.3%
20,000	60	5	4	6	25%
30,000	60	7	8	6	35%
40,000	60	13	11	9	55%
50,000	60	18	14	13	75%

Cuadro B15.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al aceite de albahaca a las 72 hrs de exposición.

Aceite de albahaca a las 72 hrs bioensayo (T5)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	

0	60	0	0	0	0%
10,000	60	2	1	2	8.3%
20,000	60	8	7	9	40%
30,000	60	12	13	10	58.3%
40,000	60	18	17	15	83.3%
50,000	60	20	20	19	98.3%

Cuadro B16.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al aceite de ajonjolí a las 24 hrs de exposición.

Aceite de ajonjolí a las 24 hrs bioensayo (T6)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	0	0	0	0%
20,000	60	0	0	0	0%
30,000	60	0	0	0	0%
40,000	60	1	1	0	3.3%
50,000	60	1	2	1	6.6%

Cuadro B17.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al aceite de ajonjolí a las 48 hrs de exposición.

Aceite de ajonjolí a las 48 hrs bioensayo (T6)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	

0	60	0	0	0	0%
10,000	60	0	0	0	0%
20,000	60	1	1	0	3.3%
30,000	60	1	2	1	6.6%
40,000	60	2	2	1	8.3%
50,000	60	3	3	2	13.3%

Cuadro B18.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al aceite de ajonjolí a las 72 hrs de exposición.

Aceite de ajonjolí a las 72 hrs bioensayo (T6)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	0	0	0	0%
20,000	60	2	2	0	6.6%
30,000	60	2	2	1	8.3%
40,000	60	3	2	2	11.6%
50,000	60	4	3	2	15%

Cuadro B19.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al aceite de ajo a las 24 hrs de exposición.

Aceite de ajo a las 24 hrs bioensayo (T7)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	

0	60	0	0	0	0%
10,000	60	1	0	0	1.6%
20,000	60	1	1	0	3.3%
30,000	60	2	1	2	8.3%
40,000	60	1	3	4	13.3%
50,000	60	3	2	3	13.3%

Cuadro B20.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al aceite de ajo a las 48 hrs de exposición.

Aceite de ajo a las 48 hrs bioensayo (T7)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	1	1	1	5%
20,000	60	2	2	0	6.6%
30,000	60	4	2	3	15%
40,000	60	2	4	6	20%
50,000	60	8	6	7	35%

Cuadro B21.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al aceite de ajo a las 72 hrs de exposición.

Aceite de ajo a las 72 hrs bioensayo (T7)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	

0	60	0	0	0	0%
10,000	60	2	3	1	10%
20,000	60	4	3	1	13.3%
30,000	60	6	4	5	25%
40,000	60	5	5	8	30%
50,000	60	12	17	16	75%

Cuadro B22.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al aceite de soya a las 24 hrs de exposición.

Aceite de soya a las 24 hrs bioensayo (T8)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	0	0	0	0%
20,000	60	0	0	0	0%
30,000	60	0	0	0	0%
40,000	60	0	0	0	0%
50,000	60	0	0	0	0%

Cuadro B23.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al aceite de soya a las 48 hrs de exposición.

Aceite de soya a las 48 hrs bioensayo (T8)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	

0	60	0	0	0	0%
10,000	60	0	0	0	0%
20,000	60	0	0	0	0%
30,000	60	1	0	0	1.6%
40,000	60	2	1	1	6.6%
50,000	60	3	4	4	18.3%

Cuadro B24.-Respuesta de *Tribolium castaneum* al aceite de soya a las 72 hrs de exposición.

Aceite de soya a las 72 hrs bioensayo (T8)					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
0	60	0	0	0	0%
10,000	60	0	0	0	0%
20,000	60	0	1	1	3.3%
30,000	60	2	3	1	10%
40,000	60	4	3	2	15%
50,000	60	5	6	5	26.6%