

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



**EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA DE EXTRACTOS VEGETALES SOBRE
Sitophilus zeamais (MOTSCHULSKY) EN LABORATORIO.**

Por:

YOSENI MAYELI MARTÍNEZ MARTÍNEZ

T E S I S

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Abril 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA DE EXTRACTOS VEGETALES SOBRE
Sitophilus zeamais (MOTSCHULSKY) EN LABORATORIO.

Por:

YOSENI MAYELI MARTÍNEZ MARTÍNEZ

TESIS

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

M.C. FEDERICO FACIO PARRA
Sinodal

QFB. DIANA MORALES ADAME
Sinodal

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



DR. MARIO ERNESTO VÁZQUEZ BADILLO

Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila México.
Abril de 2011

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por llenarme de bendiciones, y permitirme llegar hasta aquí, por la fortaleza, y cada una de las cosas buenas que llenan mi vida, gracias Dios.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES. Por cobijarme, por cada una de las facilidades, y formación como profesionalista.

DEPARTAMENTO DE PASTORAL AGROPECUARIO. Por proporcionarme las herramientas necesarias como pastor agrícola.

DR. ERNESTO CERNA CUAJES por todo el apoyo, tiempo y paciencia dedicado a este trabajo.

M.C. REBECA VILLERAS GONZALEZ por toda la dedicación, y disposición de tiempo para el logro del mismo.

GREEN CORP. Por el apoyo económico y material para la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A MIS SORDO *Amauri Jahaziel*, que es el amor de mi vida, mi motor, mi todo y le agradezco a Dios por darme a mi rayito de sol. Te amo mi niño.

A MIS PADRES.

Leticia Martínez Martínez

Y

Marinel Mauricio Martínez Gutiérrez

Por todo el sacrificio, comprensión y apoyo que me han brindado para estar donde estoy, los amo y extraño mucho.

A MIS HERMANOS *Inmer, Andersi y Gaby* los amo y gracias por todo el apoyo.

A MIS ABUELOS Por todo el cariño brindado durante la ausencia de mis padres, por cobijarnos y cada uno de los consejos dados, los quiero.

A MIS TANTAS. Especialmente a mi tía *Lala y Yola*, por su tiempo y cariño que nos ha brindado a mis hermanos y a mí, a mis primos por su apoyo y atención, especialmente a *Nilda* (t.q.m).

A LA SEÑORACITA X Por cada experiencia vivida, y amistades logradas, En especial a *Karen y Magda* por su amistad y apoyo, también a *Daniel* por su compromiso y no dejarme sola, gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS-----	i
DEDICATORIA-----	ii
INDICE DE CONTENIDO-----	iii
INDICE DE CUADROS-----	vi
INDICE DE FIGURAS-----	vii
RESUMEN-----	viii
INTRODUCCION-----	1
REVISION DE LITERATURA-----	3
Origen e importancia del maíz-----	3
Producción de maíz a nivel mundial mundial-----	4
Producción de maíz en México-----	4
Perdidas en postcosecha de maíz-----	4
Factores abióticos-----	5
Deficiencia nutricional-----	5
Sequia-----	5
Temperatura -----	6
Factores bióticos -----	6
Problemas entomológicos de importancia -----	6
Plagas del follaje-----	6
Plagas del suelo-----	7
Daños en granos almacenados-----	7
Directos-----	7
Indirectos-----	7
Hongos en maíz almacenado-----	7
Plagas insectiles en maíz almacenado-----	8
Picudo del maíz <i>Sitophilus zeamais</i> Motschulsky-----	8
Ubicación taxonómica-----	8
Morfología-----	9
Ciclo biológico-----	9
Medidas de control-----	9
Control biológico-----	9

Control físico-----	10
Físico-----	10
Temperatura-----	10
Radiación-----	10
Polvos inertes-----	10
Control químico-----	10
Resistencia -----	11
Polvos vegetales-----	11
Modo de acción -----	11
Metabolitos secundarios -----	12
Descripción de las plantas de estudio-----	12
Hojasen (<i>Flourensia cernua</i> D.C.)-----	12
Ubicación taxonómica-----	12
Origen-----	12
Descripción morfológica -----	13
Hojas-----	13
Flor -----	13
Fruto -----	13
Raíces -----	13
Bilogía y hábitos -----	13
Distribución en México -----	13
Antecedentes-----	13
Gobernadora (<i>Larrea tridentata</i>) -----	14
Ubicación taxonómica -----	14
Origen-----	14
Distribución en México -----	14
Descripción morfológica-----	15
Tallo-----	15
Hojas -----	15
Inflorescencia -----	15
Flores-----	15
Frutos y semillas-----	16

Antecedentes-----	15
Nopal (opuntia ficus indica)-----	16
Ubicación taxonómica-----	16
Origen-----	16
Descripción morfológica -----	17
Raíz -----	17
Tallo -----	17
Hoja -----	17
Flor -----	17
Fruto-----	17
Antecedentes-----	18
MATERIALES Y METODOS-----	19
Ubicación del experimento-----	19
Material biológico-----	19
Cría de insectos -----	19
<i>Sitophilus zeamais</i> -----	20
Técnica de película residual-----	20
Análisis estadístico-----	20
RESULTADOS-----	21
<i>Sitophilus zeamais</i> -----	21
Análisis estadítico-----	22
CONCLUSIONES-----	25
APENDICE-----	26

ÍNDICE DE CUADROS

	Pag
Cuadro 1. CL ₅₀ y CL ₉₀ y Parámetros de confianza a las 24 horas para <i>Sitophilus zeamais</i> .	24
Cuadro 2. CL ₅₀ y CL ₉₀ y Parámetros de confianza a las 48 horas para <i>Sitophilus zeamais</i> .	25
Cuadro 3. CL ₅₀ y CL ₉₀ y Parámetros de confianza a las 72 horas para <i>Sitophilus zeamais</i> .	25
Cuadro 4: datos del experimento de Gobernadora (<i>Larrea tridentata</i>).	34
Cuadro 5: datos del experimento de Hojasen (<i>Flourenzia sernua</i>).	34
Cuadro 6: datos del experimento de Nopal (<i>Opunta sp</i>)	35

Figura 1. Por Pingali *et al.*, (2001) identificaron los diversos factores, 4
bióticos y abióticos, causantes de pérdidas en la producción y
almacenamiento de maíz a nivel mundial.

Figura 2. Porcentaje de mortalidad del extracto de gobernadora sobre 23
adultos de *Sitophilus zeamais* a través del tiempo.

Figura 3. Porcentaje de mortalidad del extracto de hojaseñ sobre 23
adultos de *Sitophilus zeamais* a través del tiempo

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

Se evaluó el efecto insecticida de extractos de *Florenxia sernua*, *Larrea tridentata* *Opuntia sp* contra la plaga de granos almacenados *Sitophilus zeamais*.

Las concentraciones evaluadas fueron 15000, 10000, 8000, 5000, 2500, y 1000 ppm, además de un testigo sin tratar, el método empleado fue el de película residual, en donde se tenían tres repeticiones por cada tratamiento, después de la aplicación del extracto se depositaron 10 individuos adultos en cada frasco gerber cubierto con tela de organza para evitar la fuga de insectos. En seguida fueron colocados en la incubadora con una temperatura de 30 °C, después se evaluaron a las 24, 48 y 72 hrs. Los porcentajes de mortalidad obtenidos a las 24 hrs con *Larrea tridentata* fueron de 66.6 % y a las 72 hrs del 96.6 % en la concentración mas alta de 15000 ppm y para el caso de *Flourenxia sernua* a las 24 hrs se observo una mortalidad de 76.6 % y a las 72 hrs de 90 %, mientras que para *Opuntia sp*. en el primer conteo se obtuvo una mortalidad de 26.3 % mientras que al termino de las 72 hrs fue de 73.3 %.

De acuerdo al análisis estadístico realizado para las CL₅₀ a las 24 hrs el mejor extracto fue *Florenxia sernua* al igual que para la CL₉₀ por que fue donde se necesito menos extracto de 9350.62 ppm y 48873.77 ppm respectivamente; en las CL₅₀ el mejor a las 48 hrs fue gobernadora por que se utilizo una concentración de 1040.34 ppm y CL₉₀ fue *Flourenxia sernua* por que se fue una concentración de 17311.92 ppm; para el conteo de las 72 hrs para CL₅₀ y CL₉₀ el que necesito menos concentración es *Larrea tridentata* con 1040.34 ppm y 33783.69 ppm.

Los extractos muestran buenos porcentajes de mortalidad, aunque las concentraciones letales medias son un poco elevadas, pero el producto tiene un

efecto rápido, la cantidad de extractos empleados puede ser menor si el producto a emplear es más concentrado.

Palabras clave: Maíz, *Zea mays*, *Sitophilus zeamais*, Gobernadora, Hojasen, Nopal

INTRODUCCION

El rápido crecimiento poblacional de la humanidad ha acarreado la necesidad de la aparición de nuevas técnicas con el propósito de aumentar la producción de alimentos, así como también minimizar las pérdidas existentes, sin perjudicar la calidad de los mismos. En este sentido los cereales tienen gran relevancia, constituyéndose como una principal fuente de alimentos, y destacándose entre ellos el maíz *Zea mays* L. (Clavijo & Pérez 2000; Tavares 2002).

Entre el 30 y 40 % de la producción de maíz en América Latina, se pierde durante el almacenamiento (Lagunes 1994). Una de las causas son las plagas de los granos almacenados, entre ellos, el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky 1855 (Lagunes *et al.*, 1985; Morgan *et al.*, 1998; Platt *et al.*, 1998; Dahno *et al.*, 2001).

En nuestro país hay 31 millones de personas con desnutrición, de los cuales 18 millones padecen desnutrición severa: se trata de diez millones de indígenas y el resto es población urbana de escasos ingresos. En este marco, el maíz es fundamental en la alimentación de los mexicanos, ya que se calcula un consumo de 209.8 kg/persona (Morris y López, 2000).

Los granos cosechados son productos básicos con un valor tradicional para la alimentación humana y con la posibilidad de ser conservados por largo tiempo si se cumple con las condiciones básicas de sanidad, limpieza y humedad. El almacenaje de granos forma parte del sistema de postcosecha en el cual, pasan el tiempo necesario entre la cosecha y el consumo (Padin *et al.*, 2002).

La presencia de insectos representa un problema serio y continuo tanto para el acopio de granos como para la industria derivada de los mismos (Pérez *et al.*, 2004).

La aplicación de productos químicos es la práctica recurrente en el control de plagas de productos almacenados lo que da como resultado efectos nocivos para el medio ambiente y la salud humana (Athanassiou *et al.*, 2004; Rozman *et al.*, 2007). En la naturaleza, la presión ejercida por factores bióticos y abióticos a los que están expuestos los vegetales ha provocado el desarrollo de numerosas

rutas de biosíntesis, a través de las cuales los vegetales sintetizan y acumulan en sus órganos una gran variedad de metabolitos secundarios, que les permiten una mejor adaptación a su medio (Sampietro D. y Sampietro A. 2003) los compuestos pueden ser liberados de las plantas al ambiente por medio de la exudación de las raíces, lixiviación, volatilización y descomposición de los residuos de las plantas en el suelo (FAO, 2004). De acuerdo a este criterio se plantea el siguiente objetivo para el presente trabajo; Determinar el efecto insecticida de gobernadora, hojaseñ y nopal sobre *Sitophilus zeamais* en laboratorio.

REVISION DE LITERATURA

México es considerado como centro de origen y biodiversidad del maíz; su producción y conservación es importante para el desarrollo agrícola del país; sin embargo, en la última década la producción nacional de grano se ha mantenido alrededor de los 20,000'000 ton/año, mientras que las importaciones han aumentado paulatinamente. La mayor demanda de maíz y sus derivados coincide con el incremento de la población y los nuevos canales de comercialización del mismo. El déficit se atribuye a múltiples factores que han limitado el rendimiento de maíz; suficiente señalar la baja eficiencia de producción por hectárea comparada con los países desarrollados (Bergvinson, 2004; Bergvinson *et al.*, 2004a).

El maíz empezó a domesticarse aproximadamente hace 5 y 6 mil años en el territorio de lo que es hoy la República mexicana y especialmente en el valle de Tehuacán, Puebla y el norte de estado de Oaxaca. Hay suficiente evidencia que México fue el centro primario de origen, domesticación y dispersión del maíz (Reyes, 1990).

El Maíz es uno de los principales alimentos cultivables en el mundo. El maíz se utiliza principalmente para la elaboración de las tradicionales tortillas, pero también se puede obtener aceite o en la fabricación de barnices, pinturas, cauchos artificiales, jabones y como consumo pecuario en la alimentación del ganado y en la producción de almidones (Financiera Rural, 2009).

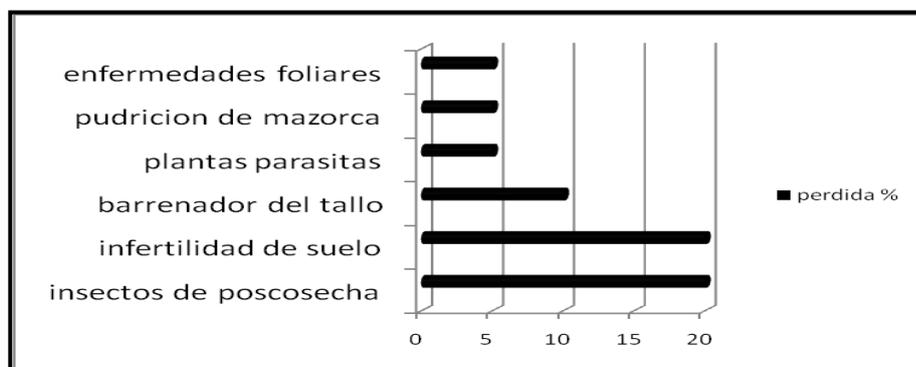
El maíz es una de las especies cultivadas más productivas. Es una planta C4 con una alta tasa de actividad fotosintética. Considerada individualmente, su tasa de multiplicación es de 1:600-1000 (Aldritch, Scott y Leng, 1975). El maíz es el segundo cultivo del mundo por su producción, después del trigo, mientras que el arroz ocupa el tercer lugar. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y es el segundo, después del trigo, en producción total. El maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales. La diversidad de los ambientes bajo los cuales es cultivado el maíz es mucho mayor que la de cualquier otro cultivo (Paliwal, *et al.*, 2001)

A nivel mundial se exportaron en el ciclo 2007/2008 95.47 millones de ton, de los cuales Estados Unidos es el mayor exportador con 61.87 millones de ton correspondientes al 64.86 % y Argentina con 15 millones de ton correspondientes al 15.72 % del total mundial. Entre los principales países importadores, además de Japón (17.2 %) y México (10 %), se encuentra la Unión Europea y el Sur de Korea con 14.5 % y 9.7 % (Financiera Rural 2009)

La demanda anual de maíz en nuestro país es superior a los 24 millones de ton, el rendimiento medio nacional es de 2.4 ton/ha y al año se importa 30 % del maíz necesario. En la república mexicana existe todo un universo de agrosistemas (provincias agronómicas), donde se cultiva maíz con características definidas: el programa de maíz del INIFAP ha definido 15 grandes macroambientes de este cultivo (Turrent, 2002). Del total de los productores de maíz, aproximadamente 90 % tienen parcelas menores de cinco hectáreas y más de 80 % utilizan semilla propia, adaptada a una enorme diversidad de situaciones geo-climáticas (SAGARPA, 2007).

El término pérdida se define como la reducción de peso o volumen y el daño como la manifestación visible del deterioro, el cual puede posteriormente reflejarse como pérdida. Las pérdidas en poscosecha son el resultado de factores abióticos (físicos, químicos y mecánicos) y bióticos (insectos y microorganismos). Los tipos de pérdidas se agrupan en: peso, valor nutricional, calidad fisiológica, calidad comercial e industrial (Appert, 1987).

Figura 1. En este contexto, Pingali *et al.*, (2001) identificaron los diversos factores, bióticos y abióticos, causantes de pérdidas en la producción y almacenamiento de maíz a nivel mundial.



Factores abióticos

Deficiencia nutricional.

Cuando las plantas sufren una disponibilidad insuficiente de nutrientes, expresan unas características anormales visibles específicas para ese elemento.

El diagnóstico y la corrección de los problemas nutrimentales del maíz son parte de un conjunto de conocimientos agronómicos que contribuyen al éxito de la producción de este importante cereal para la nutrición del pueblo de México y como alimento para el ganado (PNI, 2011). El maíz puede calificarse de exigente en principios nutritivos si se compara con otros cultivos. Su rendimiento en materia seca es también bastante alto comparado con el de otras plantas. (Llanos, 1984)

El rendimiento de maíz está determinado principalmente por el número final de granos logrados por unidad de superficie, el cual es función de la tasa de crecimiento del cultivo alrededor del período de floración. Por lo tanto, para alcanzar altos rendimientos, el cultivo debe lograr un óptimo estado fisiológico en floración: cobertura total del suelo y alta eficiencia de conversión de radiación interceptada en biomasa (PNI, 2011).

El maíz requiere alrededor de 20 -25 kg/ha de nitrógeno (N) por cada tonelada de grano producida. Por ello, para producir por ejemplo 10.000 kg/ha de grano, el cultivo debería disponer de alrededor de maíz 200-250 kg (Torres s/f).

El nitrógeno es uno de los nutrientes esenciales que más limitan el rendimiento del maíz. Éste participa en la síntesis de proteínas y por ello es vital para toda la actividad metabólica de la planta (PNI, 2011).

Sequia

La sequía afecta la producción agrícola en cerca del 60% de las tierras de los trópicos (Sánchez et al., 1977). Las sequías reducen los rendimientos del maíz en cerca de 15 % anualmente en las tierras bajas tropicales y subtropicales,

llegando a causar pérdidas estimadas en 16 millones de toneladas de grano (Edmeades *et al.*, 1992).

Temperatura

El maíz de tierras altas se caracteriza por crecer y desarrollarse a temperaturas mas bajas que los cultivares adaptados a las tierras bajas o de media altitud. La temperatura óptima para el desarrollo del maíz en las tierras bajas y de media altitud está entre 30 y 34 °C, y se considera que para los maíces tropicales de tierras altas está alrededor de 21°C (Ellis *et al.*, 1992). Para maíz, una temperatura mayor de 35 °C acompañada con una baja humedad relativa provoca desecación de los estigmas, y temperaturas superiores a 38°C reducen la viabilidad del polen. En base a esto, se ha sugerido que por cada grado centígrado que se incrementa la temperatura por encima del óptimo (25 °C), se reduce un 3 a 4 % el rendimiento de grano (Cheikh y Jones, 2001).

La Secretaría de Agricultura de México informó que alrededor de 1 mil 800 millones de toneladas de maíz resultaron dañados solo en el estado de Sinaloa por las fuerte heladas que sufrió el norte del país (SAGARPA 2011).

Factores bióticos

Las plagas causan pérdidas superiores al 10% durante la producción y de 10 a 20 % en poscosecha. El grano es resultado del esfuerzo de producción; cualquier pérdida durante el período de almacenamiento se considera como absoluta (García *et al.*, 2003). En México, la mayoría de los pequeños productores tienen problemas con el almacenamiento. Algunos programas gubernamentales han implementado diversas acciones para disminuir las pérdidas en poscosecha (Markham *et al.*, 1994), con limitaciones de alcance.

Se estima que los insectos nocivos del maíz provocan perdidas promedio del 30 % en México, aunque en ciertas condiciones las perdidas pueden ser totales (Rodríguez y De León 2008)

Los problemas entomológicos más importantes en maíz.

Plagas del follaje: (*spodoptera frugiperda*) gusano cogollero del maíz, (*Dalbulus maidis*) cicádula amarillenta, (*Peregrinus maidis*) peregrino del maíz.

Plagas del suelo: (*Agrotis ípsilon*) gusano cortador, *Ancognatha* sp, Helicoverpa (*Heliothis zea*) gusano bellotero, (*Elasmopalpus lignosellus*) barrenador menor del tallo del maíz, *Diatraea* spp. barrenador de la caña, (*Mocis* sp.) langosta medidora, (*Sitophilus Zeamais*) gorgojo del maíz.

Después de la cosecha los cereales pueden ser atacados por numerosos insectos y los daños que estos causan pueden ser directos e indirectos (Larrain, 1994).

- ✓ Los directos consisten en alimentarse propiamente de la semilla, contaminarlas con sus desechos o bajar el porcentaje de germinación.
- ✓ Los indirectos son elevar la temperatura, diseminar las esporas de los hongos (Ramayo, 1983) e incluso atacar y dañar el material de empaque y estructuras de las bodegas (Serna, 1996).

Hongos en maíz almacenado

Los géneros de hongos más importantes en maíz almacenado son (Rodríguez y De León 2008):

Aspergillus sp. Presenta diferentes coloraciones en el grano: verde, amarillo, café, negro o blanco algodonoso. Aspecto polvoso y algunas especies producen micotoxinas conocidas como aflatoxinas.

Penicillium sp. Produce esporas de coloración azul y verde y algunas especies pueden también producir micotoxinas denominadas ocratoxinas

Fusarium sp. Producen un aspecto algodonoso con tinte rosado, púrpura o amarillo. Es un hongo de campo que puede incrementarse en almacén, ocasionando serio daños en las mazorcas del maíz. Produce micotoxinas llamadas fumonisinas, zearalenoma, desoxinivalenol y otras.

Plagas insectiles en maíz almacenado

Picudo o gorgojo de los graneros (*Sitophilus granarius*), barrenador de los granos *Prostephanus truncatus*, gorgojo castaño (*Tribolium castaneum* Erbst), gorgojo confuso (*Tribolium confusum* Duval), Gorgojo dientes de sierra *Oryzaephilus Surinamensis* L., palomilla dorada o de los cereales *Sitotroga cerelella*, picudo del maíz *sitophilus zeamaiz*. (Rodríguez y De León)

La pérdida de granos en almacenaje es el principal problema en postcosecha que enfrenta el agricultor (Larraín, 1994). Larraín (1994) señala que cerca del 10 % de los granos de cereales pueden ser infestados por *S. zeamaiz* en el momento de la cosecha, y si la infestación continúa en el almacenaje, alrededor del 30 al 50 % de los granos pueden estar dañados al cabo de seis meses.

Picudo del maíz *Sitophilus zeamaiz* Motschulsky

Sitophilus zeamaiz Mostch se considera plaga primaria por que el adulto es capaz de dañar granos sanos y las larvas se alimentan del interior del grano al emerger, el adulto produce orificios en el grano que son característicos. (Rodríguez y De León 2008)

Ubicación taxonómica

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

Reino: Animal

Phylum: Artrópoda

Clase: Insecta

Orden: Coleóptero

Suborden: Pollyphaga

Familia: Curculionidae

Género: *Sitophilus*

Especie: *S. zeamaiz*



Morfología

Los gorgojos de género *Sitophilus* son los únicos que se desarrollan todo su ciclo biológico dentro del grano (huevo, pupa, larva y adulto) ya que la hembra abre un pequeño orificio con su aparato bucal, colocando un solo huevo sellando la cavidad con una sustancia gelatinosa que no es percibible a simple vista. Los adultos miden hasta 4mm y son de color marrón rojizo a negro con cuatro manchas rojizas o amarillas en la parte superior. Tiene alas completamente desarrolladas debajo del élitro por lo que puede volar bastante bien.

Ciclo biológico

La hembra realiza un pequeño agujero en el grano y pone en él un huevo; en total una hembra puede poner de 300 a 400 huevos en unos meses. Los huevos eclosionan en pocos días; la larva resultante se alimenta del interior del grano. La larva forma una crisálida y emergerá de ella como insecto adulto. El ciclo vital completo dura de cuatro a siete semanas (PNI 2010.)

Medidas de control.

La presencia de insectos plaga en granos almacenados trae como consecuencia la pérdida de la calidad del grano tanto para consumo humano como para semilla. En el control de estos, ha sido necesario utilizaren forma intensiva, plaguicidas sintéticos lo cual ha derivado inevitablemente en el surgimiento de resistencia, acumulación en el ambiente e intoxicaciones (Silva *et al.*, 2002).

El manejo integrado de las plagas de almacén se ha sustentado en el control biológico, cultural y químico.

Control biológico

Varias especies de la familia de los *Pteromalidae* se localizaron con frecuencia en maíz almacenado. Las avispas *Anisopteromalus calandrae*, *Lariophagus distinguendus*, *Choetospila elegans*, *Pteromalus cerealellae* son

ejemplos de los parásitos que atacan a insectos de poscosecha (Savidan *et al.*, 2000; García-Lara *et al.*, 2007c).

Control físico

Temperatura: Las temperaturas extremas son usualmente las más utilizadas como método de control físico ya que los insectos no pueden desarrollarse y reproducirse bajo los 13°C y sobre los 35°C (Fields *et al.*).

Radiación: Se han utilizado radiaciones de varios tipos con la finalidad de evitar o reducir las infestaciones de insectos plaga de los granos almacenados (Araya, 1993). La radiación gamma con cobalto 60 como fuente radiactiva es el método más común para irradiar alimentos pudiendo penetrar alimentos sólidos entre 25 a 50 mm (Aguilera, 1991).

Polvos Inertes: Entre los métodos físicos de combate de insectos plaga de los granos almacenados se encuentran algunas prácticas de la agricultura poco tecnificada que aprovechan los recursos disponibles del medio como herramientas de control (Stoll, 1989). Así es como una gran cantidad de polvos inertes, cenizas y arenas finas, se han mezclado con el grano de manera tradicional como barrera física contra el daño por insectos (D'Antonio, 1997).

Control químico

La aplicación de productos químicos es la práctica recurrente en el control de plagas de productos almacenados (Athanassiou *et al.*, 2004, Rozman *et al.*, 2007). En casos de infestaciones importantes, se recomienda fumigar con agentes como fosfuro de aluminio (fosfina).

Resistencia

El fenómeno de resistencia de insectos a insecticidas ha proliferado exponencialmente, para constituir hoy en día una consideración indispensable en todos los programas de control de plagas (Pérez *et al.*, 1999, Ribeiro *et al.*, 2003, Bhugio *et al.*, 2004, Guedes *et al.*, 2007).

Los problemas causados por el mal uso de los insecticidas sintéticos han obligado a buscar nuevas alternativas de control, como es el uso de sustancias derivadas del metabolismo secundario de las plantas (Mareggiani, 2001).

Polvos vegetales

El uso de polvos vegetales es una técnica recuperada de la agricultura de subsistencia de países principalmente de África y América Central (Lagunes *et al.*, 1989).

Existen muchas plantas que presentan actividad insecticida las cuales han sido estudiadas. Los componentes con acción insecticida obtenidos de diversos órganos de las plantas son denominados “insecticidas botánicos” (Venzon *et al.*, 2005). En la India hace cerca de 4.000 años atrás ya se usaban insecticidas botánicos en controles de plagas. En Egipto durante la época de los faraones, y en China hace 3.200 años, eran utilizados insecticidas derivados de plantas para el control de plaga de granos almacenados aplicados directamente en granos o por fumigación (Venzon *et al.*, 2005).

Las partes de las plantas que se han empleado para la protección de granos almacenado son las hojas, rizomas, tallos, semillas, y frutos, pero en la mayoría de los casos se han usado hojas frescas y secas o en polvo. (Don-Pedro 1985, citado por Golob *et al.* 1999)

Las especies vegetales presentan una gran diversidad de metabolitos secundarios, que aunque no participan en las funciones esenciales de las plantas, cumplen función de defensa contra predadores y patógenos. También actúan como agentes alelopáticos o para atraer a polinizadores y dispersores de semillas (Dorman *et al.*, 2000; Domingo y López *et al.*, 2003; Vivanco *et al.*, 2005; Field *et al.*, 2006)

La mayoría de las especies vegetales utilizadas como insecticidas no eliminan al insecto por intoxicación, sino que generalmente inhiben su desarrollo normal, al actuar como repelentes o disuasivos de la alimentación u oviposición, lo cual hace que muchas veces se sobredimensionen sus efectos protectores (Silva *et al.*, 2002).

Metabolitos secundarios

El interés por la producción y empleo de medios biológicos obtenidos a partir de extractos de plantas, se debe a que estas sintetizan compuestos secundarios los cuales pueden ser utilizados como medio de defensa contra plagas y enfermedades (Abou-Fakhr *et al.*, 2001)

Descripción de las plantas bajo estudio.

Hojasen (*Flourensia cernua* DC).

Ubicación taxonómica.

Fue tomada del manual del instituto de biología de colecciones biológicas 2008.

Reino: plantae

Division: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Flourensia*

Especie: *F. cernua* D.C.

Origen

En la actualidad existe poca información acerca de la toxicidad de plantas empleadas en la medicina alternativa o tradicional. Tal es el caso de *Flourensia cernua* (hojasén). esta especie se encuentra ampliamente distribuida en el desierto chihuahuense habitado en nueve estados de la Republica Mexicana y el sureste de estados unidos(Korthuis,1988)

La especie *Flourensia cernua* DC. es comúnmente conocida con varios nombres. En México se le llama: Hojasén, Hojas de sen, arbusto de alquitrán y escobilla negra (Arredondo, 1981).

Descripción morfológica

Hojas: las hojas son gruesas regularmente son alternas, simples elípticas, pueden medir hasta 1 pulgada.

Flor: son flores compuestas (hasta 20 flores), pequeñas y poco visible de color amarillas, son hermafroditas (Stubbendieck, 1992, Wallmo, 1956).

Fruto: Son aquenios, en la parte superior muy pubescente miden cerca de 6mm de largo (Kingsbury, 1994, Mauchamp *et al.*, 1993).

Raíces: son raíces poco profundas (De Soyza, *et al.*, 2004.) aunque pueden alcanzar aproximadamente hasta 40 cm, y son capaces de aprovechar tanto la humedad del suelo superficial y profunda. (Montana *et al.*, 1995)

Biología y hábitos

Se encuentran en matorrales y pastizales desérticos se considera como “invasora” de este último.

Distribución

Se produce principalmente en las llanuras y mesetas en todo el Desierto Chihuahuense, que es el segundo desierto más grande en América del Norte. El Desierto de Chihuahua inicia en el sureste de Arizona, sur de Nuevo México, suroeste de Texas y México (Brown *et al.*, 1982) .En México, se sitúa en los estados de Sonora, Chihuahua, Coahuila, Durango, San Luis Potosí y Zacatecas (Vines, 1960).

Antecedentes

En México existe un gran número de especies vegetales ampliamente distribuidas, que pueden ser evaluadas desde el punto de vista fitoquímico para determinar su actividad biológica sobre hongos fitopatógenos, como en el caso de

Flourensia cernua D.C. la cual es abundante en la zonas áridas y semiáridas de México, y de la que ha reportado efectos de inhibición sobre *Rhizoctonia Kühn* y *Phytophthora infestans* (Mont)de Bary con extractos metanolicos (Gamboa *et al.*, 2003) así como de *Colletotrichum spp* con extractos hexanicos y contra termitas con extractos hexanicos ,de éter dietilico y etanolico (Téllez *et al.*, 2001)

Gobernadora (*Larrea tridentata*).

Ubicación taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Sapindales.

Genero: Larrea

Especie: *L. tridentata*

Origen

Es una planta de tipo arbustiva originaria de Estados Unidos y México (Correll *et al*, 1970).

Distribución en México

Se ha registrado en Aguascalientes, Baja California Norte, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas (Correll *et al.*, 1970; Villaseñor *et al.*, 1998).

Biología y hábitos

Crece en los sitios más secos de México, en terrenos planos, laderas, lomeríos bajos (originados de materiales geológicos del cretácico superior e inferior) y en planicies aluviales.

Se desarrolla en lugares con temperaturas de 14 a 28 °C y presencia de 8 meses de sequía, en climas áridos (BS) y muy áridos (BW) y en precipitaciones de 150 a 500 mm anuales. No prospera en zonas de clima isoterma.

Los suelos en los que se desarrolla son de profundidad variable, textura franco arenosa, estructura granular, drenaje interno medio de consistencia friable, de color café grisáceo, compacto arcilloso, calcáreo, blanco-arenoso, aluvial con pH de 6.8 a 7.6.

Descripción morfológica. Basada en Correll *et al.*, 1970 y Shreve *et al.*, 1964.

Tallo: Muy ramificado desde cerca de la base; las numerosas ramas abiertas, ascendentes, delgadas, onduladas como en zig-zag, a veces con pelillos; corteza gris (café-rojiza en las ramas jóvenes); nudos oscuros, evidentes y resinosos, dándole a las ramitas un aspecto articulado.

Hojas: Opuestas, cortamente pecioladas a casi sésiles, compuestas de 2 foliolos, asimétricas unidas entre sí hacia la base, puntiagudas, correosas, lustrosas, de color verde oscuro a verde-amarillento, resinosas, de hasta 1 cm de largo, con pelillos.

Inflorescencia: Flores solitarias.

Flores: De alrededor de 2.5 cm de diámetro; sépalos 5, desiguales, de 5 a 8 mm de largo, caedizos; pétalos 5 obovados, cóncavos, fuertemente angostados hacia la base, a veces torcidos, de hasta 1.2 cm de largo y aproximadamente 5 mm de ancho; estambres 10, los filamentos alados.

Frutos y semillas: El fruto es una cápsula globosa, 5 lobada, de aproximadamente 6 mm de diámetro, cubierta de abundantes pelos largos, blancos o rojizos.

Antecedentes

Las resinas muestran actividad fungicida contra *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Pythium* spp. y otros hongos fitopatógenos. Actividad

insecticida contra: gorgojo pardo del frijol (*Acanthoscelides obtectus*); barrenador mayor de los granos (*Prostephanus truncatus*).

Nopal (*Opuntia* sp.)

Se presenta a menudo en forma de arbustos o plantas rampantes. Se cultiva generalmente en México. El nopal es originario del continente americano; se le encuentra distribuido desde el Canadá hasta la Argentina y preferentemente en todas las zonas áridas y semiáridas. Dadas las características morfológicas y fisiológicas que presenta esta planta, le permite soportar condiciones ambientales desde escasa precipitación hasta altas y bajas temperatura (Tobías, 1990).

El origen del nopal viene del valle de Tehuacán (Puebla), restos de semillas de frutas y algunos pedazos de nopal han sido descubiertos datados de hace 700 años, lo que prueba que el hombre ya lo consumía.

Ubicación taxonómica

La descripción taxonómica se tomo del libro Cactáceas de México de Helia Bravo (1978), que se basa en lo siguiente:

Reino : Vegetal

División: Angiospermae

Clase : Dicotyledonea

Orden: Opuntiales

Familia : Cactaceae

Subfamilia : Opuntioideae

Genero : *Opuntia* sp.

Nopal es un término mexicano derivado del Náhuatl "Nopalli" (Bravo, 1991; Moringo 1996), con el que se designa a varias especies. El nopal tiene gran diversidad de usos. En tiempos prehispánicos se le consideraba una deidad, como al maguey. Servía para elaborar alimentos, bebidas, aceite, papel,

pegamento, impermeabilizante, amarres, postes y para curar diversas enfermedades.

Descripción.

Casi no tiene espinas. Es un vegetal arborescente de 3 a 5 m de alto, su tronco es leñoso y mide de entre 20 a 50 cm. de diámetro. Forma artículos oblongos de 30 a 60 cm. de largo x 20 a 40 cm. de ancho y de 2 a 3 cm. de espesor. Sus ramas están formadas por pencas de color verde opaco con areolas que contienen espinas más o menos numerosas, amarillas y produce flores de 7 a 10 cm de largo, su fruto es oval de 5 a 10 cm. de largo x 4 a 8 cm. de diámetro y su color puede ser amarillo, anaranjado, rojo o purpúreo con abundante pulpa carnosa y dulce. (GIGA ,2010)

Raíz: Por su origen, derivan de la radícula, aunque en ocasiones puede estimularse el desarrollo de raíz a partir de tallo. Por su forma, son raíces típicas o pivotantes con ejes primarios que sirven para fijar a la planta. Generalmente son gruesas pero no suculentas; de tamaño y ancho variables; en general, su tamaño es proporcional al tamaño del tallo o de la parte aérea. Por su duración, el sistema radicular de los nopales es perenne o permanente.

Tallo: El tallo es craso, erecto (en algunas especies rastrero), ramificado y multiarticulado. Se compone de un tronco cilíndrico y de ramas aplanadas y discoideas (cladodios o pencas), posee cutícula gruesa y está adaptado para almacenar agua en sus tejidos. Tiene forma de raqueta y botánicamente reciben el nombre de cladodios, son de color verde y tienen función fotosintética, ya que presentan abundante parénquima clorofílico.

Hoja: En el nopal solamente existe en los renuevos de pencas (cladodios) cuando están tiernas. Son hojitas cilíndricas, y caducas, en forma de cuernitos; herbáceas, en cuyas axilas se hallan las areolas de las cuales brotan las espinas.

Flor: La flor de la planta se produce en las areolas, localizadas en la parte superior de las pencas.. Sus pétalos poseen colores vivos: amarillo, anaranjado, rojo, rosa, salmón, etc., según la especie de nopal. Por lo general, las flores son

grandes; el ovario es inferior, unilocular, con muchos óvulos y lóbulos del estigma (cinco a diez); el androceo posee gran cantidad de estambres.

Fruto: El fruto del nopal (tuna) es una baya unilocular polisperma, carnosa, de forma ovoide a esféricas; sus dimensiones y coloraciones pueden variar según la especie. Semillas lenticulares, con testa clara y arillo ancho, embrión curvo, cotiledones grandes y perisperma bien desarrollado. (GIGA ,2010)

Antecedentes

No se ha realizado ningún estudio de que el nopal tenga característica insecticidas sin embargo posee muy variadas propiedades que lo hacen interesante como por ejemplo: medicinales para la regulación de la glucosa en pacientes diabéticos, para el sobre peso por alto porcentaje de fibra.

MATERIALES Y METODOS.

Ubicación del experimento

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

Material biológico

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

Cría de insectos

La cría del insecto, gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* M. se inicio a partir de individuos de una colonia depositados en frasco de vidrio, mantenidas en el Laboratorio de Toxicología, en el departamento de parasitología, con fines de enseñanza e investigación. Estos insectos se multiplicaron colocándose en frascos de vidrio de 3713 ml de capacidad, utilizando maíz blanco como sustrato.

Para este trabajo se utilizo insectos de igual edad, para obtenerlo se utilizo maíz blanco, depositados en frascos de vidrio, puesto en refrigeración a una temperatura de -20 °C durante tres días, con la finalidad de eliminar organismos indeseables que pudieran haber venido con el producto y pudieran ocasionar alguna interferencia con la cría. Después de las 72 horas se puso en la cámara bioclimática durante 24 horas, con el propósito de proporcionar condiciones optimas adecuadas para el desarrollo de esta especie.

Sitophilus zeamais: 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.

Las concentraciones óptimas utilizadas para cada ensayo fueron a partir de 1,000, 2,500, 5,000, 8,000, 10,000 y 15,000 ppm, teniendo para cada caso un testigo absoluto. Para cada tratamiento se tenían tres repeticiones.

Para la obtención de las soluciones a diferentes concentraciones se partió de una solución de 100,000 ppm, que fue diluida en acetona para obtener las concentraciones deseadas. Dichas diluciones se realizaron justo en el momento de realizar el bioensayo.

El bioensayo se realizó con insectos adultos de *Sitophilus zeamais*, se utilizaron frascos de vidrio de 100 mL, una vez teniendo las concentraciones preparadas se procedió a la aplicación de 1 mL por las paredes de los frascos impregnando todo el frasco y evaporando la solución para posteriormente depositar los 10 adultos de *Sitophilus zeamais* en cada frasco y cubrir con tela de organza para evitar la movilización de los insectos fuera de los frascos. El material tratado fue colocado en la cámara de incubación bajo condiciones controladas para evitar mortalidad por el efecto de la temperatura y humedad relativa.

Las observaciones de mortalidad se realizaron a las 24, 48 y 72 horas. Se considero como individuo muerto aquel que no presentara movilidad alguna. Utilizando una fuente de calor y una placa metálica en donde se colocaban los insectos y al sentir la temperatura se movían de lugar. Con los datos obtenidos se determinó los porcentajes de mortalidad de cada concentración, posteriormente determinar la CL_{50} mediante el análisis probit.

Análisis estadístico

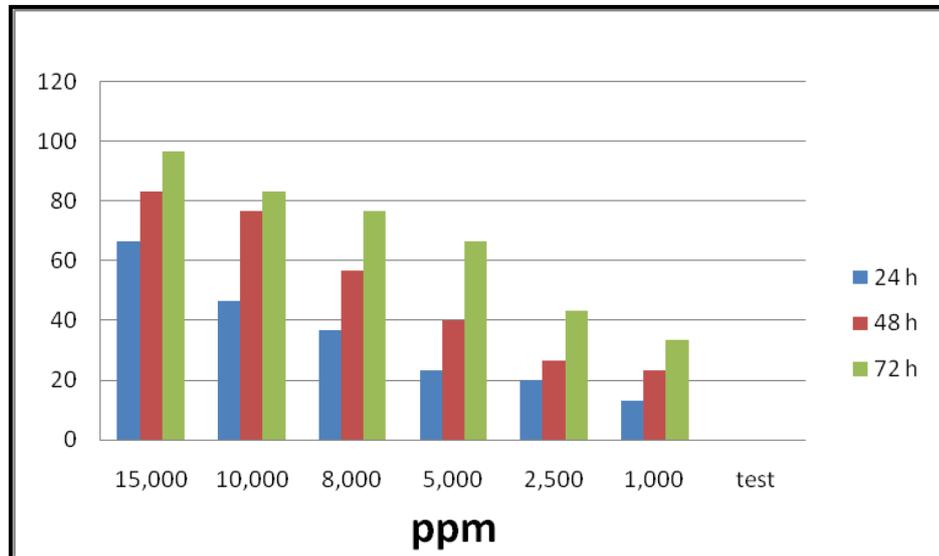
Con los resultados de los bioensayos se realizaron los análisis probit, donde se obtuvo la CL_{50} , CL_{95} , y límites fiduciales.

RESULTADOS Y DISCUSION

Sitophilus zeamais

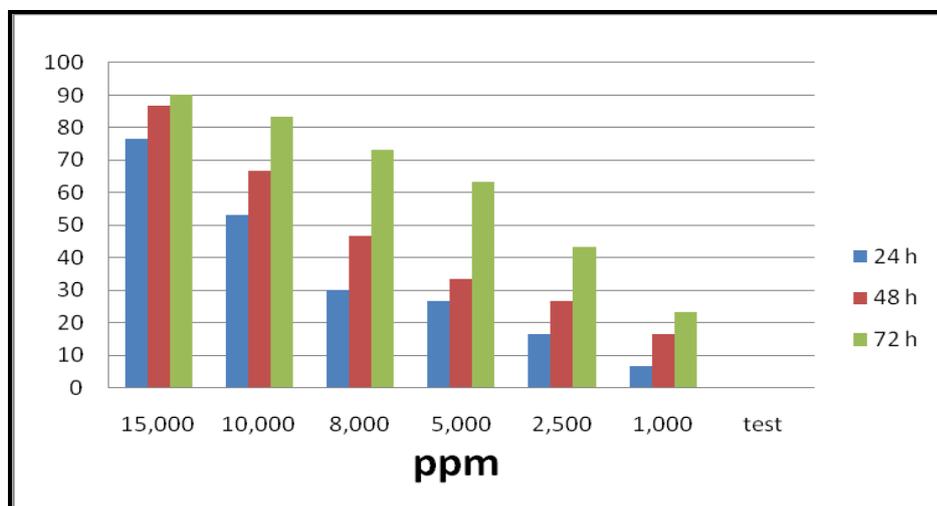
Como se observa en el cuadro 1 desde un inicio del experimento se obtuvieron porcentajes de mortalidad elevados ya que a las 24 horas ya se tenía un 66.6 % de mortalidad en la concentración más alta, manteniéndose así para las 72 hrs que logra alcanzar el 96.6 % de mortalidad teniendo un comportamiento normal en todos los tratamientos durante el experimento. De acuerdo a los criterios señalados por Paez *et al.*, (1990) y Lagunes (1994), solo 2 de los 22 tratamientos evaluados se pueden considerar como prometedores al mostrar una mortalidad superior al 40 %. Todos los tratamientos restantes no difirieron estadísticamente entre sí y presentaron un porcentaje inferior al 10 % de mortalidad (Tabla 2). Los tratamientos que mostraron mejores resultados en este parámetro fueron los de *P. boldus* a una concentración del 1 % y 2 % con 50,5 % y 82,8 % de mortalidad, respectivamente, los cuales además son significativamente diferentes entre sí. Estos resultados concuerdan con los indicados por Silva (2001a) y Paez *et a.*, (1990) quienes para esta misma plaga, en maíz almacenado, obtuvieron una mortalidad de 99,1 % y 100% respectivamente con esta misma planta a una concentración del 1 %. Estos valores son mayores a los obtenidos en la presente investigación, a la misma concentración, pero ha sido justamente esta variabilidad de efectos tóxicos uno de los principales factores que han impedido la masificación de los insecticidas vegetales. Además Lagunes & Rodríguez (1992), aunque no indican valores, señalan que en sus experimentos *P. boldus* logró controlar satisfactoriamente a *S. zeamais*, mientras que Lagunes (1994) califica a *P. boldus* como una planta prometedora para el control de esta plaga.

Figura 2. Porcentaje de mortalidad del extracto de gobernadora sobre adultos de *Sitophilus zeamais* a través del tiempo.



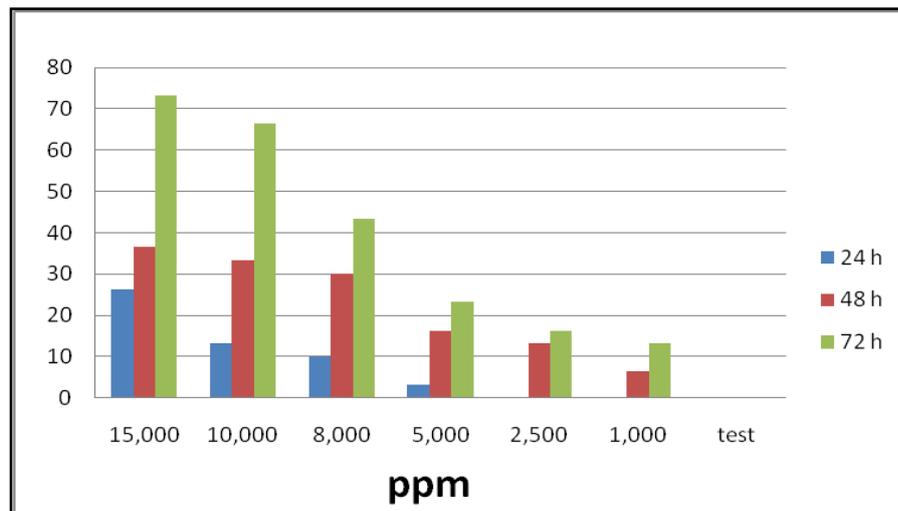
La mortalidad obtenida en este caso fue más alta que para el caso anterior ya que se obtuvieron porcentajes de mortalidad muy elevados desde las 24 horas después de la aplicación del producto llegando a alcanzar un 76.6 % de mortalidad para la concentración más alta del extracto, logrando un comportamiento normal a lo largo del experimento, logrando alcanzar un 90 % de mortalidad a las 72 horas después de la aplicación del producto como se puede observar en la grafica 2.

Figura 3. Porcentaje de mortalidad del extracto de hojaseen sobre adultos de *Sitophilus zeamais* a través del tiempo.



Como se muestra en la grafica 3 este extracto actúa más lento en comparado a los extractos anteriores, pues se pueden observar porcentajes de mortalidad más bajos desde las 24 horas después de aplicación del producto y logrando obtener el 73.3 de mortalidad en las concentraciones más altas a las 72 horas, aunque se mantuvo el efecto a lo largo del experimento.

Figura 4. Porcentaje de mortalidad del extracto de nopal sobre adultos de *Sitophilus zeamais* a través del tiempo.



Análisis estadístico

Como se puede observar en la figura 4, a las 24 hrs tanto para matar el 50 % de la población como para el 90 % el mejor producto fue el de hojasen ya que fue el que requiere menos producto en comparación con los otros productos siendo esto de 9350.62 y 48873.77 ppm respectivamente.

Cuadro 1. CL₅₀ y CL₉₀ y Parámetros de confianza a las 24 horas para *Sitophilus zeamais*.

Trat	individuos	CL ₅₀	Limite fiducial		CL ₉₀
			inferior	superior	
Gobernadora	360	11188.20	9016.32	14966.93	109394.67
Hojasen	360	9350.62	8046.70	11186.48	48873.77
Nopal	360	27038.77	19796.18	55377.59	87036.80

En el conteo a las 48 para matar el 50 % de la población mejor producto es el extracto de gobernadora requiriendo de 1040.34 ppm, en el caso de la mortalidad del 90 % de la población el mejor extracto es el hecho a base de hojasen requiriendo este de 17311.92 ppm como se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 2. CL₅₀ y CL₉₀ y Parámetros de confianza a las 48 horas para *Sitophilus zeamais*.

Tratamiento	individuos	CL₅₀	Limite fiducial inferior	Limite fiducial superior	CL₉₀
Gobernadora	360	1040.34	633.72	1447.14	25704.17
Hojasen	360	3008.63	2500.36	3525.44	17311.92
Nopal	360	8039.92	6899.81	9576.59	47233.88

Como se muestra en el cuadro 2 el mejor extracto para matar el 50 % de la población es el de gobernadora ya que es donde se requiere de menos producto 4799.48 ppm, siendo el mismo extracto del que se requiere para matar el 90 % de la población 33783.69 ppm a las 72 hrs.

Cuadro 3. CL₅₀ y CL₉₀ y Parámetros de confianza a las 72 horas para *Sitophilus zeamais*.

Tratamiento	individuos	CL₅₀	Limite fiducial inferior	Limite fiducial superior	CL₉₀
Gobernadora	360	4799.48	4049.87	5649.82	33783.69
Hojasen	360	5930.64	5076.23	6961.80	37510.82
Nopal	360	29639.43	19157.33	64975.47	292028.93

A nivel general el extracto de gobernadora también para este caso fue el que mostro los mejores resultados durante el experimento.

CONCLUSIONES

El control de *Sitophilus zeamais* el efecto fue rápido llegando a alcanzar el 100 % de mortalidad a las 72 hrs para el extracto de gobernadora en la concentración mas alta. Aunque para los otros extractos hojasen y nopal también se encuentran porcentajes de mortalidad por arriba del 70 % para ambos casos.

Los extractos de gobernadora, hojasen y nopal de acuerdo al contenido de metabolitos secundarios presentan una buena alternativa para el control de insectos de almacén ya que para este caso mostraron buen efecto de mortalidad desde las 24 horas.

Por tanto se puede decir que *Flourenzia sernua DC* y *Larrea tridentata* poseen característica insecticidas para *Sithophilus zeamais*, pero con la condición de que la concentración deben de ser altas.

También que *Flourensia cernua DC*. el control lo hace de inmediato por que se observo mortalidad desde las 24 hrs de mas de un 50 % pero que *Larrea tridentata* alcanza una mortalidad de 90 % a las 24 hrs, por lo tanto queda demostrado que esta ultima posee mas residualidad.

Opuntia sp. Mostro mortalidad en *Sithophilus zeamais* pero que esta fue muy lenta por que fue hasta las 72 hrs donde se presento 73.3 %.

LITERATURA CITADA

- Abou-Fakhr, H., H. Zournajian., and S. Talhouk. 2001. Efficacy of extracts of *Melia azedarach* L. callus, leaves and fruits against adults of the sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* (Hom., Aleyrodidae). *J. Appl. Entomol.* (125): 483-488.
- Aguilera, M. 1991 Validación semicomercial de polvos vegetales y minerales para el combate de *Sitophilus zeamais* Motsc, *Prostephanus truncatus* (HORN) y *Rhyzopertha dominica* (FABR). Tesis Magíster en Ciencias. Colegio de Postgraduados. México.138p.
- Aldrich, S. R., Scott, W. O. & Leng, E. R. 1975. *Modern corn production*, 2nd ed. Champaign, IL, USA, A & L Publications. Aldrich, S.R., Scott, W.O. & Leng, E. R. 1975. *Modern corn production*, 2nd ed. Champaign, IL, USA, A & L Publications.vv activity of planta volatile oils. *journal of Applied Microbiology* 2000,88,308-316.
- Anderson, D. M.; Holechek, Jerry L. 1983. Diets obtained from esophageally fistulated heifers and steers simultaneously grazing semidesert tobosa rangeland. *Proceedings Western Section American Society of Animal Science.* 34: 161-164.
- Appert, J. 1987. *The storage of food grains and seeds.* MacMillan. London, England. 146 p
- Araya, J. 1993. Evaluación de polvos minerales y vegetales contra plagas de maíz y frijol almacenado en los estados de Zacatecas y Guerrero. Tesis Magíster en Ciencias. Colegio de Postgraduados. México.95 p.
- Athanassiou,C.G.,KavallieratoS,N.G.,Vayias,BJ.,Dimizas,C.B.,Papagregoriu,A.S., Buchelos,C.TH. 2004.Residual toxicity of beta cyflutrin, alpha cypermethrin against *Tribolium confusum* Jacqueline du Val (Coleoptera:Tenebrionidae) on stored wheat.*Appl. Entomol. ZOOI.*,39:195-202
- Bergvinson, D. J. 2004. Opportunities and challenges for IPM in developing countries. *In: Koul, O., Dhaliwal, G. S. and Cuperus, G. W. (eds.) Integrated*

- pest management potential, constraints and challenges. Oklahoma, OK, USA. p. 281–312.
- Bergvinson, D. J. and García-Lara, S. 2004b. Métodos de evaluación de germoplasma de maíz para el desarrollo de resistencia contra plagas de postcosecha. *In*: Deras, R. y Ayala, J. M. (Comps.). 50th. Reunión anual del PCCMCA. San Salvador, El Salvador. p.151.
- Bravo, H., H. 1978. Las cactáceas de México. Vol 1: 1-743. Univ. Nac. Autónoma de México.1991. Id. Vol. 3: 1-643.
- Brown, D. E. 1982. Chihuahuan desertscrub. *In*: Brown, David E., ed. Biotic communities of the American Southwest--United States and Mexico. Desert Plants. 4(1-4): 169-179.
- Brown, D. E. 1982. Chihuahuan desertscrub. *In*: Brown, David E., ed. Biotic communities of the American Southwest--United States and Mexico. Desert Plants. 4(1-4): 169-179. [3607].
- Clavijo, S. & G. Pérez. 2000. El Maíz en Venezuela. Protección y Sanidad Vegetal. Sec 2. Insectos Plagas del Maíz. Ed. Fundación Polar. pp. 345-361. Cap. 6. *In*
- Correll, D. S. y M. C. Johnston, 1970. Manual of the vascular plants of Texas. Texas Research Foundation. Renner, Texas
- D'Antonio, L. 1997. Principais pragas de graos armazenados. *In*: Armazenamento de graos enementes nas propiedaes rurais. XXVI Congreso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Campina Grande. Paraiba. Brasil p 189-291
- Dirección general adjunta de planeación estratégica y análisis sectorial. Monografía del maíz. Marzo 2009 disponible en <http://www.financierarural.gob.mx> 22 DE FEBRERO
- Domingo, D. y López-Brea, M. 2003. Plantas con acción antimicrobiana. Revista Española de Quimioterapia.16:385-393
- Don-Pedro, KN. 1985. Toxicity of some citrus peels to *Dermestes maculatus* Deg and *Callosobruchus maculatus*. J. Stored Product Research 21(1):31-34.
- Dorman H. J. and Deans S.G. 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial Edmeades, G.O., Bolaños, J. & Lafitte, H.R. 1992. Progress in breeding for drought tolerance in maize. *In* D. Wilkinson, ed. *Proc. 47th Ann. Corn and*

- Sorghum Ind. Res. Conf.*, Chicago, Illinois, Dec. 1992, p. 93-111. Washington, DC, ASTA.
- Field, B., Ferenc, J., and Osbourn, A. 2006. First encounters – deployment of defence-related natural products. *New Phytologist*. 172: 193-207
- Fields, P; y Muir W. 1996. Physical control. In: Subramanyam, B y D. Hagstrum (Eds). *Integrated Management of insects in stored products*. Marcel Dekker, Inc. New York. USA p 195-222.
- Gamboa-Alvarado, R, Hernández–castillo, Fd., Guerrero Rodríguez, E., Sanchez-Arizpe, A y Lira-Saldivar, R. H. 2003. Inhibición del crecominto micelial de *Rhizoctonia solani* Kühn y *Phytophthora infestans* Mont.(De Bary) con extractos metanólicos de hojasesen (*Flourensia cernua* DC.), mejorana (*Origanum majorana* L) y trompetilla [*Bouvardia ternifolia*(Ca)Schlecht.]. *Revista Mexicana de Fitopatología* 21:13-18.
- García. L. S.; Espinosa C. C. y Bergvinson, D. J. 2007c. Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternas para su manejo y control. Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo. El Batán, Estado de México, México. 56 p.
- Golob, P; Gudrups, I; Moss, C; Dales, M; Fidge, A; Evans, J. 1999. The use of spices and medicinals as bioactive protectants for grains. (en línea). FAO . *Agricultural services Bulletin* No. 137. Rome: Food and Agriculture
- Humphrey R. R. 1974. Fire in the deserts and desert grassland of North America. In: Kozlowski, T. T.; Ahlgren, C. E., eds. *Fire and ecosystems*. New York: Academic Press: 365-400.
- Internacional plant nutrition institute (PNI). 2011. disponible en [http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/\\$webindex/3BC3A0C31C99BAD703257040004B8AE6](http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/$webindex/3BC3A0C31C99BAD703257040004B8AE6). 25 DE FEBRERO
- Kingsbury, J. M. 1964. *Las plantas venenosas de los Estados Unidos y Canadá*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. 626 p
- Korthuis, S. L.. 1988. *Flourensia cernua*. In: *Fire Effects information System*, [Online]. u.s. Department of Agriculture, forest Service, Rocky mountain research station, fire sciences Laboratory (producer). Available: <http://www.fs.fed.us/database/feis/> (2011, Marzo 15)

- Lagunes, T. A. 1994. Extractos, polvos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia. Memorias del Colegio de Postgraduados USAID-CONACYT-BORUCONSA. Montecillo. Texcoco. México. 32 pp.
- Lagunes, T. A., R. Domínguez & J.C. Rodríguez. 1985. Plagas del Maíz en la Mesa Central de México. Colegio de Postgraduados. Universidad Autónoma Chapingo. Documento de Trabajo. Montecillo. Texcoco. México. 100 pp
- Larrain, P. 1994. manejo Integrado de plagas en granos almacenados. IPA La Platina 81:10-16
- Mareggiani, G. 2001. Manejo de insectos plaga mediante sustancias semioquímicas de origen vegetal. Manejo Integrado de Plagas 60:22-30
- Markham, R.H.; Bosque P.N. A.; Borgemeister, C. and M. W. G. 1994. Developing pest management strategies for the maize weevil, *Sitophilus zeamais*, and the large grain borer, *Prostephanus truncatus*, in the humid and sub-humid tropics. FAO Plant Prot. Bull. 42:125–136
- Mauchamp A.; Montana C.; Lepart, J.; Rambal, S. 1993. Ecotono dependientes contratación de un arbusto del desierto, *Flourensia cernua*, en franjas de vegetación. Oikos. 68: 107-116.
- Montana, C.; Cavagnaro, Bruno; Briones, Oscar. 1995. Soil-water use by coexisting shrubs and grasses in the southern Chihuahuan Desert, Mexico. Journal of Arid Environments. 31(1): 1-13. [78967]
- Moringo, M. A. 1966. Diccionario de Americanismos. 1-738. Mochnik Ed. Buenos Aires.
- Morris, M. L. y M. A. López P. 2000. Impactos del mejoramiento de maíz en América Latina 1996-1997. México D.F. CIMMYT. 45 p.
- Padin, S. B., G. M. Dal Bello y A. L. Vasicek. 1995. Potencial bioinsecticida de hongos entomopatogenos de plagas en granos almacenados. Revista Facultad de Agronomía 15(1):1-7.
- Pingali, P. L. and Pandey, S. 2001. World maize needs meeting: Technological opportunities and priorities for the public sector. *In*: Pingali, P. L. (ed.). CIMMYT 1999–2000. World maize facts and trends. meeting world maize needs: Technological opportunities and priorities for the public sector. Centro

- Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo. El Batán, Estado de México, México
- Powell, A. M. 1988. Trees and shrubs of Trans-Pecos Texas: Including Big Bend and Guadalupe Mountains National Parks. Big Bend National Park, TX: Big Bend Natural History Association. 536 p.
- Ramayo, L. 1983. Tecnología de granos. Departamento de insutrias agrícolas. Universidad Autonoma Chapingo. Chapingo. México. 216p
- Reyes Castañeda Pedro. 1990. El maíz y su cultivo, primera edición. 460 p.
- Rodríguez Montessorro Rafael, de León Carlos. 2008. El cultivo del maíz, temas
- Rozman, V., Kalinovic, I., Korunic, Z. 2007. Toxity of naturally occurring compounds of Lamiaceae and Lauraceae to three stored-products insects. J. Stored Prod. Res., 43:349-355
- Sánchez, P. A., Nicholaides, J. J., III & Couto, W. 1977. Physical and chemical constraints to food production in the tropics. In G. Bixler & L.W. Shenilt, eds. *Chemistry and world food supplies: the new frontiers*, CHEMRAWN II, p. 89-105.
- Selectos. Colegio de posgraduados. Mundi prensa México, volumen 1. 127 p.
- Serna, S. 1996. Química, almacenamiento e industrialización de los cereales. AGT Editores. México. 521p.
- 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.
- Soyza, A. G.; Killingbeck, T. K. ; Whitford, W. G. 2004. Relaciones planta agua y photosynthesis durante y después de la sequía en un arroyo del desierto Chihuahuense. Journal of Arid Environments. 59 (1): 27-39.
- Stoll, G. 1989. Protección natural de cultivos. Editorial Cientifica Josef Margraf. Ludswigsburg. Alemania. 186p.
- Stubbendieck, J. Hatch, S. L. Butterfield, C. H. 1992. América del Norte plantas rango. 4^a ed. Lincoln, NE: University of Nebraska Press. 493 p.
- Tavares, G. M. 2002. Bioatividade da erva de santa maria, *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae) en relação a *Sitophilus zeamais* Mots.,

- 1855 (Coleoptera: Curculionidae). Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Paraçicaba, Sao Paulo, Brasil. 59 p.
- Tobías, H. y Jorge. 1990. Medida de la erosión y escorrentía con diferentes prácticas de conservación de suelo en el cultivo de tuna (*Opuntia* sp) en comunidad de Chante (cuenca del río Seco-subcuenca del río Rímac). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Villaseñor R. J. Universidad Autónoma Nacional de México. instituto de biología. colecciones biológicas-2008 Disponible en <http://unibio.unam.mx/collections/specimens/urn/IBUNAM:MEXU:AST?f=Asteraceae&s=Flourensia+cernua+DC>. 1 MARZO
- Vines, R. A. 1960. Los árboles, arbustos y enredaderas leñosas del Suroeste. Austin, TX: University of Texas Press. 1104 p.
- Vivanco, J. M., Loyola-Vargas, V. M., Cosío, E., y Flores H. 2005. Mecanismos químicos de defensa de las plantas. Revista de Investigación y ciencia. Febrero 68-75
- Wallmo, O. C. 1956. Ecology of scaled quail in west Texas. Contribution of the Federal Aid in Wildlife Restoration Act: Special report from Project W-57-R and the Department of Wildlife Management, A & M College of Texas. Austin, TX: Texas Game and Fish Commission, Division of Wildlife Restoration. 134 p. [24189]
- Wilkes, H.G. 1985. Teosintle: the closest relative of maize revisited. *Maydica*, 30: 209-223.

A P E N D I C E

Cuadro 4 : datos del experimento de Gobernadora (*Larrea tridentata*).

GOBERNADORA			
CONCENTRACION	24HRS	48HRS	72HRS
15000 PPM	66.6	83.3	96.6
10000 PPM	46.6	76.6	83.3
8000 PPM	36.6	56.6	76.6
5000 PPM	23.3	40	66.6
2500 PPM	20	26.6	43.3
1000 PPM	13.3	23.3	33.3
TESTIGO	0	0	0

Cuadro 5: datos del experimento de Hojasen (*Flourenzia sernua*).

HOJASEN			
CONCENTR	24	48	72
15000 PPM	76.6	86.6	90
10000 PPM	53.3	66.6	83.3
8000 PPM	30	46.6	73.3
5000 PPM	26.6	33.3	63.3
2500 PPM	16.6	26.6	43.3
1000 PPM	6.6	16.6	23.3
TESTIGO	0	0	0

Cuadro 6: datos del experimento de Nopal (*Opuntia sp*).

NOPAL			
CONCENTRACION	24HRS	48HRS	72HRS
15000 PPM	26.3	36.6	73.3
10000 PPM	13.3	30	66.6
8000 PPM	10	33.3	43.3
5000 PPM	3.3	16.3	23.3
2500 PPM	0	13.3	16.3
1000 PPM	0	6.6	13.3
TESTIGO	0	0	0