

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



**EVALUACIÓN DE EXTRACTOS DE PIRUL (*Schinus molle*) CON DIFERENTES
SOLVENTES PARA EL CONTROL DE GORGOJO DEL MAÍZ (*Sitophilus
zeamais*).**

Por:

GLEYBER GUADALUPE CHE MOO

T E S I S

Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Febrero de 2009.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Presentada Por:

GLEYBER GUADALUPE CHE MOO

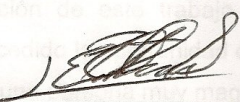
TESIS

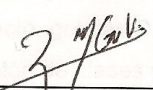
EVALUACIÓN DE EXTRACTOS DE PIRUL (*Schinus molle*) CON DIFERENTES
SOLVENTES PARA EL CONTROL DE GORGOJO DEL MAÍZ (*Sitophilus*
zeamais).

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

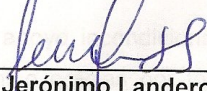
INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO.

Aprobada por:

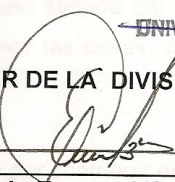

Dr. Ernesto Cerna Chávez
Presidente del jurado


M.C. Rebeca González Villegas
Sinodal


Dra. Yisa M. Ochoa Fuentes
Sinodal


Dr. Jerónimo Landeros Flores
Sinodal

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Febrero de 2009. División de Agronomía
Coordinación.

AGRADECIMIENTOS

Especialmente a **DIOS** por haberme dado ese gran privilegio que se llama vida, eres el ser maravilloso que nunca me ha desamparado en este largo camino que voy culminando, camino lleno de muchos tropiezos y muchos obstáculos, estuviste presente a mi lado en momentos desesperantes, en momentos de angustia, tristeza y también en mis momentos de alegría y felicidad; gracias **DIOS** porque nunca me dejaste solo y gracias a ti por hacerme capaz y por darme las fuerzas necesarias para salir adelante y poder lograr este objetivo.

Con mucho orgullo a mi “**ALMA MATER**” por brindarme sabiduría, conocimientos, amistades y muchas cosas interesantes que viví, pero más por darme la oportunidad de formarme como profesionista.

A mis asesores.

Al Dr. Ernesto Cerna Chávez por su amistad, por su gran apoyo en asesarme para la realización de este trabajo, su paciencia y dedicación y más que nada por haberme cedido la oportunidad de llevar a cabo este proyecto, gracias **Dr.** por confiar en mí, es una persona muy magnífica dentro y fuera del salón de clases y capaz para hacer las cosas por eso a usted lo admiro y lo respeto.

A LA Mc. REBECA VILLEGAS por su gran amistad y apoyo incondicional en la revisión este trabajo es una persona increíble como amigo gracias por todos los consejos que me diste y por tu buen sentido del humor, como profesionista por la importancia y el interés con que vez las cosas, gracias por todo el tiempo que le dedicaste a mi trabajo.

A LA Dra. Yisa M. Ochoa Fuentes por contribuir en la revisión final de este trabajo.

Al Mc. Luis P. Guevara Acevedo por su apoyo en la revisión para poder concluir con este trabajo.

AL DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA que mediante su personal y cuerpo académico he adaptado las bases y conocimientos necesarios que me servirán para toda la vida para entender y enfrentar el complejo mundo de la agronomía.

A mis compañeros.

A mis compañeros **Ingenieros Agrónomos Parasitólogos** por la amistad, el compañerismo, las travesuras, por todos los momentos difíciles de desesperación, de desveladas y momentos muy gratos de convivencia que pasamos juntos Marcelo (el chelo), Fernando(el Pantoja), Eleazar (el xagui), Edel (la flaca), Oswaldo (el pequeño), David (la pantera rosa), Ademir(machetir), Juan carlos(el cacheton), Carlos(el mami), Cesar (el camarón), Fermín(choco), Omar(malacara), Raúl(el chalan), Rodolfo(el choka), Eladio(el olmeca), José Luis(vieja), Jorge(yorch w. bush), Rosario, Gloria, korina, Astrid, Maria elena. Nunca los voy a olvidar.

A mis amigos del alma:

Hernán, José Luis, Jorge Velasco, Oswaldo, Edel, Raúl, Jorge Martin, Adalberto, Miguel Ángel, Ochoa, Cristobal, Alan, Chandy, Carranza, miguel, veli, arbez abnal, Rudy, Bobby, José miguel, David, Cauich, camala, cholo, Herdez, juan, Porfirio y para toda la maestrada: soya, parka, roshi, Cauich, Dary. A todos ustedes gracias porque siempre compartimos momentos inolvidables, siempre nos apoyamos unos con otros, vivimos como hermanos, el destino quiso que aquí los conociera a muchos de ustedes así como también que cada uno se fuera dispersando en diferentes lugares pero siempre seremos buenos amigos. Wendy, Anita, Geidy, Flor, Alicia, Astrid, Charo. Por los buenos sentimientos, por los momentos bonitos, alegres que nunca volverán pero todos seguiremos siendo amigos. Nunca olvidare a mis tres chicas locas ustedes llegaron a ocupar un lugar muy especial en mi corazón, se ganaron mi cariño y mi confianza, por todos los momentos divertidos que hemos vivido, por todos los consejos, porque me hicieron

Reir cuando andaba triste, gracias por atravesarse en mi camino por eso digo "Te Quiero Saltillo" siempre los llevare en mi corazón. Faby eres muy inteligente tu puedes salir adelante si tu quieres solo tienes que echarle muchisisimas ganas y no descuides tu objetivo. Brenda tu eres muy fuerte chaparra espero que no sea una apariencia nada mas de tu parte, vas a llegar muy lejos síguete con ese ritmo. Krishna, bonita gracias por existir, porque cambiaste algo en mi mente y en mis sentimientos no me arrepiento de haberte conocido, tienes que salir de esa jaula de donde estas encerrada, muchas veces te he dicho que tu eres libre y lo tienes todo, abre bien los ojos, mírate en el espejo y conócete a ti misma. Tú tienes que volar y muy alto, reflexiona. Los guardare siempre en mi corazón, gracias por todo.

A mi banda "ETILKA"

En las noches cuando solo, doy un giro hacia el pasado es tan triste recordar lo que el polvo cubre ya, esas tardes de rockandroll todas esas tokadas que disfrute siempre con la banda, el cansancio y la sonrisa al sacar una rola después de varias veces de repetirlo, la primera canción que gravamos lo recuerdo muy bien, el escenario que compartíamos con otras bandas, los nervios que sentía antes de una presentación, todas estas vivencias las recuerdo como si hubiera sido ayer. Se acabo mi rockandroll en la Narro todo esto fue tiempo vivido y siempre gritare **"que viva el rockandroll kabrones"** Elier (frijolito segunda guitarra), Dagoberto(darkuzz, batería), Ruben(puerco, bajo), Fernando(zopa, bataka), Santiago(gusano ,primera voz) nunca olviden lo que somos, trabajen siempre por lo que hemos levantado con mucho esfuerzo, pónganse las pilas, yo me voy pero vienen atrás guitarristas mejores que yo así que la banda tiene que permanecer para siempre, porque saben que **"el rock nunca muere"** para toda la banda que siempre nos apoyo muchas gracias los llevo en mi corazón.

DEDICATORIA

A mis padres.

❖ SR. GAUDENCIO CHE MOO.

❖ SRA. ELODIA MOO TZEC.

Cuando nací tú fuiste un ser que a veces aparecía para aplaudir mis primeros logros. Cuando me iba haciendo mayor, tú fuiste una figura que me enseñaba la diferencia entre el mal y el bien. Durante mi adolescencia fuiste la autoridad que me ponía límites y apoyo a mis deseos. Ahora que soy mayor eres el mejor consejero y amigo que tengo. Gracias **papá** por el gran cariño que me tienes por tu confianza por tu amor eres el padre más perfecto del mundo, el mejor.

Tus brazos siempre se abren cuando necesito un abrazo, esos brazos que me cobijaron en la infancia. Tu corazón sabe comprender cuándo te necesito para contarte y platicarte de muchas cosas. Tus ojos sensibles se endurecen cuando necesito una lección tuya, muchas veces de esos ojos corren lagrimas que me dejan triste cuando te veo llorar por cada momento en que nos hemos separado. Tu cariño y tu amor me han dirigido por la vida y me han dado las alas que necesitaba para volar, gracias **mamita** por todo ese inmenso amor que me tienes.

Y en especial para ustedes les dedico este trabajo con mucho amor, nunca en mi vida los voy a olvidar. Por todos esos consejos, por todo el sacrificio que hicieron por mí y por todo lo que me han dado. Gracias por confiar y creer en mí.

A mis hermanos:

- ❖ **ERIK LIZANDRO CHE MOO.**
- ❖ **YONI MATILLAS CHE MOO.**
- ❖ **SANDI GABRIEL CHE MOO.**
- ❖ **MARIA SUEMI DEL SOCORRO CHE MOO.**
- ❖ **JOSE EZEQUIEL CHE MOO.**

Porque siempre seremos carnal de carnales, por su cariño, comprensión, confianza, comunicación y el lazo que nos une como hermanos, gracias a dios que me dio a estos hermanitos tan maravillosos, ustedes siempre están conmigo, por todos los momentos felices que hemos vivido juntos, por todos los logros que han tenido y por todos los sueños que cada uno hemos cumplido y por el gran sueño que tenemos en conjunto, ha llegado momentos en que los he extrañado mucho pero me siento muy feliz cuando pienso que ustedes están a mi lado y que cuento con ustedes, gracias a ustedes por darme inspiración y fuerzas para salir adelante y con todo mi corazón les dedico este trabajo.

A mis abuelos paternos.

- ❖ **+ Juan Che Canul.**
- ❖ **Maria Magdalena Moo Paredes**

Por todo el cuidado y cariño que me brindaron desde mi infancia para ti abuelita con todo cariño por la confianza que me tienes y el cariño que siempre nos das, para ti abuelito se que desde arriba me mandas palabras de aliento a pesar, de que conviví muy poco tiempo contigo, pero siempre te he recordado, se que tú fuiste un buen padre y muy buen abuelo por eso me siento orgulloso de ti, para los dos les dedico este trabajo.

A mis abuelos maternos:

❖ **Cesareo Moo Che.**

❖ **Socorro Tzec Pat.**

Ustedes son una pieza muy importante en mi vida, crecí al lado de ustedes y me inculcaron siempre ejemplos y consejos buenos, por ese gran cariño que me tienen, yo también los quiero mucho, gracias por formar parte de mi vida, gran parte de lo que soy ha sido gracias a ustedes, con todo cariño mis abuelitos les dedico este trabajo.

A mis tíos:

Eduviges - Serafina, Rosendo-Maria de Jesús, Nidia maria, por brindarme siempre su apoyo incondicional, por las palabras de aliento y por todos los buenos consejos que me han dado.

Rogelia-Vitaliano, Miriam-Rufino, Mirna-Isaias, Elena-Anas, Yeni Yazmin. Porque me han sabido orientar al camino del bien, desde mi niñez me han tomado de la mano y hasta ahora seguimos muy unidos, gracias por todo el cariño que me tienen lo quiero mucho y siempre van a ocupar un lugar en mi corazón.

A mis primos:

José Nelson, Jorge Martin, Marcos, Estefanía, Manuel, Eliar, Maria, Leticia, por todos los momentos que hemos convivido, por todo lo que nos ha pasado siempre caminaremos juntos. Especialmente a ti Nelson que eres como un hermano y amigo del alma siempre cuento contigo tenemos mucho en común, hemos logrado un sueño que teníamos desde niños pero aspiramos a otro mas grande siempre se puede y eso tú lo sabes, eres una persona con mucha inteligencia y puedes llegar a

hacer muchas cosas me da mucho gusto compartir los planes contigo, échale ganas primo cuentas conmigo.

Sandra, Nancy, Martita, Carolina, Cristina, Nely, Juanito, chucho, Elena, Oyuki, yorch. Siempre los he llevado en mi mente y en mi corazón, por todos los momentos de alegría, cuando nos reimos a carcajadas y por el cariño que todos nos tenemos. échenle muchas ganas a la escuela, gracias a dios porque tenemos una familia muy unida y debemos valorar eso, ojala y nunca se deshaga nuestra familia gracias a todos.

INDICE DE CONTENIDO

	Página.
AGRADECIMIENTOS	III
DEDICATORIAS	IV
INDICE	VI
INDICE DE CUADROS	VIII
INDICE DE FIGURAS	XV
INTRODUCCION	1
OBJETIVO	1
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Importancia de las plagas de granos y productos almacenados.....	3
Origen y evolución de los insectos de almacén.....	3
Infestaciones de granos.....	3
Clasificación y distribución de plagas.....	4
Picudo del maíz <i>Sitophilus zeamais</i> . Motschulsky.....	5
Origen y distribución.....	5
Clasificación taxonómica.....	5
Descripción morfológica.....	6
Ciclo de vida.....	6
Biología y hábitos.....	6
MÉTODOS DE CONTROL	8
Control biológico.....	8
Control autocida.....	8
Control cultural.....	8
Control genético.....	8
Control químico.....	9
Fumigantes.....	9

EXTRACTOS VEGETALES.....	10
Importancia de los extractos.....	10
Tipos de extractos vegetales.....	11
Pirul (<i>Schinus molle</i>).....	12
Nombres comunes en México.....	12
Origen.....	12
Clasificación Taxonómica.....	12
Características morfológicas.....	13
Propiedades químicas.....	13
Importancia.....	14
Usos.....	14
Estudios científicos.....	15
Actividad antifúngica y antibacterial.....	15
Actividad insecticida.....	16
Solventes.....	16
Benceno.....	17
Metanol.....	18
Éter.....	19
Hexano.....	20
MATERIALES Y METODOS.....	21
Ubicación del experimento.....	21
Colecta de material.....	21
Incremento de colonias de <i>Sitophilus zeamais</i>	22
Bioensayo.....	22
Técnica de película residual.....	22
Análisis estadístico.....	23

RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	24
Concentración letal.....	24
Valores de χ^2 , r^2 , G.L. y P.....	25
Líneas de respuesta Concentración-Mortalidad.....	27
Comparación de límites fiduciales (CL_{50}).....	29
CONCLUSIONES.....	31
LITERATURA CITADA.....	32
APENDICE.....	36

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1	Productos y solventes utilizados en el tratamiento de <i>S. zeamais</i> 21
2	CL ₅₀ , CL ₉₅ y límites fiduciales del extracto de pirul (raíz) a las 24, 48, 72 h sobre adultos de <i>Sitophilus zeamais</i> 24
3	CL ₅₀ , CL ₉₅ y límites fiduciales del extracto de pirul (Semilla) a las 24, 48, 72 h sobre adultos de <i>Sitophilus zeamais</i> 24
4	CL ₅₀ , CL ₉₅ y límites fiduciales del extracto de pirul (Semilla) a las 24, 48, 72 h sobre adultos de <i>Sitophilus zeamais</i> 25
5	Coeficientes de determinación (r^2), chi-cuadrada (χ^2) y probabilidad de ocurrencia del evento de los diferentes extractos a 48 hrs..... 26
6	Coeficientes de determinación (r^2), chi-cuadrada (χ^2) y probabilidad de ocurrencia del evento de los diferentes extractos a 72 hrs..... 27

INDICE DE FIGURAS

Figura.		Página
1	Estructura del benceno.....	17
2	Estructura del metanol.....	18
3	Estructura del éter.....	19
4	Líneas de respuesta concentración-mortalidad del extracto de raíz sobre adultos de <i>S. zeamais</i> a 48 y 72 hrs de exposición.....	27
5	Líneas de respuesta concentración-mortalidad del extracto de semilla sobre adultos de <i>S. zeamais</i> a 48 y 72 hrs de exposición.....	28
6	Líneas de respuesta concentración-mortalidad de extracto de tallo sobre adultos de <i>S. zeamais</i> a 72 h de exposición.....	29
7	Límites fiduciales obtenidos a nivel de CL ₅₀ de <i>Sitophilus zeamais</i> a 48 h de exposición a los extractos de raíz y semilla.....	29
8	Representación grafica de límites fiduciales obtenidos a nivel de CL ₅₀ de <i>Sitophilus zeamais</i> a 72 h de exposición a los extractos de raíz, semilla, tallo.....	30

APENDICE.

Cuadro		Página
A1	Respuesta de <i>Sitophilus zeamais</i> al extracto de pirul (raíz) a 24 h de exposición.....	36
A2	Respuesta de <i>Sitophilus zeamais</i> al extracto de pirul (raíz) a las 48 hrs de exposición.....	36
A3	Respuesta de <i>Sitophilus zeamais</i> (raíz) a las 72 h de exposición.....	37
A4	Respuesta de <i>sitophilus zeamais</i> (hoja) al extracto de pirul 24 h de exposición.....	38
A5	Respuesta de <i>Sitophilus zeamais</i> (hoja) al extracto de pirul a las 48 h de exposición.....	38
A6	Respuesta de <i>Sitophilus zeamais</i> (hoja) a las 72 h de exposición.....	39

A7	Respuesta de <i>Sitophilus zeamais</i> (semilla) al extracto de pirul 24 h de exposición.....	40
A8	Respuesta de <i>Sithophilus zeamais</i> (semilla) al extracto de pirul a las 48 h de exposición.....	40
A9	Respuesta de <i>Sithophilus zeamais</i> (semilla) a las 72 h de exposición.....	41
A10	Respuesta de <i>Sithophilus zeamais</i> (tallo) al extracto de pirul 24 h de exposición.....	42
A11	Respuesta de <i>Sithophilus zeamais</i> (tallo) al extracto de pirul a las 48 h de exposición.....	42
A12	Respuesta de <i>Sithophilus zeamais</i> (tallo) a la 72 h exposición.....	43

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*. L) es uno de los cultivos básicos más importantes en nuestro país y para gran parte de la humanidad ya que constituye la base de la alimentación.

En el año 2007, se tuvo una producción mundial de 638 millones de toneladas de maíz (FAO 2007), en donde nuestro país aporta 22.7 millones de toneladas por año (SIAP/SAGARPA 2007); de lo anterior se tienen pérdidas de semillas cuando esta es almacenada, principalmente por insectos, los cuales en muchos casos, se constituyen como el principal factor limitante para la conservación de granos de semillas y que ocasiona grandes pérdidas económicas al productor.

Entre el 30 y 40% de la producción de maíz en América Latina, se pierde en almacenamiento (Lagunes, 1994). Una de las causas son las plagas de los granos almacenados y en México la de mayor relevancia es el gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky, Coleoptera: Curculionidae), el cual ataca tanto en el campo como durante el almacenamiento (Lagunes *et al.* 1985).

Debido a que el uso de plaguicidas en la actualidad es el método de control más común para contrarrestar las plagas de granos almacenados, esto ha ocasionado el desarrollo de resistencia de algunas de estas plagas a los tóxicos utilizados para su combate, tanto a nivel nacional como a nivel mundial, a demás es necesario destacar que su aplicación indiscriminada puede ocasionar daños en el ambiente como; deterioro de la fauna y flora silvestre, contaminación del suelo, de mantos freáticos, salud humana al causar efectos nocivos como intoxicaciones que pueden presentarse a mediano y a largo plazo, como carcinogénesis, esterilidad, muta génesis y otros (Takuyaki y Leonard, 1993).

En países en vías de desarrollo, los pesticidas envenenan a las personas al igual que animales e insectos. Se estima que en 85 países en vías de desarrollo que recurren al uso de químicos, sufren entre 10,000 y 40, 000 pérdidas de vidas anuales a causa de intoxicaciones y alrededor de un millón de casos de envenenamiento (COPESA, 2004).

Por todo esto, en nuestro país se debe impulsar mas el sistema de manejo integrado de plagas, el cual consiste en el uso de dos o más métodos de control como son: el genético, el biológico, el legal, el cultural y el químico, para reducir problemas en el hombre y eficientar el control de plagas y enfermedades (CICOPLAFEST, 1994).

Las plantas con propiedades insecticidas se han usado por cientos de años pero con la aparición de los insecticidas sintéticos su uso fue disminuyendo. Este método de control está teniendo mayor importancia nuevamente y no se limita únicamente al uso del piretro (*Tanacetum cineracifolium*), tabaco (*Nicotiana tabacum*) y rotenona (*Derris* spp). En América Latina y otros lugares del mundo, hay grupos de investigadores trabajando en la búsqueda de nuevas plantas con propiedades insecticidas (Silva *et al.* 2002). Por lo anterior mencionado y en busca de nuevas alternativas de control se plantea el siguiente objetivo; Determinar el control de *S. zeamais* con diferentes extractos de *Schinus molle*.

PALABRAS CLAVES: Gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), extractos de pirul(*Schinus molle*), solventes, CL₅₀, CL₉₅

LITERATURA REVISADA.

Importancia de las plagas de granos y productos almacenados.

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

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 a almacenar regularmente cereales en el octavo milenio acá Se asume que las especies conocidas hoy como plagas de almacen fueron desarrolladas primeramente en hábitats naturales y despues se trasladaron o fueron trasladadas a los lugares de almacenaje, ya que éstos les proporcionaban condiciones adecuadas para su desarrollo (Salomon, 1965). Algunas especies de insectos actualmente asociados con los productos almacenados han sido encontrados en tumbas del antiguo Egipto; insectos como *Tribolium spp.* Y *Sitophilus granarius* alrededor del 2300 a 2500 a.C. respectivamente (Chaddick y Leek, 1972).

Infestación de Granos.

Existen diferentes formas de ser infestados los granos; la mayoría de las veces la infestación ocurre en el campo, al ser atacado el grano antes de la cosecha (Ramírez, 1996). En otras ocasiones los insectos son capaces de volar a ciertas distancias desde el campo hasta el almacenaje de grano y viceversa (Williams y Floyd, 1990).

Otra causa de infestación por insectos es cuando permanecen granos o desperdicios infestados de un año otro en los mismos almacenes, lo que ocasiona

que al momento de almacenar el grano nuevo en esos lugares se presente fácilmente una infestación. (Pérez, 1988).

Clasificación y Distribución de las plagas.

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

Plagas primarias, son insectos que tienen la capacidad de romper la cubierta externa de los granos y penetrarlos o también pueden ovipositar sobre el grano y al emerger la larva ésta perfora y se alimenta de la semilla como son; *Sitophilus zeamais* Mitchulsky (L), *Sitophilus orizae* (L), *Sitophilus granarius* (L), *Acanthoscelides obtectus* (Say), *Zabrotes subfasciatus* (Bohemian), *Prostephanus truncatus* (Horn), *Rhyzopertha dominica* (F), *Plodia interpunctella* (Hubber) (Gutiérrez, 1992).

Plagas secundarias, son insectos que se desarrollan después de existir el daño en el grano por plagas primarias, normalmente se alimentan de harina y granos rotos y/o perforados por plagas primarias. como son; *Tribolium castaneum* (Herbst), *Tribolium confusum* (Duval), *Orizaephillus surinamensis* (L), *Cryptolestes pusillus* (Schonherr) (Gutiérrez, 1992).

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

Por lo tanto se considera a *Sitophilus zeamais* como una plaga primaria (Ramírez, 1990)

Gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky.

Origen y distribución.

Existe confusión en cuanto al origen de este insecto, se cree que es originario de la India, lugar del cual se fue distribuyendo en todo el mundo convirtiéndose en insecto cosmopolita (Metcalf y Flint, 1982). Se ha registrado su presencia en Asia Oriental, Península Arábiga, en las zonas productoras de maíz de África, Argentina, en los estados del sur de Estados Unidos. En Australia fue reportado por Champ y Cribb (1965), en Japón fue reportado por Kiritani (1965) en Texas, Estados Unidos, por Morrison (1964) y en Yugoslavia por Maceljski y Korunic (1973).

García (1992) reporta que en términos generales *S. zeamais*, *Sitotroga cerealella* y *Tribolium castaneum* son actualmente las tres plagas más importantes de los granos y productos almacenados en México

Clasificación taxonómica

Reino: Animal

Phylum: Artropoda.

Clase: Insecta.

Subclase: Pterigota.

Orden: Coleóptero.

Suborden: Polyphaga.

Super familia: Curculionoidea.

Familia: Curculionidae.

Subfamilia: Rhynchophorinae.

Género: *Sitophilus*.

Especie: *S. zeamais*

Descripción morfológica

El gorgojo del maíz (*S. zeamais*) es de metamorfosis completa, comprende cuatro etapas de desarrollo que van desde huevecillo, larva, pupa hasta llegar a adulto.

Ciclo de vida.

Pasa por cuatro estadios, el huevecillo rara vez se observa ya que se desarrolla en el interior del grano infestado donde se alimenta, es en forma de pera u ovoide de un color blanco opaco, ensanchado de la parte media hacia abajo y con todo redondeado, mide aproximadamente 0.7 mm de largo y 0.3 mm de ancho. La larva es blanca aperlada de cuerpo grueso, con cabeza pequeña café claro, sin patas, posteriormente pasa a fase de pupa; la cual es de color blanco pálido al inicio hasta tornarse a color café claro al final, mide de 2.75 mm a 3 mm, presenta proboscis larga dirigida hacia la parte anterior y las patas dobladas hacia la parte anterior y las patas dobladas hacia el cuerpo. El adulto mide de 2.5 mm a 4.5 mm de longitud, es de color café oscuro, cuerpo cilíndrico y alargado, cabeza prolongada en un pico o proboscis curva y delgada, antenas acodadas y de 8 segmentos, alas funcionales, el protórax densamente marcado con punturas del pronoto son más de 20 a lo largo de la línea media del cuello al escutelum (Boudreaux, 1969; Pérez, 1988; Ramírez, 1990; García 1992).

Biología y Hábitos.

La hembra perfora el grano con su aparato bucal y oviposita individualmente los huevecillos dentro del grano y posteriormente lo cubre con una sustancia gelatinosa, una hembra oviposita de 200 a 500 huevecillos durante todo su periodo de vida, dependiendo de la temperatura los huevecillos eclosionan entre los 3 y 5 , emergen y completan su desarrollo, la larva pasa por cuatro estadios utiliza mezcla de desechos y secreciones para construir la celda pupal, donde se tarda de 3 a 6 días dependiendo del medio ambiente, al emerger el adulto es sexualmente maduro al término de ocho a diez días permanece dentro del grano varios días antes de dejarlo (Pérez, 1998; García, 1992).

Bajo condiciones de laboratorio la temperatura es uno de los factores que afecta el desarrollo de este insecto el rango de temperatura para su desarrollo es entre 26 a 30 °C su ciclo de vida dura de 30 a 42 días bajo condiciones favorables (Sedlacek et al, 1991).

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

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

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

Métodos de control

Existen varios métodos para combatir las plagas de almacén entre ellos están:

Control biológico.

Brower (1996) menciona una amplia gama de depredadores atacan a las plagas de granos almacenados. Las familias más importantes son coleópteros depredadores son: Carabidae, Staphylinidae e Histeridae pero los depredadores más comunes encontrados son las chinches de la familia Anthrenidae y específicamente *Xylocoris flaviceps*.

Existen parasitoides que atacan al género *Sitophilus* entre ellos se encuentran algunas especies pertenecientes a la familia Pteromalidae (Orden: Hymenoptera) como son: *Anisopteromalus calandrae* Howard, *Chaetospila elegans* Westwood y *Lariphagus distinguendus* Foerster. Sin embargo no son agentes de control biológico efectivo ya que su ciclo de vida es más corto que el de sus hospedantes y tienen baja capacidad reproductiva.

En México Ramírez *et al.* (1993) reportan tres depredadores que son: *Cephalonomia tarsalis*, *Teretriosoma nigrescens* y *Xylocoris flavipes*.

Control autocida

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

Control cultural.

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

Control genético.

El uso de materiales genéticamente en nuestro país, se busca que el maíz sea resistente al ataque de plagas. Se descubrió tres nuevos tipos de plantas resistentes al gorgojo del maíz (*S. zeamais*), donde se ha encontrado que el ácido fenolito endurece las capas externas del núcleo, haciendo menos apetecible para el gorgojo

del maíz, ya que estas sustancias atacan a los carbohidratos de la membrana celular uso con otros, consolidando el tejido fino y proporcionando así una primera capa de defensa. (CIMMYT, 1998).

Control químico

En la actualidad el uso de productos químicos para controlar plagas de granos almacenados ha progresado desde el uso de productos inorgánicos de principio de siglo a la aparición y uso de un gran número de compuestos orgánicos altamente efectivos (Bond, 1973).

En 1958 en los E.U.A. por primera vez es utilizado el malathion para controlar plagas de productos almacenados iniciándose así una era de combate efectivo contra estas plagas y aún en nuestros días el malathion es uno de los productos más utilizados (Dyte y Blackman, 1972; Haliscak y Beeman, 1983).

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

Insecticidas Organofosforados: Dentro de este grupo está el malathion, el piriclorvos metílico, diclorvos (DDVP) este último es para control de plagas granos, estos pertenecen al orden Lepidóptera. A este mismo grupo pertenece el fenitrothion utilizado para tratamiento de estructuras y pisos.

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

Fumigantes

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

Extractos vegetales

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

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

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

El uso de plantas con propiedades insecticidas es una técnica ancestral usada en África y América Central por cientos de años, pero con la aparición de los insecticidas sintéticos su empleo ha sido discontinuado (Bisset 2002; Iannaccone &

Lamas 2003a), pero en los últimos años está teniendo nuevamente mayor importancia (Lagunes *et al.* 1985).

La mayoría de las especies de vegetales que se utilizan en la protección vegetal, muestran un efecto insectistático más que insecticida (Silva *et al.* 2002). Es decir, inhiben el desarrollo normal de los insectos al actuar como repelentes, disuasivos de la alimentación u ovipostura, confusores o disruptores y reguladores de crecimiento (Metcalf y Metcalf, 1992; Coats, 1999)

Tipos de extractos vegetales.

Purín fermentado: las partes de las plantas son encerradas en bolsas permeables y colocadas en un recipiente con agua. Se cubre el recipiente pero permitiendo que el aire circule, se 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 y se deja en reposo 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.

Pirul (*Schinus molle*).

Nombres Comunes en México.

Árbol del Perú, Pirwi, Tsactumi, Tzactumi, Tzantuni (Rep. Mex.); Pirú, Pirul (Valle de México); Xasa, Xaza (l. Otomí); aguaribay. Peloncuáhuatl (l. Náhuatl); Yagacica, Yaga-lache (l. zapoteca, Oax.)

Origen.

Schinus molle L. vulgarmente conocido como pirul es una especie americana nativa de Sudamérica (Heywood, 1993) perteneciente a la Familia Anacardiaceae (CABRERA *et al.*, 1965), naturalizada en países tropicales y subtropicales y representada en Sudamérica, África y Malasia. Unos pocos géneros son nativos de Norteamérica templada y Eurasia (Heywood, 1993). Su rango de distribución en América del Sur abarca: Ecuador, Paraguay, Perú, Sur de Brasil, Chile, Uruguay y Argentina (Tortorelli, 1956).

Clasificación Taxonómica.

Reino. Plantae

Phyllum. Spermatophyta

Subphyllum. Magnoliophytina

Clase. Magnoliopsida

Subclase. Rosidas

Orden. Sapindales

Familia. Anacardiaceas

Genero. *Schinus*

Especie. *S. molle*.

Características morfológicas

Árbol perennifolio, de 4 a 8 m (hasta 15 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 25 a 35 cm copa redondeada y abierta, proporcionando sombra moderada. Hojas compuestas, alternas, de 15 a 30 cm de largo, colgantes, con savia lechosa; imparipinnadas de 15 a 41 folíolos, generalmente apareados, de 0.85 a 5 cm de largo, estrechamente lanceolados, color verde amarillento. Tronco nudoso, ramas flexibles, colgantes y abiertas, corteza rugosa, fisurada, color marrón oscuro con madera dura y compacta. Tiene panículas axilares en las hojas terminales, de 10 a 15 cm de largo, flores muy pequeñas y numerosas, de color amarillento, miden 6 mm transversalmente, drupas en racimos colgantes, cada fruto de 5 a 9 mm de diámetro, rosados o rojizos, con exocarpo oriáceo, lustroso, seco en la madurez, mesocarpio delgado y resinoso, cada fruto contiene una o dos semillas. Las semillas poseen un embrión bien diferenciado que llena toda la cavidad; la testa y el endospermo son delgados, el mesocarpo forma parte de la unidad de dispersión, posee un sistema radical extendido y superficial y es de sexualidad monoica.

Propiedades químicas.

El análisis fitoquímico del *S. molle* revela que la planta contiene taninos, alcaloides, flavonoides, saponinas esteroideas, esteroides, terpenos, gomas, resinas y aceites esenciales. Estos últimos son productos volátiles de composición química compleja, constituidos por veinte o más compuestos cuyos puntos de ebullición oscilan entre 150° y 300°C; se caracterizan fundamentalmente por impresionar agradablemente al olfato y al gusto, porque son mezclas de distintas sustancias olorosas pudiendo predominar el aroma de uno de sus compuestos (aunque no sea el más abundante) o bien puede estar constituido por la mezcla de los compuestos presentes (Yelasco -Neguera, 1995). Los aceites esenciales presentes en las hojas, corteza y fruto del *aguaribay* son una rica fuente de triterpenos, sesquiterpenos y monoterpenos. Las hojas contienen hasta un 2% de aceites esenciales (Kramer, 1957). Los terpenoides son los compuestos que se encuentran en mayor cantidad y la actividad insecticida se debe principalmente a dos compuestos: el cis-menth-2-en-1-ol y el trans-piperitol (Wimalaratn et al., 1996), el fruto puede contener hasta un 5%

de aceites esenciales además de la presencia de: α -pineno, β -pineno, piperina, (+)-limoneno, piperitona, carvacrol, mirceno, β -espatuleno y β -felandreno, entre otros compuestos (Aengual, 1980; Bruneton, 1991; Wimalaratne *et al.*, 1996).

Importancia

Usos

Todas las partes del pirul han sido usadas medicinalmente, incluyendo sus hojas, corteza, frutos, semillas, resina y óleoresina o bálsamo. Históricamente ha sido usado por algunos indios chilenos para ofrecerlos a sus ídolos y fabricar vinos. Los frutos han sido usados en jarabes, vinagre y brebajes en el Perú.

En África son secados y usados como sustituto (condimento y/o adulterante) de la pimienta (Duke, 1985); el té de hoja sirve para tratar el resfrío y el vapor de la cocción de las mismas es inhalado para tratar la hipertensión, depresión y arritmias (Bhats y Jacobs, 1995). El árbol produce también una resina gomosa del tipo del lentisco (Heywood, 1993).

El pirul tiene una larga historia de usos a través de América del Sur y Central, siendo utilizado como: astringente, balsámico, colirio, diurético, purgativo, estomático, tónico, antiviral y vulnerario (Duke, 1985). En el Perú, la savia es usada como purgativo y diurético (Kramer, 1957); la planta es aplicada externamente como antiséptico y para tratar las fracturas y la óleoresina es usada como un cicatrizante para el dolor de muelas e internamente para el reumatismo (Yelasco-Neguerela, 1995).

En el Amazonas, el té de la corteza tiene efecto purgativo (Burkill, 1966), estimulante y antidepresivo (Yelasco-Neguerela, 1995). En Argentina, la cocción de las hojas secas es usada para tratar los desórdenes menstruales (Yelasco-Neguerela, 1995) y para las infecciones del tracto respiratorio y urinario (Perez y Anesini, 1994) aunque también se la cultiva con fines ornamentales siendo una de las especies indígenas más usadas en las barreras rompeviento (Tortorelli, 1956).

Estudios científicos

Por otra parte se han llevado a cabo estudios con animales: los extractos de frutos y de hojas se usaron en ratas anestesiadas observándose que poseen actividad hipotensiva, ya que la presión arterial media disminuyó significativamente por la administración endovenosa de los extractos del pirul inhibiendo los efectos de la noradrenalina en la presión arterial (Bello *et al*, 1996). Recientemente, los extractos de hojas demostraron tener actividad analgésica, depresora del Sistema Nervioso Central y toxicidad aguda en ratas (Barrachina *et al.*, 1997).

Olafson *et al.* en 1997 analizaron la posible actividad del *S. molle* como inhibitorio de la "enzima convertidora de la angiotensina" (ACE), y observaron que el extracto acuoso de los frutos produce una breve vasoconstricción inicial, seguida de vasodilatación en perros tratados. Los experimentos de perfusión realizados sobre la región o miembro posterior de los perros sugieren una acción directa de estos extractos en la musculatura de los vasos sanguíneos y en conejos provoca la depresión del corazón.

Actividad anti fúngica y antibacterial.

También se han evaluado los efectos antibacterianos y antifúngicos de los aceites obtenidos de hojas frescas del *aguaribay* aislados por hidrodestilación obteniendo actividad en contra de las siguientes especies bacterianas: *Klebsiella pneumoniae*, *Alcaligenes faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Leuconostoc cremoris*, *Enterobacter aerogenes*, *Proteus vulgaris*, *Echerichia coli* y *Bacillus subtilis*, entre otras.

Las especies fúngicas *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus parasiticus*, *Fusarium culmorum* y *Alternaria alternata* exhibieron una sensibilidad significativa a los aceites volátiles del *S. molle* (Yelasco, 1995).

Actividad insecticida.

En Etiopía los aceites esenciales de las hojas del *aguaribay* fueron evaluados para el control de *Musca domestica* Linnaeus y mostraron tener actividad antialimentaria y/o repelente. En consecuencia, algunos pobladores rurales adornan sus cabezas con ramas y hojas para repelerlas. Las hojas del *aguaribay* son desplegadas en las mesas a la hora de comer y ocasionalmente en los mataderos y áreas de procesamiento de carne. Varios investigadores han identificado algunos constituyentes químicos volátiles del pirul (Wimalaratne *et al.*, 1996).

Se ha utilizado en el control de plagas agrícolas en varias localidades del Perú (Rodríguez y Egúsqiza, 1996); estos autores evaluaron el efecto insecticida sobre la mortalidad larval de la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* Zeller.

Por su parte Steinbauer (1995) reporte el aceite esencial extraído de semillas de *S. molle* fue analizado para la actividad insecticida contra el adulto de *drosophila melanogaster*, la mortalidad mostrada fue de 75.0 a 100 % en todas las concentraciones evaluadas (0.025-0.005 mL).

Solventes

Los solventes son compuestos orgánicos basados en el elemento químico Carbono. Ellos producen efectos similares a los del alcohol o los anestésicos. Estos efectos se producen a través de la inhalación de sus vapores.

Algunos de ellos tienen aplicaciones industriales como los pegamentos, pinturas, barnices y fluidos de limpieza. Otros son utilizados como gases en aerosoles, extinguidores de fuego o encendedores para cigarrillos. Estas sustancias que expelen vapores a temperatura ambiente (solventes volátiles como la nafta o la acetona) o que son en sí mismas gases (butano, propano) pueden ser inhalados a través de la boca o nariz generando un efecto psicoactivo. Para este trabajo utilizamos estas sustancias como disolventes para extraer el extracto del árbol de pirul (*S. moolikk*)

Benceno.

El benceno es un hidrocarburo poliinsaturado de fórmula molecular C_6H_6 , con forma de anillo y puede considerarse una forma poliinsaturada del ciclohexano (Figura 1). En el benceno cada átomo de carbono ocupa el vértice de un hexágono regular, ocupa dos valencias con los dos átomos de carbonos adyacentes, una tercera valencia con un átomo de hidrógeno y la cuarta denominada 'oculta' dirigiéndola hacia el centro del anillo hexagonal formada en algunos casos de carbono y en otros de alguna base nitrogenada. Cada átomo de carbono comparte su electrón libre con toda la molécula (según la teoría de orbitales moleculares), de modo que la estructura molecular adquiere una gran estabilidad y elasticidad.

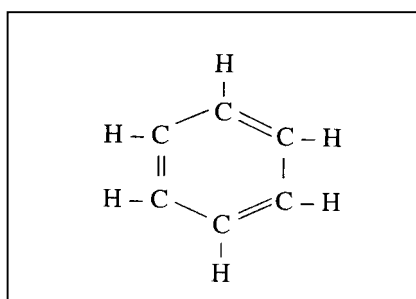


Figura 1.- Estructura del benceno

El benceno es un líquido incoloro de aroma dulce y sabor ligeramente amargo, similar al de la hiel. Se evapora al aire rápidamente y es poco soluble en agua. Es sumamente inflamable, volátil y se forma tanto en procesos naturales como en actividades humanas.

El benceno se usa en grandes cantidades en los Estados Unidos y Bolivia. Se encuentra en la lista de los 20 productos químicos de mayor volumen de producción. Algunas industrias usan el benceno como punto de partida para manufacturar otros productos químicos usados en la fabricación de plásticos, resinas, nilón y fibras sintéticas como lo es el kevlar y en ciertos polimeros. También se usa benceno para hacer ciertos tipos de gomas, lubricantes, tinturas, detergentes, medicamentos y pesticidas. Los volcanes e incendios forestales constituyen fuentes naturales de benceno. El benceno es también un componente natural del petróleo crudo, gasolina y humo de cigarrillo.

Metanol.

El compuesto químico metanol (Figura 2), también conocido como alcohol metílico o alcohol de madera, es el alcohol más sencillo. Es un líquido ligero, incoloro, inflamable y tóxico que se emplea como anticongelante, disolvente y combustible. Su fórmula química es CH_3OH .

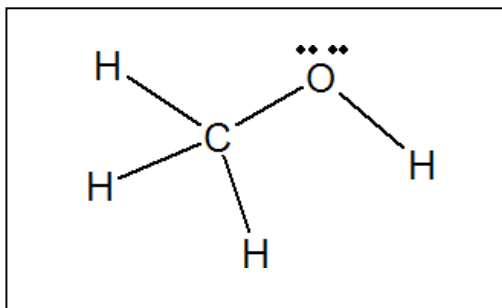


Figura 2.- Estructura del metanol

El metanol tiene varios usos. Es un disolvente industrial y se emplea como materia prima en la fabricación de formaldehído. El metanol también se emplea como anticongelante en vehículos, combustible de bombonas de camping-gas, disolvente de tintas, tintes, resinas y adhesivos. El metanol puede ser también añadido al etanol para hacer que éste no sea apto para el consumo humano (el metanol es altamente tóxico).

Éter

En química orgánica y bioquímica, un éter es un grupo funcional del tipo R-O-R', en donde R y R' son grupos que contienen átomos de carbono, estando el átomo de oxígeno unido (Figura 3):

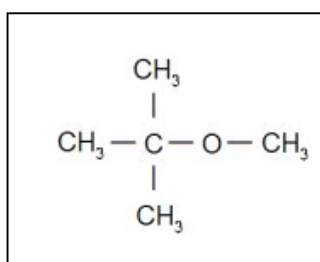
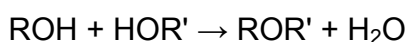


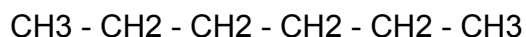
Figura 3.- Estructura del eter

Al igual que los ésteres, forman puentes de hidrógeno. Presentan una alta hidrofobicidad, y no tienden a ser hidrolizados. Los éteres suelen ser utilizados como disolventes orgánicos.

Suelen ser bastante estables, no reaccionan fácilmente, y es difícil que se rompa el enlace carbono-oxígeno. Normalmente se emplea, para romperlo, un ácido fuerte como el ácido yodhídrico, calentando, obteniéndose dos halogenuros, o un alcohol y un halogenuro. Una excepción son los oxiranos (o epóxidos), en donde el éter forma parte de un ciclo de tres átomos, muy tensionado, por lo que reacciona fácilmente de distintas formas.

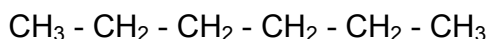
Hexano.

El hexano es un hidrocarburo alifático alcano con seis átomos de carbono. Su forma química es: C_6H_{14} .



Hexano

Existen varios isómeros de esta sustancia, siendo la más conocida e importante la del *n*-hexano:



Otros isómeros son: 2-metilpentano (o isohexano), 3-metilpentano, 2,2-dimetilbutano (o neohexano) y 2,3-dimetilbutano.

Se trata de un líquido incoloro, fácilmente inflamable y con un olor característico a disolvente. Es casi inmisible con el agua pero se mezcla bien con los disolventes orgánicos apolares como el alcohol, el éter o el benceno.

El hexano y sus isómeros forman parte de varios petróleos y se obtiene de ellos mediante destilación fraccionada. A menudo no hace falta separar el *n*-hexano si no se emplea directamente la mezcla obtenida cuyo intervalo de ebullición coincide aproximadamente con el punto de ebullición del hexano.

El hexano se utiliza como disolvente para algunas pinturas y procesos químicos. También fue muy utilizado en la industria del calzado y la marroquinería, aunque su uso en industrias controladas está más restringido. Y se utiliza industrialmente para la extracción de aceites comestibles.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento.

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Toxicología del Departamento de Parasitología Agrícola, de la Universidad Autónoma agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Colecta de material Vegetal.

Se realizaron 4 extractos de diferentes partes de la planta de *Schinus molle*, utilizando diferente solvente (Cuadro 1). El material vegetativo se colectó dentro de las instalaciones de la Universidad, posteriormente se trasladó al laboratorio de Toxicología para licuar el material con el solvente señalado y se deposito en matraces de 1L los cuales se cubrieron con papel aluminio para evitar la degradación de los principios activos, se mantuvieron en agitación constante/3 días, posteriormente con la ayuda de un rotavapor BUCHI se llevó a cabo la separación del solvente-extracto, el cual se dejo semilíquido para un mejor manejo y se colocaron en recipientes de vidrio los cuales se cubrieron con papel aluminio para evitar la degradación de los principios activos por la luz y temperatura, por último el extracto obtenido se dejo en refrigeración a 4 °C para su mejor conservación.

Cuadro 1.- Productos y solventes utilizados en el tratamiento de *S. zeamais*.

PARTE VEGETAL	CANTIDAD MATERIAL (GRAMOS)	SOLVENTE	CANTIDAD SOLVENTE (LITROS)
RAIZ	500	Benceno	1
TALLO	500	Éter	1
HOJA	500	Metanol	1.3
SEMILLA	500	Hexano	1

Incremento de las colonias de *S. zeamais*

El incremento de insectos de *S. zeamais* se obtuvo de la colonia permanente del Laboratorio de Toxicología del Departamento de Parasitología la cual se tiene en una cámara de cría LAB-LINE a una temperatura de 30 ± 2 °C y a un fotoperiodo de 12:12, para el incremento de colonias se colocaron en frascos de vidrio de 2 L y se colocó el maíz a utilizar y posteriormente se depositaron los adultos, a los 5 días se retiraron los adultos para así tener insectos de la misma edad para la realización de los bioensayos.

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.

Para la obtención de las soluciones a diferentes concentraciones se partió de una solución madre a 100,000 ppm, que fue diluida en cuatro solventes cada uno con una parte vegetativa del árbol de pirul esto es para obtener las concentraciones deseadas.

Se prepararon las soluciones a diferentes concentraciones (2500, 5000, 10000, 15000, 20000) y posteriormente en frascos de vidrio de 100 mL (frasco Gerber) se depositó 1 mL de cada solución, teniendo 5 tratamientos y dos testigos uno absoluto y el otro con tween 20, con 3 repeticiones cada uno. Se depositaron 10 insectos por cada frasco.

Los conteos de mortalidad se realizaron a las 24, 48 y 72 horas. Se consideró como individuo muerto aquel que no presentara movilidad alguna al colocarlos en una placa metálica donde se les aplicaba calor, si los insectos presentaban alguna movilidad se tomaban como vivos. 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

Los resultados obtenidos de los bioensayos se pasaron al análisis probit, donde se obtuvo la ecuación de predicción, CL_{50} , CL_{95} , la línea de respuesta Concentración-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 DISCUSIONES

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los bioensayos realizados. Presentando el siguiente orden: Valores de CL_{50} , CL_{95} y límites fiduciales. Por último, se muestran las líneas de regresión concentración-mortalidad y tendencia.

Concentración letal

Con respecto a la concentración letal del extracto de raíz, se obtuvieron buenos resultados de las CL_{50} y CL_{95} con concentraciones de 2,126 y 8,026 ppm a las 72 hr, sobre adultos de *Sitophilus zeamais*, a las 24 hr de exposición no se obtuvo buen efecto de mortalidad. Para las 48 hr las CL_{50} y CL_{95} fueron muy altas (Cuadro 2).

Cuadro 2.- Concentraciones letales (CL_{50} , CL_{95}) y límites fiduciales del extracto de pirul (raíz) a las 24, 48, 72 h sobre adultos de *Sitophilus zeamais*.

Tiempo Exposición (h)	No Ind.	CL_{50}	Límites Fiduciales		CL_{95}
			Inferior	Superior	
24	210	0	0	0	0
48	210	12208	11725.5	12732.5	35908
72	210	2126	1621	2553	8026

En la concentración letal media del extracto de semilla, se obtuvo una CL_{50} baja de 2,374 ppm, no ocurrió lo mismo para las CL_{95} a las 72 h, a las 24 h no se obtuvo ningún efecto de mortalidad (Cuadro 3).

Cuadro 3.- Concentraciones letales (CL_{50} , CL_{95}) y límites fiduciales del extracto de pirul (Semilla) a las 24, 48, 72 h sobre adultos de *Sitophilus zeamais*.

Tiempo Exposición (h)	No Ind.	CL_{50}	Límites Fiduciales		CL_{95}
			Inferior	Superior	
24	210	0	0	0	0
48	210	17027	15425	19000.5	260716
72	210	2374	204.35	4275	22818

La concentración letal del extracto de tallo a las CL₅₀ y CL₉₅ se observaron valores muy altos en las CL₅₀ y CL₉₅ de 77,682 y 4, 107,781 ppm a las 72 h, mientras que a las 24, 48 h no presento ningún efecto sobre *S. zeamais*. (Cuadro 4).

Cuadro 4.- Concentraciones letales (CL₅₀, CL₉₅) y límites fiduciales del extracto de pirul (Tallo) a las 24, 48, 72 h sobre adultos de *Sitophilus zeamais*.

Tiempo Exposición (h)	No Ind.	CL ₅₀	Límites Fiduciales		CL ₉₅
			Inferior	Superior	
24	210	0	0	0	0
48	210	0	0	0	0
72	210	77682	34881	3938314	4107781

Como se puede observar el extracto de raíz y semilla a las 72 h muestra un comportamiento similar ya que los dos requieren de menos producto en las CL₅₀ y CL₉₅ de 2126 y 2374 ppm respectivamente, lo contrario a tallo en la cual las CL₅₀ y CL₉₅ son muy altas de 77682 y 4107781, para el caso de hoja no se observo ningún efecto de mortalidad a través del tiempo.

Parámetros de confianza

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

El cuadro 4 presenta los valores obtenidos para el coeficiente de determinación (r^2) nos indica la variación de estos que es de 0.86 y 0.93 lo que implica un excelente ajuste a obtener tendencia a la recta para el caso de raíz y semilla, ya que para tallo y hoja no se obtuvieron resultados de mortalidad.

Los valores de chi-cuadrada (X^2) nos indican que en general el ajuste para todos los extractos no fueron buenos ya que los valores son muy altos y pasan de cero no dándonos confiabilidad en los resultados, esto nos indica que los puntos de la mortalidad observada no son muy cercanos a la mortalidad estimada, para el caso de raíz y semilla, ya que para tallo y hoja no se obtuvieron resultados de mortalidad.

Los valores de probabilidad (P) son muy altos, lo que nos indica un alto nivel de confiabilidad; es decir, de cada 100 veces que se repita el experimento se tiene la seguridad de que en un 99 por ciento se obtendrán los resultados parecidos a los obtenidos en el presente trabajo (Cuadro 5).

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

Extracto	r^2	χ^2	Prob
Raíz	0,9374639	10.2	0.99
Semilla	0,86647646	16.93	0.99
Tallo	0	0	0.99
Hoja	0	0	0

El cuadro 6 presenta los valores obtenidos para el coeficiente de determinación (r^2) nos indica la variación de estos es de 0.70, 0.89 a 0.97 lo que implica un buen ajuste a obtener tendencia a la recta para el caso de raíz, semilla y tallo, para hoja no se obtuvieron resultados de mortalidad, para el caso de hoja no se obtuvieron resultados de mortalidad.

Los valores de chi-cuadrada (χ^2) nos indican el ajuste para los extractos no fueron que fue muy variado para el caso de raíz y tallo, se acercan a cero lo cual nos da mayor confiabilidad en los resultados ya que nos indica que los puntos de la mortalidad observada son muy cercanos a la mortalidad estimada, para el caso de semilla pasa de cero lo cual no nos da confiabilidad en los resultados y nos indica que los puntos de la mortalidad observada son muy lejanos a la mortalidad estimada, para el caso de hoja no se obtuvieron resultados de mortalidad.

Los valores de probabilidad (P) son muy altos, lo que nos indica un alto nivel de confiabilidad; es decir, de cada 100 veces que se repita el experimento se tiene la seguridad de que en un 99 por ciento sean los resultados parecidos a los obtenidos en el presente trabajo (cuadro 6).

Cuadro 6.-Coeficientes de determinación (r^2), chi-cuadrada (χ^2) y probabilidad de ocurrencia del evento de los diferentes extractos a 72 hrs. A las 24 horas ningún extracto tuvo mortalidad.

Extracto	r^2	χ^2	Prob
Raíz	0,7010458	0.0209	0.99
Semilla	0,89377982	1.38	0.99
Tallo	0,97852349	0.2	0.99
Hoja	0	0	

Líneas de respuesta concentración-mortalidad.

En la figura 4 se exponen las líneas de respuesta concentración-mortalidad, en referencia a la recta correspondiente al extracto de raíz de pirul (*S. molle*) a 48 y 72h (líneas 1 y 2) presentan una tendencia heterogénea de la población.

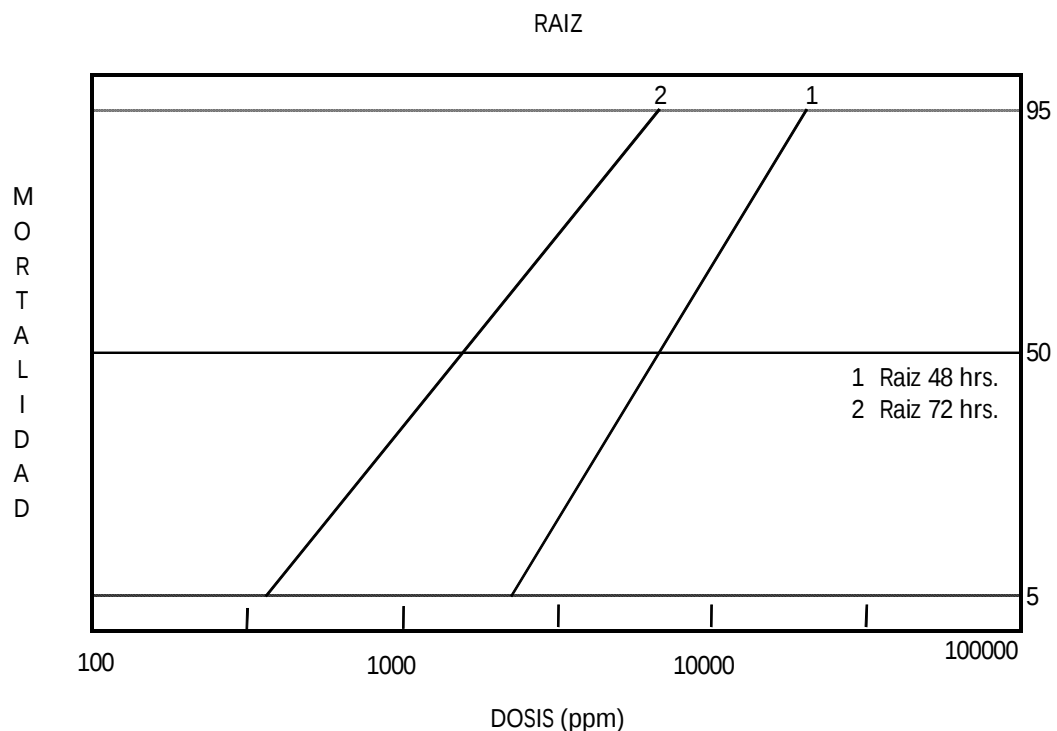


Figura 4.- Líneas de respuesta concentración-mortalidad del extracto de raíz sobre adultos de *S. zeamais* a 48 y 72 h de exposición.

En la figura 5 se expone la línea de respuesta concentración-mortalidad, en referencia a la recta correspondiente al extracto de semilla de pirul (*S. molle*) a las 48 y 72h (línea 1 y 2) tienen una tendencia heterogénea.

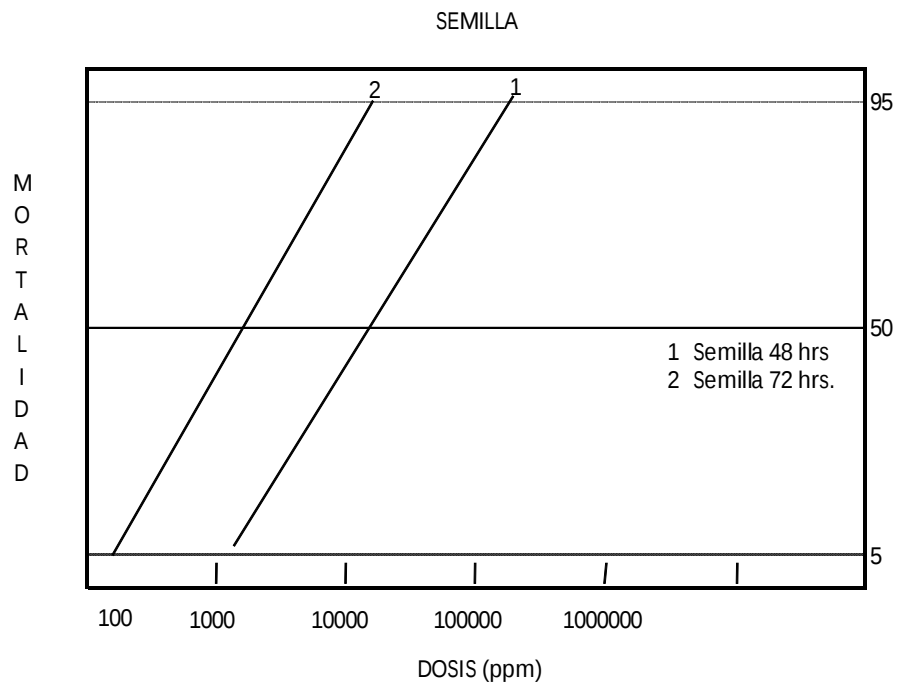


Figura 5.- Líneas de respuesta concentración-mortalidad del extracto de semilla sobre adultos de *S. zeamais* a 48 y 72 hrs de exposición.

En la figura 6 se muestra la línea de respuesta concentración-mortalidad, en referencia a la recta correspondiente al extracto de tallo de pirul (*S. molle*) a las 72 h muestra que en base a la respuesta de las línea 1 dosis-mortalidad de la población de *Sitophilus zeamais* tienen una tendencia heterogénea.

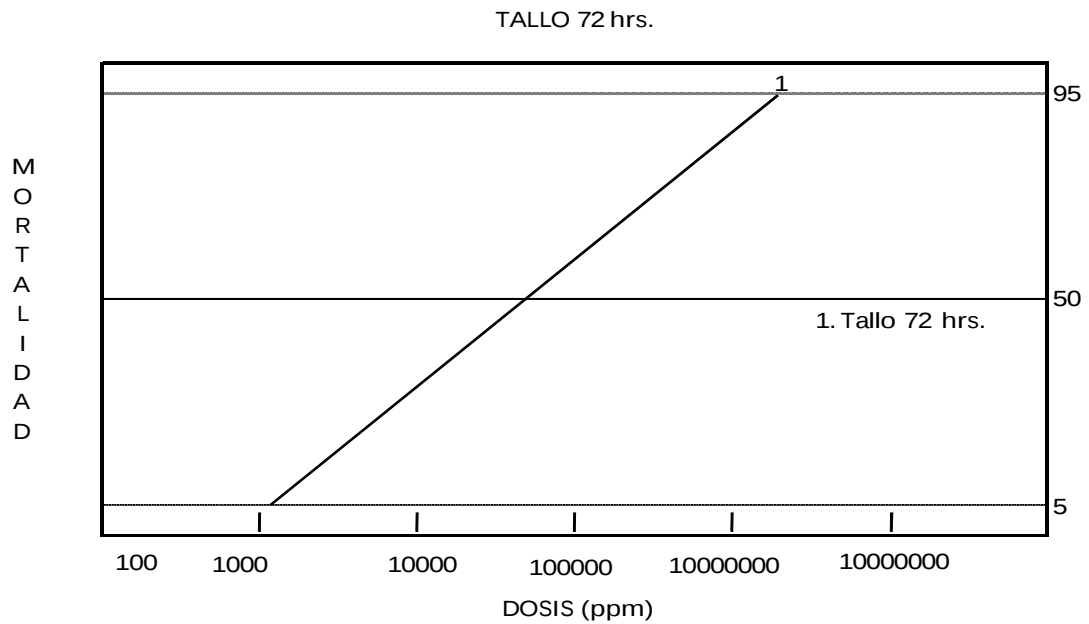


Figura 6.- Líneas de respuesta concentración-mortalidad de extracto de tallo sobre adultos de *S. zeamais* a 72 h de exposición.

Comparación de límites fiduciales (CL_{50})

En la figura 7 se comparan los límites fiduciales de extractos de raíz y semilla a 48 h de exposición. Como podemos observar los límites fiduciales del extracto de raíz no presenta traslape con el extracto de semilla lo que quiere decir que su comportamiento fue diferente entre ellos.

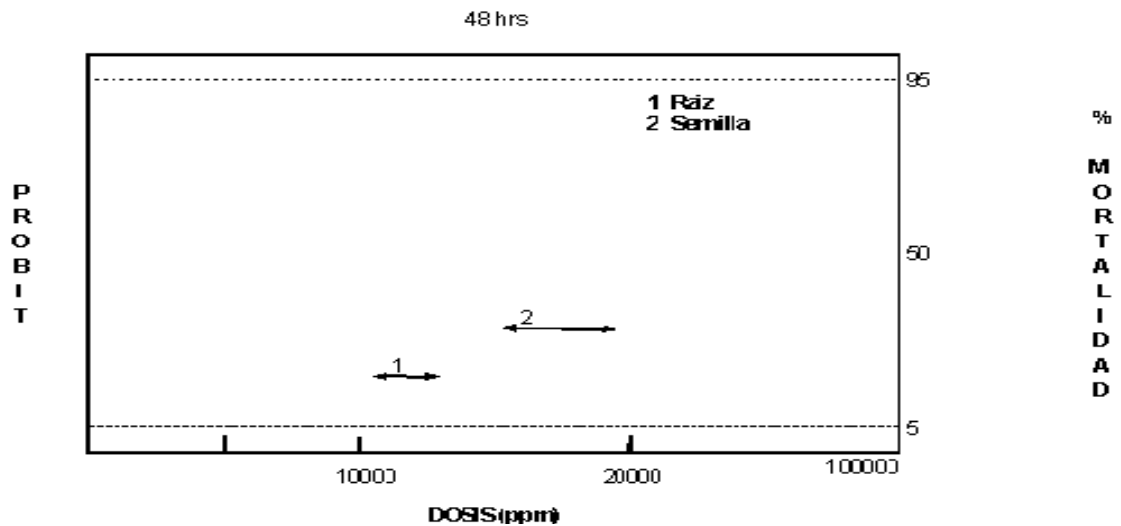


Figura 7. - Límites fiduciales obtenidos a nivel de CL_{50} de *Sitophilus zeamais* a 48 h de exposición a los extractos de raíz y semilla.

En la figura 8 se comparan los límites fiduciales de los extractos de raíz, semilla y tallo de pirul (*Schinus molle*) a 72 h de exposición y nos muestra que el comportamiento es similar entre ellos.

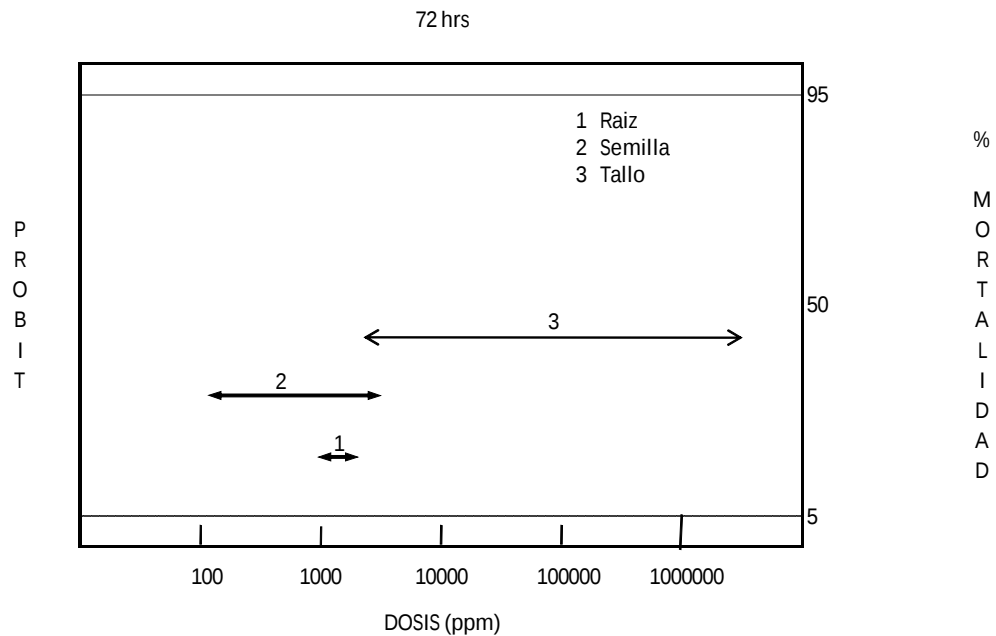


Figura 8. - Representación grafica de límites fiduciales obtenidos a nivel de CL₅₀ de *Sitophilus zeamais* a 72 h de exposición a los extractos de raíz, semilla, tallo.

CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones en que se realizó el siguiente experimento, podemos concluir que:

Los extractos de *Schinus molle* de raíz y semilla fueron los que mostraron un mayor efecto insecticida sobre adultos de *Sitophilus zeamais* a las 72 h, presentando una CL₅₀ de 2126 y 2126 ppm.

Los extractos que no mostraron efecto, fue para el extracto de hoja.

Por último el extracto de tallo mostro controles incipientes por lo que podemos mencionar, que el extracto de *S. molle* obtenido de semilla y raíz presenta potencial para ser usado en un esquema de manejo integrado de plagas.

LITERATURA REVISADA

- ADDOR, R. W., 1995: Insecticides. En: C.R.A. Gofrey (ed): *Agrochemicals from natural products*. Marcel Dekker, Inc., Nueva York, Estados Unidos, pp. 1-63.
- Appert, J. 1993. El almacenamiento de granos y semillas alimenticios. Edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires Argentina. Pp.11- 97.
- Alexopolus, C. J; Blackwell, M. and Mins, C. W. 1996. Introductory Mycology United States of America. 632 p.
- Amengual, M. B. 1980: Catálogo Bibliográfico Argentino. Miscelánea 68.
- Boudreaux, H. B. 1969. The Identify of *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 62 (1): 169-172.
- Brwoer, J.; L. Smith. P. Vail. Y P. Flinn. 1996. Biological Control In: Subramanyam, B y D. Hagstrum (Eds). Integrated Management of Insects in Stored Products. Marcel Dekker, Inc. New York. USA p 223- 286.
- Bautista, S. B; Hernández, L. M. y Barbosa, N. L. L. 2000. Antifungicad screening of plants of the state Morelos, México against four fungal postharvest pathogens of fruits and vegetables. Revista Mexicana de Fitopatología. 18:36-41.
- BArrachina, M. D., Bello, R., Martinez Cuesta, M. A., Primoyufera, E. y Esplugues, J. 1997: Analgesic and central depressor effects of the Dichloromethanol extract from *Schinus molle* L. *Phvtoth. Res.* **11** (4): 317-319.
- Bello, R., Barrachina, M. D., Moreno, L., Primoyufera, E. y Espluges, J. 1996: Effects an arterial blood-pressure of the Methanol and Dichloromethanol extracts from *Schinus molle* L. in rats. *Phvtoth. Res.* 10 (7): 634-635.
- Burkell, I. H. 1966: Dictionary of the Economic Products of the Malay Peninsula. Ministry of Agriculture and Cooperatives. Kual Lumpur. Malasya. Vol. 2.
- Runeton, J. 1991: Elementos de Fitoquímica y de Farmacognosia. Editorial ACRIBIA, S.A. Zaragoza, España. 3: 231-244.
- Cabrera, A. L., Maevia, N. C, Geneviere, D., Humberto, A., Krqpovickas, A. y Pontirulli, A. 1965: Flora de la Prov. de Buenos Aires. *Colección Científica del INTA*. Tomo 4: 130-132.
- CICOPLAFEST. 1994. Catálogos Oficial de Plaguicidas. Comisión intersecretarial para el control del proceso y uso de plaguicidas fertilizantes y sustancias tóxicas. SARH. México. 242 p.

- Cimmit, 1998. "finding resistance to maize storaghe pest", <http://1928.93.203/about/AR97Findding.htm>.
- Coombs, C. W. 1972. The Interpretation of Experiments Assessing the Susceptibility of Stored cereals to Attack by *Sitophilus spp.* (Coleoptera: Curculionidae). J. Stored Prod. Res 8:81- 82. U.S.A.
- 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.
- Duke, J. A. 1985: Handbook of Medicinal Herbs. Ed. CRC Press. Boca Raton. Florida.ç
- FAO. 2003. Consulta de bases de datos de producción mundial y comercio internacional de maíz.
- FAO. 1985. Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha. Manual de Capacitación. Roma .Italia.250p.
- Garcia, R. I. 1992. Susceptibilidad de *Sitophilus zeamais Motschulsky* (Coleoptera: Curculionidae) a insecticidas de diferentes grupos toxicológicos de tres áreas de Veracruz. Tesis de licenciatura. Inst. De Ciencias y Cultura División de Ciencias Biológicas. Saltillo, Coahuila. 54p.
- Heywood, V. H. 1993: Flowering Plants of the World. Ed. Update Oxford University Press. New York. 197- * 198 pp.
- Jermey, T., 1990: Prospects of antifeedant approach to pest control. A critical review. *Journal of Chemical Ecology*, 16(11), 3151-3166.
- Kramer, F. L. 1957: The Pepper tree *Schinus molle*. *Econ. Bot.* 11: 323-326.
- Lagunes, T .A. 1994. Extractos, polvos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia. Memorias del Colegio de Postgraduados USAIDCONACYT- BORUCONSA. Montecillo. Texcoco. México. 32 pp.
- Lagunes, T. A., R. Dodimnguez & J.C. Rodriguez. 1985. Plagas del Maíz en la Mesa Central de México. Colegio de Postgraduados. Universidad Autónoma Chapingo. Documento de Trabajo. Montecillo. Texcoco. México. 100 pp.
- Metcalf C.L. y Flint W.P. 1976. Insectos destructivos e insectos útiles. Editorial, McGRAW-Hill.
- Montes, B. R. 2000. Evaluación de las plantas antifúngicas y su potencial a la fitosanidad. Memorias del VI Simposio Nacional Sobre Sustancias Vegetales y Minerales en el Combate de las Plagas. Acapulco, Guerrero, México. P. 111-115.

- Nájera, R. M. 1991. Ecología y control del barrenador de los granos *prosthephanus truncatus* en el centro de Jalisco. INIFAP publicación especial No.5 México.
- Olafsson, K., Jaroszewski, J. W., Smitt, U. W. y Nyman, U. 1997: Isolation of Angiotensin Converting Enzyme (ACE) inhibiting Triterpenes from *Schinus molle*. *Planta Médica*. 63: 352-353.
- Pérez, M. J. 1998. Susceptibilidad a insecticidas en poblaciones del picudo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) de varias localidades de México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 142 pp.
- Perez, C. y Anesini, C. 1994: Inhibition of *Pseudomonas aeruginosa* by Argentinean Medicinal Plants. *Fitoterapia* 65 (2): 169-172.
- 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.
- 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.
- Stoll, G. 1989. Protección Natural de Cultivos. Editorial Cientifica Josef Margraf. Ludwigsburg. Alemania. 186 pp.
- Silva, G., A. Lagunes, J.C. Rodríguez y D. Rodríguez. 2002. Insecticidas vegetales; una vieja y nueva alternativa en el manejo de insectos. Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) 66:4-12).
- Tortorelli, L. A. 1956: Maderas y bosques argentinos. Ed. ACME S.A.C.I.P. 524-525.
- Yang, R. Z. y Chang, C. S., 1988: Plants used for pest control in China: a literature review. *Economic Botany*, 42(3), 376-406.
- SIAP, SIACON, SAGARPA, 2003. Servicio de información y Estadística Agroalimentaria y pesquera. Consulta de indicadores de producción nacional de maíz.
- Silva, G., A. Lagunes, J.C. Rodríguez, y D. Rodríguez. 2002. Insecticidas vegetales; una vieja y nueva alternativa en el manejo de plagas. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 66:4-12.

- Stoll, G. 1989. Protección Natural de Cultivos. Editorial Cientifica Josef Margraf. Ludswigsburg. Alemania. 186 pp.
- Sedlacek, J. D., R. J. Barney and M. Siddiqui. 1991. Effect of Several Managemen tactics on Adult Mortality and Progeny Pruduction of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) on Stored corn in the Laboratory. J. Econ Entomol. 84(3): 1041- 1046. U.S.A.
- Yelasco-Negueruela, A. 1995: Medicinal Plants from Pampallakta: an Andean Community in Cuzco (Peru). *Fitoterapia* 66 (5): 447-462.
- Wilson, C. L.; Ahmed, E. G. y Michel, E. W. 1999. Prospecting in nature's storehouse for biopesticides. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 17: 4
- Wimalaratne, P. D. C , Slessor, K. N., Borden, J. H., Chong, L. J. y Abate, T. 1996: Isolation and identification of house fly, *Musca domestica* L., repellents from pepper tree, *Schinus molle* L. *J. Chem. Ecol.* 22 (1): 49-59.
- Williams, R. N. and E. H. Floyd. 1970. Flight habits of the maize weevil *Sitophilus zeamais*. *J. Ecob. Entomol.* 63(5):1585-1588.

<http://www.d-lamente.org/sustancias/solventes.htm>

APENDICE

Cuadro A1.-Respuesta de *Sitophilus zeamais* al extracto de pirul (raíz) a 24 h de exposición.

Solvente benceno a las 24 hrs bioensayo					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
ppm		R1	R2	R3	
2500	30	0	0	0	0
5000	30	0	0	0	0
10 000	30	0	0	0	0
15 000	30	0	0	0	0
20 000	30	3	0	0	0
Acetona.	30	0	0	0	0
Acetona + tween	30	0	0	0	0

Cuadro A2.-Respuesta de *Sitophilus zeamais* al extracto de pirul (raíz) 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	
2500	30	1	0	0	3.3
10 000	30	2	7	1	33.3
15 000	30	3	7	4	46.6
20 000	30	10	9	9	93.3
Acetona.	30	0	0	0	0
Acetona + tween	30	0	0	0	0

Cuadro A3.-Respuesta de *Sitophilus zeamais* (raíz) a las 72 h de exposición.

solvente benceno a las 72 h bioensayo					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
2500	30	7	8	2	56.6
5000	30	8	9	9	86.6
10 000	30	9	10	10	96.6
15 000	30	10	10	9	99
Acetona.	30	0	0	0	0
Acetona + tween	30	0	0	0	0

Cuadro A4.-Respuesta de *Sitophilus zeamais* (hoja) al extracto de pirul 24 h de exposición.

Solvente metanol a las 24 h bioensayo					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
Ppm		R1	R2	R3	
2500	30	0	0	0	0
5000	30	0	0	0	0
10 000	30	0	0	0	0
15 000	30	0	0	0	0
20 000	30	0	0	0	0
Acetona.	30	0	0	0	0
Acetona + tween	30	0	0	0	0

Cuadro A5.-Respuesta de *Sitophilus zeamais* (hoja) al extracto de pirul a las 48 h de exposición.

Solvente metanol a las 48 h bioensayo					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
2500	30	3	1	0	13.3
5000	30	2	0	0	6.6
10 000	30	1	0	0	3.3
15 000	30	0	0	0	0
20 000	30	0	0	0	0
Acetona.	30	0	0	0	0
Acetona + tween	30	0	0	0	0

Cuadro A6.-Respuesta de *Sitophilus zeamais* (hoja) a las 72 h de exposición.

Solvente metanol a las 72 h bioensayo					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
2500	30	4	2	2	26.6
5000	30	5	2	2	30
10 000	30	5	0	2	23.3
15 000	30	3	3	0	20
20 000	30	1	2	2	16.6
Acetona.	0	0	0	0	0
Acetona + tween	0	0	0	0	0

Cuadro A7.-Respuesta de *Sitophilus zeamais* (semilla) al extracto de pirul 24 h de exposición

Solvente hexano a las 24 h bioensayo					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
Ppm		R1	R2	R3	
2500	30	0	0	0	0
5000	30	0	0	0	0
10 000	30	1	1	0	6.6
15 000	30	1	0	0	3.3
20 000	30	1	1	2	13.3
Acetona.	30	0	0	0	0
Acetona + tween	30	0	0	0	0

Cuadro B8.-Respuesta de *Sithophilus zeamais* (semilla) al extracto de pirul a las 48 h de exposición.

Solvente hexano a las 48 h bioensayo					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
2500	30	1	2	2	16.6
10 000	30	2	3	1	20
15 000	30	6	3	6	50
20 000	30	5	7	7	63.3
Acetona.	0	0	0	0	0
Acetona + tween	0	0	0	0	0

Cuadro B9.-Respuesta de *Sithophilus zeamais* (semilla) a las 72 h de exposición.

solvente hexano a las 72 h bioensayo					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
2500	30	7	5	4	53.3
5000	30	6	8	8	73.3
10 000	30	7	9	7	76.3
15 000	30	9	9	10	93.3
20 000	30	10	10	9	96.6
Acetona.	0	0	0	0	0
Acetona + tween	0	0	0	0	0

Cuadro A10.-Respuesta de *Sithophilus zeamais* (tallo) al extracto de pirul 24 h de exposición.

Solvente éter a las 24 h bioensayo					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
Ppm		R1	R2	R3	
2500	30	0	0	0	0
5000	30	0	0	0	0
10 000	30	0	0	0	0
15 000	30	0	0	0	0
20 000	30	0	0	0	0
Acetona.	30	0	0	0	0
Acetona + tween	30	0	0	0	0

Cuadro A11.-Respuesta de *Sithophilus zeamais* (tallo) al extracto de pirul a las 48 h de exposición.

Solvente eter a las 48 h bioensayo					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
2500	30	0	0	0	0
5000	30	0	0	0	0
10 000	30	0	0	0	0
15 000	30	0	0	0	0
20 000	30	0	0	0	0
Acetona.	30	0	0	0	0
Acetona + tween	30	0	0	0	0

Cuadro B12.-Respuesta de *Sithophilus zeamais* (tallo) a las 72 h de exposición.

solvente éter a las 72 h bioensayo					
DOSIS	# de individuos expuestos	# DE INDIVIDUOS MUERTOS			% DE MORTALIDAD
		R1	R2	R3	
5000	30	1	1	2	13.3
10 000	30	2	2	2	20
15 000	30	3	3	1	23
20 000	30	3	2	4	30
Acetona.	0	0	0	0	0
Acetona + tween	0	0	0	0	0