

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARÍA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



**EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA DE EXTRACTOS VEGETALES
SOBRE *Tribolium castaneum* (HERBST) EN LABORATORIO.**

Por:

BERNARDO BRIGADA VARGAS

T E S I S

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título
de:**

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITOLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Abril 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA DE EXTRACTOS VEGETALES
SOBRE *Tribolium castaneum* (HERBST) EN LABORATORIO.

Por:

BERNARDO BRIGADA VARGAS

TESIS

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

INGENIERO AGRONOMO PARASITÓLOGO

Aprobada por:



DR. ERNESTO CERNA CHÁVEZ
Presidente del jurado



M.C. REBECA GONZÁLEZ VILLEGAS
Sinodal



DR. MARIANO FLORES DÁVILA
Sinodal



QFB. DIANA MORALES ADAME
Sinodal

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



DR. MARIO ERNESTO VÁZQUEZ BADILLO



Coordinación
de Agronomía
Saltillo, Coahuila México.
Abril de 2011

AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODO PODEROSO Por haberme dado la sabiduría y la fortaleza para que fuera posible alcanzar este triunfo. Por ser el motor de mi vida, por no haber dejado que me rinda en ningún momento e iluminarme para salir adelante, porque todo lo que tengo, lo que puedo y lo que recibo es regalo que él me ha dado.

Igualmente el autor del presente estudio agradece muy profundamente a todos los organismos y personas que hicieron posible la realización del mismo, entre los que se deben mencionar:

Al laboratorio **C.R.E.R.O.B** y la empresa **patronato para la investigación fomento y Sanidad Vegetal** por aceptarme en su equipo de trabajo y brindarme su apoyo para terminar mi tesis de nivel licenciatura y brindarme la confianza y conocimientos.

A todos mis amigos, amigas y en especial a la **generación CX de parasicología** que han sido importantes para mí durante todo este tiempo gracias por su apoyo, comprensión y sobre todo por brindarme su amistad.

A todos mis maestros que aportaron a mi formación. Quienes me enseñaron más que el saber científico, a quienes me enseñaron a ser lo que no se aprende en salón de clase y a compartir el conocimiento con los demás.

Al **DR. Ernesto Cerna Chávez** por brindarme su amistad y la oportunidad de trabajar con él, así como los conocimientos transmitidos.

- A nuestra casa de estudios mi querida **Alma Terra Mater** por haberme dado la oportunidad de ingresar al sistema de Educación Superior y cumplir este gran sueño.

Un agradecimiento a la empresa **GBS GLOBAL** por el apoyo brindado para la realización en laboratorio de este trabajo.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto y toda mi carrera universitaria a **Dios** por ser quien ha estado a mi lado en todo momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día y seguir adelante rompiendo todas las barreras posibles.

A si como también dedico este trabajo a mi madre **Delfina Vargas Ortiz** y a mi padre **Heliodoro Brigada González**, ya que gracias a ellos soy quien soy hoy en día, fueron los que me dieron ese cariño y calor humano necesario, son los que han velado por mi salud, mis estudios, mi educación alimentación entre otros, son a ellos a quien les debo todo, horas de consejos , de regaños, y de alegrías de las cuales estoy muy seguro que las han hecho con todo el amor del mundo para formarme como un ser integral y de las cuales me siento extremadamente orgulloso.

A mi hermana **Elvia Nohemí** que siempre ha estado conmigo y siempre me ha apoyado en los momentos más difícil de mi vida.

Dedico este trabajo a mi amada esposa **Antonieta Castro Gaspar**, por su apoyo y ánimo que me brinda día con día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales. Porque vive conmigo mis triunfos. Sobre todo por brindarme la dicha de ser padre A ella que me ha comprendido y apoyado durante mi carrera. Gracias por apoyarme y confiar en mí. Y lo feliz que me hace nuestra unión. Soy feliz por la seguridad que siento al saber que estás a mi lado, día tras día, y el saber que estamos juntos año tras año. Esposa mía ¡Te amo!

A MI HIJO

A mi hijo **Alan Ricardo** como un testimonio de gratitud, porque su presencia ha sido y será siempre el motivo más grande que ha impulsado para lograr esta meta. Gracias por alegrarme la vida cuando estaba triste con esa sonrisa tan tierna y llena de amor.

A mi abuelo **Celestino Vargas Zarate** y abuela **Francisca Ortiz Pérez** que nunca dejaron de creer en mí y siempre estuvieron al pendiente, gracias por todo.

A mi abuela **Ofelia González Ríos (QEPD)** ya que no pudo ver mis sueños realizados, pero donde quiera que este, está feliz de haber logrado lo que me propuse.

A mi abuelo **Francisco Brigada Gracida** que ha mostrado interés por mis estudios y gracias por sus consejos.

A todos mis **tíos y tías** que siempre ha estado conmigo y me han brindado su apoyo incondicional.

A todos mis Primos que han puesto interés en mis estudios y especialmente a **Josué Guerrero** que siempre me ha apoyado.

A la **MC. Rebeca González Villegas** por su valiosa participación como asesor en mi trabajo de tesis. Por su paciencia, tiempo, comprensión y conocimientos brindados para mi formación profesional.

A todas y cada una de las personas que hicieron posibles este trabajo muchas gracias por su apoyo y enseñanza, porque de una forma u otra han colocado un granito de arena para el logro de este trabajo, y agradezco de forma sincera su valiosa colaboración.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
INDICE DE CONTENIDO	iv
INDICE DE CUADROS	Vii
INDICE DE FIGURAS	Viii
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	1
REVISION DE LITERATURA	2
Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	2
Historia del trigo en México	2
Fundamento.....	3
Producción mundial de trigo	3
Usos.....	4
Proceso de molienda.....	4
Recepción y almacenamiento del trigo.....	4
Limpieza y preparación del trigo	5
Molienda y cernido	5
Ensayado, control de calidad y distribución	5
Mercado mundial de harina de trigo	5
Valores para clasificar las harinas.	6
Principales plagas de granos almacenados.....	6
El agroecosistema de los granos almacenados	8
Adaptación fisiológica a las condiciones de almacén.....	8
Daños provocados por las plagas de almacén	9
Daños directos	9
Métodos físicos de control	10
Temperatura	10
Radiación	10

Almacenamiento hermético	10
Sonido y Percusión	11
Control orgánico de plagas de los granos almacenados	11
Polvos Inertes	12
Tierra de Diatomeas	12
Atmósfera modificada.	13
Control biológico	13
Gorgojo de la Harina <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)	16
Importancia económica	16
Clasificación taxonómica	16
Descripción morfológica	17
Biología y hábitos	17
Distribución	18
Uso de productos químicos	18
Uso de extractos vegetales	18
Descripción de las Plantas Bajo estudio.	19
Gobernadora (<i>Larrea tridentata</i>)	19
Origen	19
Distribución.....	19
Taxonomía	20
Descripción morfológica	20
Hábitat	20
Vegetación asociada	21
Aspectos fisiológicos	21
Tolerancia	22
Desventajas.....	23
Antecedentes	23
Usos	23
Hojasen (<i>Flourensia cernua DC</i>).	25
Origen	25
Distribución	25
Clasificación taxonómica	25

Descripción morfológica.....	25
Biología y hábitos.....	26
Antecedentes	26
Nopal (<i>Opuntia sp.</i>)	26
Origen y Distribución	26
Taxonomía	27
Fenología	27
Plantas con antecedentes plaguicidas	29
Polvos vegetales.....	29
Aceites.....	30
MATERIALES Y METODOS.....	31
Ubicación y del área de estudio	31
Incremento de colonias	31
Técnica de película residual (FAO, 1974)	31
Análisis estadístico.....	32
RESULTADOS.....	33
CONCLUSIONES.....	40
LITERATURA CITADA	41

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Usos actuales y potenciales de <i>Opuntia spp.</i>	28
2	Porcentaje de mortalidad del extracto de gobernadora sobre adultos de <i>Tribolium castaneum</i> a través del tiempo.	33
3	Porcentaje de mortalidad del extracto de hojaseñ sobre adultos de <i>Tribolium castaneum</i> a través del tiempo.....	35
4	Porcentaje de mortalidad del extracto de nopal sobre adultos de <i>Tribolium castaneum</i> a través del tiempo.	36
5	CL ₅₀ y CL ₉₀ y Parámetros de confianza a las 24 horas para <i>Tribolium castaneum</i>	38
6	CL ₅₀ y CL ₉₀ y Parámetros de confianza a las 48 horas para <i>Tribolium castaneum</i>	38
7	CL ₅₀ y CL ₉₀ y Parámetros de confianza a las 72 horas para <i>Tribolium castaneum</i>	39

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Porcentajes de mortalidad y líneas de tendencia de <i>Tribolium castaneum</i> a través del tiempo con el extracto de gobernadora...	34
2	Porcentajes de mortalidad y líneas de tendencia de <i>Tribolium castaneum</i> a través del tiempo con el extracto de hojaseñ....	35
3	Porcentajes de mortalidad y líneas de tendencia de <i>Tribolium castaneum</i> a través del tiempo con el extracto de Nopal.....	37

RESUMEN

El daño ocasionado por los productos químicos al medio ambiente y salud han originado la búsqueda de nuevas alternativas para el control de insectos teniendo a los extractos vegetales que muestran buenos efectos insecticidas en algunos casos.

Se evaluó el efecto insecticida de extractos de *Larrea tridentata*, *Florenxia cernua*, *Opuntia sp* contra el gorgojo menor de las harinas *Tribolium castaneum*. Las concentraciones evaluadas fueron 15,000, 10,000, 8,000, 5,000, 2,500, y 1,000 ppm, se tenía un testigo absoluto, se empleó el método de película residual, se tenían tres repeticiones por cada tratamiento, posteriormente se aplicó 1 mL de cada concentración del extracto en cada frasco y se depositaron 10 individuos adultos en cada frasco gerber los cuales se cubrieron con tela de organza para evitar el escape 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 más altos obtenidos a las 24 hrs con *Larrea tridentata* fueron de 46.6 %, a las 48 de 56.6 % y a las 72 hrs del 90 % para la concentración mayor de 15,000 ppm y para el caso de *Florenxia cernua* a las 24 hrs se observó una mortalidad de 43.3 % a las 48 de 66.6 % y a las 72 hrs de 80 %, mientras que para *Opuntia sp.* en el primer conteo se obtuvo una mortalidad de 36.6 % a las 48 de 60 % y mientras que al término de las 72 hrs fue de 76.6 %, siendo el último el que obtuvo los porcentajes menores.

De acuerdo al análisis estadístico realizado para las CL_{50} a las 24 hrs el mejor extracto fue *Opuntia* ya que fue en el que se necesitó menos producto siendo este 23901.95 ppm, cambiando este a las 498 horas teniendo el mejor el extracto de *Larrea tridentata* con 1481.04 ppm, teniendo también a las 72 horas como mejor extracto el de *Larrea tridentata* requiriendo 1781.04 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 está más concentrado.

Palabras claves: Gorgojo, *Tribolium castaneum*, *Larrea tridentata*.

INTRODUCCIÓN

El uso de productos naturales para el control de plagas de importancia agrícola es cada vez mas aceptado debido a la necesidad de emplear compuestos eficaces que no dañen el medio ambiente (Clemente, 2000). Existen antecedentes de plantas de las zonas desérticas de México, en esta descripciones se menciona una gran cantidad de plantas con potencial de exploración para diversos usos, tales como aprovechamiento de sus fibras, potencial alimenticio o forrajero, conocimiento de sus propiedades medicinales y toxicológicas de ganado como las obras de Martínez (1994).

En los últimos años el uso de insecticidas sintéticos, como método principal de control de insectos ha provocado el surgimiento de resistencia en estos organismos, la contaminación del suelo, aire, agua, la eliminación de enemigos naturales, la aparición de plagas secundarias y la resistencia a los insecticidas, intoxicación de personas que los utilizan a corto y largo plazo así como la acumulación de residuos tóxicos en los alimentos (Rodríguez, 1997).

En la agricultura del nuevo milenio debe establecer nuevas alterativas de control que tengan un menor impacto ambiental, que permitan reducir significativamente el uso de plaguicidas, los cuales por su elevado costo, también representan una limitante para los productores (Guevara *et al.*, 2000).

La investigación sobre insecticidas vegetales pueden tener dos vertientes: una es la de la agricultura de subsistencia, que procura buscar la independencia del agricultor, proporcionándole alternativas de combate de plagas mediante el uso de plantas de su mismo medio; la otra consiste en buscar entre las plantas silvestres nuevas moléculas con propiedades insecticidas con el potencial de originar una nueva familia de insecticidas que pudiesen llegar a sintetizarse en laboratorios, como ha ocurrido con los piretroides y los carbamatos, que son derivados sintéticos de moléculas aisladas de plantas como piretro, (*Tanacetum cinerariaefolium*) y el haba de calabar (*Physostigma venenosum*), respectivamente (Silva *et al.*, 2002). Por lo anterior mencionado se presenta el siguiente objetivo: Determinar el efecto insecticida de extractos vegetales sobre *Tribolium castaneum* en bajo condiciones de laboratorio.

REVISIONN DE LITERATURA

Trigo (*Triticum aestivum*)

Historia del trigo en México

Se dice que el trigo llegó a nuestro país en la época de la conquista, a través de embarcaciones españolas que arribaron con grandes cantidades de trigo, pero la historia lo documenta de otra manera. Como los viajes del viejo mundo a América eran largos, las provisiones se consumían y terminaban antes de llegar a su destino. Al parecer, los viajeros no se preocupaban por guardar algunas semillas para que fueran sembradas en México. Por eso se dice que fue un poco tardía la llegada del trigo a la región que ahora comprende nuestro país (http://www.harina.org/trigo_mexico.php).

Según relato de los historiadores Andrés de Tapia y Francisco López de Gómora, el negro portugués Juan Garrido, criado de Hernán Cortés, fue el primero en sembrar y cosechar trigo en México al encontrar mezclados tres granos en un costal de arroz. Sólo germinó uno que dio 180 granos y de esa espiga se hicieron otras siembras que comenzaron a cultivarse en diferentes regiones de la Nueva España. Ya para 1534, a escasos 13 años de consolidar la conquista, se levantaban importantes cosechas de trigo en las inmediaciones de Texcoco y Puebla. Los jesuitas hicieron que el trigo llegara a la parte norte del país en donde enseñaron a los nativos a cultivarlo. Con la expulsión de estos religiosos, los franciscanos siguieron la labor del cultivo en toda la región (CANIMOLT cámara nacional de la industria molinera de trigo) (http://www.harina.org/trigo_mexico.php).

El cultivo del trigo en la Nueva España, así como su transformación en harina y posteriormente en pan, fue una necesidad imperiosa de los conquistadores, para satisfacer aquí viejas costumbres en su alimentación. También tuvieron la tarea de enseñar a los autóctonos la molienda y la elaboración del pan convirtiéndose en parte de la dieta americana desde entonces (http://www.harina.org/trigo_mexico.php).

Los molinos cercanos a la capital, algunos de los cuales databan del siglo XVI, eran a principios del siglo XIX los siguientes: El Molino del Rey, que pertenecía al Marqués de Zulueta; los de Temacoco, Zavaleta, Socorro, Miraflores en Texcoco y el del Moral; los de Santo Domingo y Valdés en Coyoacán y el de Belén en las lomas de Santa Fé, en Tacubaya; los de Santa Mónica y San Ildefonso en *la* jurisdicción de Azcapotzalco (http://www.molinovillafane.com/todo_acerca_del_trigo.html).

Fundamento

El trigo es el cereal producido en forma más extensa en el mundo. La mayor parte del trigo se destina a consumo humano; por lo tanto, su aporte a la ingesta calórica es significativo, particularmente en las Américas y el Medio Oriente. El procesamiento del trigo entero a harina de trigo generalmente se concentra en unos pocos molinos grandes. La harina producida se usa para fabricar pan, galletas, pastas y otros productos. Debido a su amplia distribución geográfica, aceptación, estabilidad y versatilidad, la harina de trigo es un vehículo apropiado para suministrar micronutrientes a la humanidad (Ruiz & Rubén.1981).

Producción mundial de trigo

A mediados de septiembre, habiéndose recogido ya alrededor de un 75 por ciento de las cosechas mundiales de trigo, se cuenta con estimaciones más seguras sobre la producción de muchos de los principales países productores. El pronóstico de la FAO relativo a la producción mundial de trigo en 2004 se cifra ahora en 613,2 millones de ton, 18 millones de ton más que el pronóstico anterior de junio, y 53 millones de ton más que en 2003. A escala mundial, la enorme recuperación de la producción en Europa ha relegado a segundo término la mayoría de las otras variaciones regionales relativamente menores en comparación (<http://www.fao.org/docrep/007/j2968s/j2968s04.htm>).

El pronóstico más reciente de la FAO relativo a la producción mundial de trigo en 2009 se cifra en 655 millones de ton, aproximadamente un 4 % menos que el récord del año pasado pero todavía muy por encima de la media de los últimos cinco años. La mayor parte de la disminución está prevista entre los principales países productores del mundo, en particular los de las partes

orientales de Europa y los Estados Unidos. En algunos países que el año pasado sufrieron los efectos de la sequía, tales como la República Islámica del Irán, Turquía y la República Árabe Siria, se pronostican recuperaciones importantes a nivel nacional y regional, pero no suficientes como para compensar la disminución en el plano mundial (<http://www.fao.org/docrep/012/ai484s/ai484s04.htm>).

Usos

El trigo generalmente es transformado en harina, y ésta es destinada principalmente a la fabricación de pan, galletas, pasteles, tortillas, pastas para sopa y otros productos. Uno de los elementos nutritivos más importantes es la proteína, misma que se encuentra contenida en el gluten, el cual facilita la elaboración de levaduras de alta calidad, necesarias para la panificación. El trigo de menor calidad se utiliza para la elaboración de bebidas alcohólicas y alimentación animal. Igualmente los subproductos de la molienda (salvado, salvadillo, etc.) se utilizan como alimento forrajero, o para la elaboración de otros alimentos humanos con alto contenido de fibras (http://www.harina.org/harina_nutricion.php).

El valor nutritivo del trigo y de los productos derivados de sus harinas, siempre han sido una fuente importante de alimento para la humanidad, ya que aportan energía, proteína, vitaminas y minerales, muy necesarios para el crecimiento sano de la población. El trigo de menor calidad se utiliza para la elaboración de bebidas alcohólicas y alimentación animal. Igualmente los subproductos de la molienda (salvado, salvadillo, etc.) Se utilizan como alimento forrajero, o para la elaboración de otros alimentos humanos con alto contenido de fibras. El valor nutritivo del trigo y de los productos derivados de sus harinas, siempre han sido una fuente importante de alimento para la humanidad, ya que aportan energía, proteína, vitaminas y minerales, muy necesarios para el crecimiento sano de la población (http://www.harina.org/harina_nutricion.php).

Proceso de molienda

Recepción y almacenamiento del trigo

Al ingresar el trigo en camiones se pesa y se toman muestras para analizar en laboratorio, luego se descarga y clasifica en la planta de almacenes.

http://www.molinovillafane.com/proceso_de_molienda_del_trigo.html

Limpieza y preparación del trigo

Se realiza una primera limpieza en seco para separar polvillo y cuerpos extraños. Luego el trigo es mojado y depositado en silos de descanso durante 30 horas previo a la molienda.

http://www.molinovillafane.com/proceso_de_molienda_del_trigo.html

Molienda y cernido

Todo el proceso está dedicado a abrir cada grano de trigo, raspar el endospermo y remover las partículas de cáscara para moler el endospermo puro y transformarlo en harinas. Las máquinas utilizadas para la molienda se denominan molinos de cilindros, poseen rodillos de acero estriados de a pares que al girar en sentido contrario rompen los granos que pasan a través de ellos. El cernido se efectúa mediante una máquina cernedora con tamices múltiples denominada Planfsister que separa los distintos tipos de harina según el tamaño de sus partículas.

http://www.molinovillafane.com/proceso_de_molienda_del_trigo.html

Ensacado, control de calidad y distribución

Las harinas así obtenidas se envasan sacos de polipropileno y se despachan a diversos puntos del país. Previo a ello se controla en laboratorio la calidad mediante diversos análisis de Humedad, Proteínas, Cenizas, Blancura y Propiedades Reológicas (Alveograma) De tal manera. Mediante una estricta selección de los trigos utilizados y un riguroso proceso de molienda.

http://www.molinovillafane.com/proceso_de_molienda_del_trigo.html

Mercado mundial de harina de trigo

Los principales productores de harina de trigo son: EE.UU., Rusia, la Unión Europea, Argentina, India y Egipto. En general los primeros productores de trigo son importantes exportadores de harina. Las exportaciones mundiales de harina son del orden de los 8,8 millones de ton/año por un valor de us \$ 1.800 millones. La U.E. coloca en el mercado más de 4,5 millones de ton, 50 % del mercado

internacional, seguidos por Estados Unidos, con el 11 %. Argentina participa con el 4 % del total comercializado, y su participación disminuyó en los dos últimos años. Otros operadores importantes son Japón (4 %) Australia, Turquía y Kazajastán (3 %), y Canadá (2 %). El ranking de los principales importadores fue Libia con 670 mil toneladas, Yemen, con 665 mil toneladas, China con 257 mil ton, Brasil con 200 mil ton y la Unión Europea con 1,2 millones de ton, que prácticamente en su totalidad se refiere a intercambio(<http://www.made-inargentina.com/alimentos/harinas/temas%20relacionados/mercado%20mundial%20de%20harina%20de%20trigo.htm>).

Valores para clasificar las harinas.

W. Es la fuerza que tiene la harina.

P/L. Índica el equilibrio de la harina y ayuda a saber que tipo de trabajo panadero es más adecuado para cada harina.

Valor P. (Tenacidad). Es la absorción que tiene la harina sobre el agua.

Valor L. (Extensibilidad). Es la capacidad que tiene la harina para ser estirada cuando se mezcla con agua. La absorción es un dato de mucha importancia en panificación y depende de la calidad del gluten.

Maltosa. Es el azúcar existente en la harina sobre el que actúa la levadura para producir gas carbónico durante el proceso de fermentación. Por consiguiente es necesario relacionar todos los valores y no limitarse a uno solo, ya que puede darse el caso de que dos harinas tengan el mismo W pero diferente P/L, y por lo tanto su comportamiento en panificación será muy distinto.

Principales plagas de granos almacenados

Cuando se habla de productos almacenados se suele pensar intuitivamente en alimentos. Sin embargo, se pueden considerar como producto almacenado materiales diversos que el hombre conserva durante un periodo de duración variable para una utilización posterior. Los tejidos, el tabaco, las flores secas, los animales disecados, etc., son productos 'almacenables' y susceptibles de ser usados como sustratos alimenticios por diversas especies de insectos que pueden convertirse en plagas, potenciales o reales, de dichos productos. Algunas especies han llegado a citarse como dañinas (Aguilar-Armat, 1930; Flores, 1960)

Según la F.A.O (1985), los principales agentes responsables del deterioro en los productos alimenticios almacenados son hongos, insectos, roedores y aves, si bien factores de tipo abiótico, como la temperatura, humedad relativa ambiental y contenido de humedad del producto juegan un papel destacado en la incidencia de estos agentes.

Los daños producidos por roedores, especialmente en zonas rurales, también pueden ser muy importantes. Las aves tienen una mayor trascendencia como consumidores de granos en el campo, bien en la siembra, o antes de la recolección. Las especies que han conseguido una mayor adaptación a las condiciones de almacén y que causan daños mas cuantiosos se hallan entre los artrópodos, especialmente los insectos y algunas especies de ácaros.

Más de 1.000 especies de insectos infestan los productos almacenados en todo el mundo. Estos insectos pertenecen a órdenes tan diversos como Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera. Las especies de mayor importancia económica se hallan entre los coleópteros y los lepidópteros (Krasilnikova, 1966).

En el ámbito mundial se citan unas 600 especies de coleópteros sobre productos almacenados, que pertenecen a unas treinta familias. Entre los más frecuentes se hallan los curculiónidos del genero *Sitophilus* que causan importantes pérdidas en granos almacenados. Las especies de *Tribolium* son plagas importantes de los granos y harinas de cereales (Domínguez, 1989).

Entre los lepidópteros, las especies asociadas a productos almacenados son más de 70 en todo el mundo, agrupadas en unas 10 familias, si bien las plagas mas importantes pertenecen a los pirálidos. Las especies de *Ephestia* y *Cadra* se encuentran entre las más dañinas. Probablemente la mas popular es la palomilla gris (*E. kuehnila*), que causa serios daños en la harina. Otras especies comunes son la polilla del ajo (*E. welseriella*), la polilla del tabaco (*E. aquella*). La polilla bandeada (*Plodia interpunctella*) es un piralido muy común que ataca una gran variedad de productos almacenados. Algunos otros lepidópteros también revisten un cierto interés, como *Sitotroga cerealella*, que es una grave plaga de los cereales (<http://www.fao.org/docrep/x5053s/x5053s06.htm>).

Varias especies de ácaros son comunes en los productos alimenticios almacenados, si bien suelen pasar desapercibidos por su pequeño tamaño. Son

más frecuentes en climas húmedos, y aparecen en los almacenes cuando la humedad es elevada. A menudo causan graves problemas alérgicos. Las especies más dañinas pertenecen al orden Acaridida (Astigmata), familias Aceridae y Glycyphagidae. El acaro de la harina (*Acarus siro*), que vive sobre harinas, granos y diversos alimentos (Aldryhim, 1990).

El agroecosistema de los granos almacenados

Los granos almacenados constituyen un agroecosistema complejo. Esto se debe a que se producen una serie de interacciones entre luz, temperatura, humedad y agentes bióticos (insectos y hongos). 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 y 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). La infestación puede producirse ya sea en el campo, durante el transporte o en la bodega (Ramayo, 1983). En base a todas estas consideraciones es que se deben tomar las medidas de control necesarias ya sean preventivas curativas.

Adaptación fisiológica a las condiciones de almacén

Los productos almacenados están habitualmente aislados del exterior, por lo que la luz suele ser escasa, y factores como la temperatura y la humedad son relativamente estables. Estas condiciones son muy diferentes de las existentes en el medio natural. Levinson & Levinson (1994) recogen una serie de atributos fisiológicos que han permitido la colonización del nuevo hábitad.

Los productos almacenados suelen tener un contenido de humedad muy bajo, por lo que es importante tener un sistema eficaz de conservación del agua. Los túbulos de Malpighi de muchos insectos de almacén son habitualmente de tipo criptonefrídico, adosados al proctodeo para excretar el agua de las heces (Saini, 1964; Grimstone et al 1968). El producto de excreción es ácido úrico y las heces son secas y duras. También es posible la obtención de agua mediante oxidación de nutrientes. El grado de adaptación de las distintas especies para

alimentarse sobre un sustrato desecado es muy variable. Las especies mejor adaptadas probablemente sean *Ephestia kuehniella* y *Tenebrio molitor*, que pueden desarrollarse sobre sustratos con un contenido en humedad del 1 % los ordenes *Oryzaephilus surinamensis* y *Tribolium confusum* requieren un contenido mínimo del 6 %. Las especies que viven sobre productos almacenados son muy sensitivas a los cambios de humedad, y están dotadas con higrorreceptores muy eficientes (Levinson & Kanaujia, 1982).

Daños provocados por las plagas de almacén

Debido a las condiciones ambientales existentes en los almacenes, la mayoría de las plagas importantes de almacén tienen un desarrollo rápido y alcanza con prontitud la madurez sexual. Como resultado, la tasa de crecimiento es muy alta y las poblaciones aumentan con rapidez. Las generaciones se suceden y en solo unos meses una sola pareja de insectos puede desarrollar una progenie suficiente para infestar varias toneladas de producto. No obstante, en algunas especies el ataque no se extiende a todo el volumen del producto almacenado, pues los individuos son incapaces de profundizar en el sustrato y los daños se localizan en las capas superficiales. Esto es característico de especies como *Ephestia kuehniella*, *Sitotroga cerealella* y *Trogoderma granarium*. El acarido *Acarus siro* produce daños de consideración en la harina, pero su ataque se restringe a los 4 o 5 cm superficiales (García *et al.*, 1991). En principio, los daños que producen las plagas de productos almacenados pueden adscribirse a dos categorías: daños de tipo directo y daños de tipo indirecto.

Daños directos

Los daños directos son los mas obvios, y son producidos por la alimentación de la plaga sobre el producto. Pueden ser causados por las larvas y adultos. La mayor parte de los coleópteros de almacén por ejemplo: (*Lasiderma*, *Oryzaephilus*, *Sitophilus*, *Tribolium*) causan daños tanto de larvas como adultos. Por el contrario, en las polillas y algunos coleópteros (*bruquidos* y algunos *dermestidos* y *anobidos*) el daño es producido por las larvas. En las especies del primer grupo los adultos son muy longevos y el periodo de oviposición muy prolongado (Imura, 1990).

Los daños directos, en general, suelen ser de escasa importancia en comparación con los daños indirectos. Usualmente se valoran como la pérdida de peso y/o volumen del producto en un determinado periodo, aunque ello supone una estimación deficiente, pues no considera las exuvios, excrementos y otros restos de la plaga, que pueden ser muy abundantes. En el ácaro de la harina, la acumulación de estos restos puede suponer el 50 % del volumen original del producto (Hill, 1987).

Métodos físicos de control

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 and Muir, 1996). Dentro de la agricultura tradicional una práctica común es la exposición del grano al sol debido a que los insectos no toleran las elevadas temperaturas (Lindbland y Druben, 1979). Un ejemplo del uso de las bajas temperaturas se da en lugares de otoños e inviernos fríos donde se exponen las semillas al ambiente debido a que las bajas temperaturas reducen la tasa de desarrollo, la alimentación, fecundidad y porcentaje de supervivencia de los insectos (Fields and Muir, 1996).

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). Según Fields and Muir (1996), para desinfectar granos o harina se necesitan concentraciones entre 0.2-1.0 kg y aunque hacen la aclaración que esta concentración no mata a toda la población pero los pocos sobrevivientes tendrán menor actividad fágica y sin lugar a dudas serán estériles.

Almacenamiento hermético

En un recipiente completamente hermético los insectos plaga que pudiera haber en el grano mueren por falta de oxígeno (Hall, 1980). En algunos lugares

los agricultores almacenan los granos en depósitos subterráneos y secos que pueden resultar completamente herméticos (Lindbland y Druben, 1979). Aunque cabe señalar que este método presenta la desventaja que las semillas que quedan cerca de las paredes se humedecen formándose hongos y alterándose el sabor.

Sonido y Percusión

Ciertos estudios han demostrado que el número de insectos nacidos de huevos de *Plodia interpunctella* puestos durante una exposición de cuatro días a ondas acústicas amplificadas era cuatro veces menor que en el caso de huevos no expuestos (Hall, 1980). A su vez se ha comprobado que un golpe brusco o percusión mata las fases de los insectos existentes en los productos almacenados e incluso los huevos depositados en el interior de granos de cereal (Hall, 1980).

Control orgánico de plagas de los granos almacenados

Desde hace cientos de años los agricultores han combatido a los insectos y aceptan el hecho de que éstos consumen y destruyen cierta cantidad de sus semillas ya sean para comercialización, alimentación o siembra para la próxima temporada. Los métodos de control utilizados son de naturalezas muy diversas, encontrándose alternativas como el control físico, químico y biológico, entre otros. La protección de semillas constituye uno de los permanentes desafíos para los profesionales e investigadores que trabajan en la protección vegetal y aún más si no se cuenta con la herramienta más recurrida (para bien o para mal), que son los insecticidas de origen sintético. Sin embargo, existen una serie de métodos naturales de control que permiten obtener niveles satisfactorios de protección a los cuales se puede recurrir cuando, por ejemplo, se trata de un sistema orgánico de producción. En el presente manuscrito se hará una revisión de algunos de estos métodos que son susceptibles de utilizar y que bien aplicados sin lugar a dudas producirán una adecuada protección de los granos almacenados (Fields and Muir, 1996).

Polvos Inertes

Entre los métodos físicos de combate de insectos plaga de los granos almacenados se encuentran algunas prácticas de la agricultura poco tecnificada que aprovechan los recursos disponibles del medio como herramientas de control (Stoll, 1989). Así es como una gran cantidad de polvos inertes, cenizas y arenas finas, se han mezclado con el grano de manera tradicional como barrera física contra el daño por insectos (D'Antonio, 1997). Estos polvos minerales, comúnmente llamados polvos inertes tienen un efecto abrasivo o bien absorben los lípidos que forman la superficie exterior de la cutícula de los insectos, facilitando una pérdida de agua que conduce a la muerte por deshidratación del insecto (Luca y Pinçao, 1995; Subramanyan y Roesli, 2000). Según Golob *et al.*, (1981), todos los polvos minerales disminuyen la infestación de las plagas pero la efectividad está directamente relacionada con la dosis. Este antecedente es avalado por Permual y Le Patourel (1990) quienes además indican que una dosis de 5 g por kg de grano reduce considerablemente las F1 de todas las especies evaluadas. Otro ejemplo se encuentra en Aldryhim (1990), donde un polvo de sílice disminuyó la progenie de *Tribolium confusum* y *Sitophilus granarius* en un 60 %. En América Latina también existen algunos antecedentes sobre el tema, por ejemplo González y Lagunes (1986), encontraron que después de 65 días de almacenamiento el maíz tratado con cal y ceniza volcánica al 1 % mostraron menores infestaciones que el testigo. A su vez Paez (1987) con esta misma ceniza a una concentración del 1%, obtuvo una progenie de *Sitophilus zeamais* un 50 % menor al testigo. Como se puede ver este es un método de control que se muestra muy promisorio y que sin lugar a dudas merece ser investigado con mayor profundidad.

Tierra de Diatomeas

La tierra de diatomeas son los exoesqueletos de algas petrificadas en los fondos marinos. El exoesqueleto posee en su estructura abundante en sílice extraído del agua (Allen, 2001). Estas estructuras, de tamaño microscópico, están formadas por cristales de bordes irregulares y filosos los cuales al rasgar el integumento del insecto causan su muerte por deshidratación de tejidos (Korunic, 1998). La tierra de diatomeas ha demostrado ser efectiva para el control de

plagas de granos almacenados, evitando así el deterioro y pérdida del valor comercial de los mismos (Scholl,1998). La muerte de los insectos ocurre aproximadamente 12 horas después de haber tomado contacto con el producto. Se utiliza en una concentración del 0,6 % al 1 % (p/p) y ha mostrado un efecto protector de entre 7 y 12 meses respectivamente (Korunic, 1998).

Atmósfera modificada.

La atmósfera modificada ofrece una alternativa al uso de los fumigantes químicos residuales para controlar plagas de los granos almacenados. Este método ha sido usado por los humanos durante siglos (González, 1995) y de hecho el almacenamiento hermético es un tipo de atmósfera modificada (Banks y Fields, 1995) ya que crea un ambiente rico en dióxido de carbono y bajo en oxígeno (White and Leesch, 1996). Según estos últimos autores, este método de control presenta ventajas como que no contamina la atmósfera y es seguro para los aplicadores, no deja residuos dañinos y las alteraciones organolépticas del grano son mínimas. Pero, también presenta desventajas como por ejemplo que se necesita un determinado tiempo para que produzca su efecto, el CO₂ no puede ser usado con facilidad debido a que en su forma de uso carbónico causa trastornos en el sabor y se requiere un monitoreo permanente. Estudios de laboratorio muestran que el CO₂ tiene un mayor efecto biocida que el N₂ y aunque su modo de acción no ha sido aún determinado con exactitud este le es atribuido a interacciones a nivel del cerebro, procesos metabólicos, sistema endocrino, respiratorio y circulatorio de los insectos (Banks y Fields, 1995).

Control biológico

El control biológico fue definido en 1987 por la Academia Nacional de Ciencias (NAS) de Estados Unidos como el uso de organismos naturales o modificados, genes o productos genéticos que reducen el efecto de organismos indeseables (plagas) y favorece a organismos útiles como cultivos, árboles, animales e insectos benéficos y microorganismos (García, 1988). Según Brower *et al.*, (1996), el uso del control biológico en granos almacenadas presenta muchas ventajas como es que la liberación de los enemigos naturales en ambientes confinados los protege de las condiciones adversas del clima, además

que los agentes controladores que sobreviven hasta las últimas etapas del almacenamiento no son dañinas como pueden llegar a serlo los residuos de plaguicidas, no se conoce resistencia por parte del insecto plaga (huésped) y no ponen en peligro a los operadores que realizan la aplicación (liberación en este caso). Aunque también estos autores señalan algunas desventajas como por ejemplo que los enemigos naturales son muy específicos y actúan lentamente además de que se requiere de infraestructura permanente para su reproducción y su éxito puede requerir liberaciones demasiado frecuentes lo cual podría producir que el grano se pueda contaminar por la presencia de los restos de los insectos muertos producto de las múltiples liberaciones. El uso de enemigos naturales para el control de plagas de los granos almacenados puede ser con insectos depredadores o parasitoides.

Depredadores

Una amplia variedad de depredadores atacan a plagas de los granos, semillas y productos almacenados en general (Brower *et al.*, 1996). Sin lugar a dudas los dos ordenes más importantes son Coleoptera y Hemiptera. Según Baur (1992), las familias más importantes de coleopteros depredadores son *Carabidae*, *Staphylinidae* e *Histeridae* pero los depredadores más comúnmente encontrados en productos almacenados son los chinches de la familia *Anthocoridae* y específicamente *Xylocoris flavipes*. Antecedentes reportados por Brower *et al.*, (1996), indican que este depredador después de 16 semanas fue capaz de disminuir en un 97 a 99 % la población de *Oryzaephilus surinamensis*, en un 97.6 % la de *Tribolium casteanum* y en un 78.8 % la de *Plodia interpunctella*.

Parasitoides

La mayoría de los parasitoides que atacan plagas de los granos almacenados son del orden Hymenoptera (Baur, 1992). Según Brower *et al.*, (1996), los parasitoides en este contexto se pueden dividir en aquellos que parasitan a plagas que se alimentan del interior del grano y aquellas que atacan a las que se alimentan de la parte externa. De las primeras se destacan pteromalidos como *Anisopteromalus calandrae* (Howard), *Lariophagus distinguendus*, *Pteromalus cerealellae* y *Theocolax elegans*. Por ejemplo Baur

(1992), señala que *Anisopteromalus calandrae* y *Theocolax elegans* reducen la población de *Sitophilus zeamais* Motshulsky en un 25 a 50% en maíz almacenado. En el caso de aquellos que parasitan plagas externas al grano Brower et al. (1996), menciona a *Trichogramma pretiosum* y *Trichogramma evanescens* quienes atacan a los diferentes estados inmaduros de estas plagas pero especialmente huevecillos. A su vez también se destaca el braconido Bracon bebetor Say que parasita larvas de varias polillas como por ejemplo *Plodia interpunctella* en la que reduce la emergencia en un 74 % y en un 97 % en *Ephestia cautella* (Baur, 1992).

Hongos entomopatógenos

Los hongos entomopatógenos también son enemigos naturales de los insectos y para algunos autores constituyen una alternativa interesante en la protección de semillas almacenadas. Estos básicamente actúan invadiendo el cuerpo de su huésped penetrando la cutícula o exoesqueleto. Una vez en el celoma, se multiplican rápidamente y se dispersan a través del cuerpo. La muerte del insecto es ocasionada por la destrucción de tejidos y, ocasionalmente, por toxinas producidas por los hongos. Una vez que la plaga muere, los hongos emergen de su cuerpo para producir esporas, las cuales, llevadas por el viento, lluvia o por otros insectos pueden expandir la infección (Boucias y Pendland, 1998). Los hongos entomopatógenos requieren de una humedad alta para poder infectar a su huésped, por lo que las epizootias naturales son más comunes durante condiciones de humedad. La eficacia de estos hongos contra los insectos plaga depende de los siguientes factores: especie y/o cepa específicas del hongo patógeno, etapa de vida susceptible del hospedero y humedad y temperatura adecuadas. Como se puede ver la limitante de este método es que necesitan humedad para poder actuar, situación que no es recomendable si se trata de almacenamiento de semillas. Sin embargo, existen algunos casos de control de insectos plaga de semillas con estos microorganismos. Por ejemplo, Moino y Alves (1995), de un total de 72 aislamientos de *Beauveria bassiana*, encontraron 10 que demostraron tener efecto sobre *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus zeamais* y *Rhyzopertha dominica*, llegando en algunos casos hasta una mortalidad cercana al 100 %. En un trabajo posterior los mismos autores (1998), obtuvieron

reducciones de hasta un 60 % de *Sitophilus zeamais* con inoculaciones de este mismo hongo. Otro antecedente lo aportan Padin et al (1995), quienes evaluaron aislamientos de *Beauveria bassiana*, *Metarhizun anisopliae*, *Nomuraea rileyi* y *Verticillium lecanii* sobre *Sitophilus oryzae*, *Rhyzopertha dominica* y *Tribolium castaneum*. Los resultados obtenidos mostraron que *Beauveria bassiana* era el hongo más efectivo y que *Sitophilus oryzae* era la plaga más susceptible.

Gorgojo de la Harina *Tribolium castaneum* (Herbst)

Es un insecto de origen Indo-Australiano (Mallis, 1990). También es conocido como: *Colydium castaneum* Herbest, 1797; *Tenebrio castaneum* Sc. Lnger, 1806; *Phaleria castanea*, Gyllanhal, 1810; *Uluma ferruginea*, Dejan, 1821; *Tribolium castaneum*, MacLeay, 1825; *Margus castaneum*, Dejan, 1833; *Stene ferruginea*, Westwood, 1839; *Tribolium ferrugineum*, Wollastone, 1854 (Good, 1939).

Importancia económica

Es una plaga secundaria de los cereales ya que es incapaz de dañar el grano sano, limpio y seco. Tanto el adulto como las larvas se alimentan de cereales partidos o dañados y sus productos (Gutiérrez y Gümes, 1991). Su capacidad del adulto de volar lo hace peligroso. Causa daño en merma en peso y calidad (Gutiérrez, 1992).

Clasificación taxonómica

Reino: Animalia

Filo: Artrópodos

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Tenebrionidae

Género: *Tribolium*

Especie: *T. castaneum*

Descripción morfológica

Los huevecillos son cubiertos por una sección gelatinosa que causa la adherencia de partículas de harina o de cereales a ellos. Cada hembra deposita un promedio de 450 huevecillos y desde huevecillo a adulto se requiere un tiempo promedio de 6 semanas bajo condiciones favorables (Gutiérrez y Gümes, 1991).

Las larvas que se alimentan en granos rotos y polvo de cereales, son mas o menos de 4 mm de longitud, delgadas, cilíndricas de color blanco con ligeros tintes amarillos, de cabeza obscura y en extremo posterior soportan dos delgados y agudos apéndices (Ramayo, 1983).

El adulto alcanza de 3 a 4 mm de longitud, es de color café rojizo brillante, aplanado, de forma oval. Es un insecto muy activo y tiene gran longevidad, con periodos de mas o menos un año, prefiriendo los climas templados. Las hembras ovipositan sobre los materiales alimenticios, tienen gran capacidad de vuelo (Gutiérrez y Gümes, 1991). Antenas agrandándose gradualmente, ojos separados por una distancia mayor que el ancho de los ojos cuando se ve por abajo, con borde arriba del ojo (Gutiérrez, 1992).

Biología y hábitos

Las hembras ovipositan hasta 450 huevos entre la harina o residuos de los granos. Los huevecillos están cubiertos con una secreción pegajosa, que permite que se adhieran a las superficies y facilita la infestación. Los huevos incuban después de 5 a 12 días, dando origen a pequeñas larvas delgadas, cilíndricas, de color blanco, que llegan a medir 5 mm. El ciclo completo, dependiendo de la temperatura, demora de 6 a 8 semanas y los adultos viven de 12 a 18 meses. El ciclo biológico de *Tribolium castaneum* a 35-37 °C y 70 % de HR dura aproximadamente 20 días. La temperatura para su desarrollo varía de 20 a 40 °C y la HR de 30 a 90 %. A menos de 20 °C la larva se desarrolla pero la pupa no es capaz de transformarse en adulto (Dell`Orto y Arias, 1985). *Tribolium castaneum*, a pesar de que prefiere granos partidos o dañados, es capaz de multiplicarse en granos de trigo enteros cuando la humedad es elevada, alimentándose primero del germen y después del endospermo (González *et al.*, 1973). Puede alimentarse de cereales quebrados o que han sido dañados por otros insectos, productos de la molienda de los cereales como harina, salvado (afrecho), semillas de

oleaginosas y sus productos, nueces, almendras partidas, maní, alimentos suaves o molidos como galletas, cacao, concentrados alimenticios para animales, tortas de oleaginosas, frutas secas y otros productos (FAO, 1985).

Distribución

Se encuentra distribuido en todo el mundo, en México se a localizado en los estados de Guerrero, Michoacán, Chiapas, Guanajuato y Morelos (Gutiérrez y Pérez, 1993).

Uso de productos químicos

Se han desarrollado diversos problemas en la salud humana por el uso de productos químicos tales como: Alergias, Antígenos, Cáncer, Catarata, Cistitis hemorrágica, Cloracné, Dermatitis, Hepatotóxico, Fibrosis pulmonar, Fotoalérgico, Mácula, Mutagénico, Neumonitis, Neurotoxicidad retardada, Esterilidad en el hombre, Disminución en el índice de fertilidad, Sistema nervioso periférico, Teteratógeno (Henao, 1999).

El estudio de las interacciones químicas entre especies de un agroecosistema de los aleloquímicos en la dinámica y en la producción de los mismos, debe conducirnos hacia metas ecológicas y hacia la búsqueda de mayor información que nos permita aprovechar dicho potencial. Los productos vegetales tienen grandes ventajas como lo son: menor daño al medio ambiente, menos acumulación en vegetales, no causa efectos a largo plazo en humanos por su uso, etc. (Montes *et al.*, 1990).

Uso de extractos vegetales

El potencial de los extractos vegetales en el manejo de las plagas se sustenta por apoyar el manejo integrado de plagas en el uso de la producción de cultivos orgánicos; esto es el uso de insumos agrícolas formulados a base de sustancias naturales no peligrosas para los animales de sangre caliente, poco corrosivas, no tóxicas y cero residuales, utilizando como materia prima para la elaboración de estos productos a extractos de plantas con propiedades plaguicidas (Quintero *et. al.*, 2002).

La mayoría de las especies de plantas que se utilizan en la protección

vegetal, exhiben un efecto de inhibición en el desarrollo y comportamiento de los insectos en lugar de matarlos directamente por sus propiedades tóxicas (Izuru, 1970).

Las plantas ofrecen una fuente excelente de productos naturales biológicamente activos. A través de los años, numerosas plantas han sido exploradas como fuentes de insecticidas. No obstante, los productos naturales de plantas han quedado rezagados en el uso a pesar del enorme potencial que pueden tener en la investigación moderna de agroquímicos (Benner, 1993).

Rodríguez (1996) indica que las plantas son laboratorios naturales, donde se biosintetiza una gran cantidad de sustancias químicas, entre las que se encuentran las que producen el efecto protector, las cuales generalmente forman parte del llamado "metabolismo secundario". En las plantas son frecuentes los metabolitos secundarios con funciones defensivas contra insectos, tales como los alcaloides, los aminoácidos no proteicos, los esteroides, fenoles, glicósidos, glucosinolatos, quinonas, taninos y terpenoides.

Descripción de las Plantas Bajo estudio.

Gobernadora (Larrea tridentata)

Origen

Estados Unidos y México (Correll y Johnston, 1970)

Distribución

Se distribuye abundantemente en el norte de país, de la península de Baja California a Tamaulipas e Hidalgo. Altitud: 400 a 1800 m. 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 y Johnston, 1970; Villaseñor y Espinosa, 1998).

Clasificación Taxonomía

Reino. Plantae

Phyllum. Spermatophyta

Subphyllum. Magnoliophytina

Clase. Magnoliopsida

Subclase. Rosidas

Orden. Sapindales

Familia. Zygophyllaceae

Descripción morfológica

Arbusto muy ramificado, perennifolio, de 0.6 a 3m de altura.

Copa / Hojas: Hojas formadas por 2 folíolos unidos entre sí en la base. Los folíolos oblicuamente ovados a lanceolados o falcados, divaricados, de 4 a 15 mm de largo por 3 a 8 mm de ancho, enteros, coriáceos, resinosos, de olor penetrante, verde o verde amarillentos. La copa tiene un volumen promedio de 0.124 m^3 x arbusto. (CONAFOR, S/F)

Flor(es): Flores solitarias de 2.5 cm de diámetro, sépalos elípticos de 6 mm de largo por 4 mm de ancho, pubescentes, caedizos; pétalos de color amarillo fuerte, oblongos a lanceolados, de 1 cm de largo por 3 a 5 mm de ancho, caedizos. (CONAFOR, S/F).

Fruto(s): Fruto subgloboso a obovoide, de 7 mm de largo, coriáceo, con pelos blancos, sedosos, que se vuelven café-rojizos con el tiempo, 5 mericarpios con una semilla cada uno. (CONAFOR, S/F)

Semilla(s): Semillas café a negras, algo curvadas, de 2 a 4 mm de largo. Con contornos triangulares, en forma de "boomerang". Embrión con los cotiledones paralelos al plano longitudinal (CONAFOR, S/F)

Raíz: Sistema radical superficial, poco profundo y muy extenso. Llega a ocupar casi el total del espacio que hay entre un arbusto y otro (CONAFOR, S/F)

Hábitat

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. (CONAFOR, S/F)

Importancia ecológica: Especie Primaria. Es uno de los principales componentes de la vegetación árida y semiárida del país. Forma comunidades exclusivas y extensas.

Vegetación asociada

Juniperus sp., *Acacia sp.*, *Yucca sp.*, *Larrea sp.*, *Pachycereus sp.*, *Prosopis sp.*, *Bursera microphylla*, *Agave sp.*, *Carnegiea gigantea*, *Jatropha sp.*, *Berberis sp.*, *Parthenium sp.*, *Cercidium floridum*, *Fouquieria splendens*, *Opuntia sp.* (CONAFOR, S/F)

Aspectos fisiológicos

Adaptación. Excelente adaptabilidad. Planta muy vigorosa, adaptada para sobrevivir en el desierto. Tiene capacidad para un intercambio positivo de CO₂, puede mantener un balance neto positivo de CO₂ a lo largo del año, aún a temperaturas extremas (> 43 °C) y estrés de agua (< — 83 bares). Posee gran habilidad para mantener actividad fotosintética neta, aún a potenciales de presión de agua muy bajos. Su adaptación a tales ambientes (áridos y calientes) es debida a su alto nivel de tolerancia protoplásmica a la desecación y a las altas temperaturas (CONAFOR, S/F)

Competencia. Es una planta prolífica y territorialista. Tiene un efecto neto en el desplazamiento de otras especies, impidiendo de esta manera la diversificación de la flora en el lugar donde se desarrolla. Bajo condiciones de humedad favorables y mediante mecanismos que se desconocen, inhibe el crecimiento de la vegetación que se desarrolla a su alrededor en la superficie. Posee un gran número de compuestos químicos en sus hojas, aparentemente como una estrategia anti-herbívoros. En sitios en donde el mezquite ha reemplazado a los pastos, la gobernadora puede reemplazar al mezquite al cabo

de 70 a 80 años. Crecimiento. La máxima tasa de crecimiento se obtiene cuando el agua es más abundante. Una característica muy importante es que no tiene períodos de latencia en su crecimiento y por ello puede responder a los cambios ambientales. La energía producida por la fotosíntesis, cuando hay humedad disponible se dedica a las estructuras reproductivas. El crecimiento de las partes reproductivas (yemas florales, flores y frutos) se inicia si las condiciones de humedad son adecuadas. El crecimiento vegetativo se detiene o es más lento cuando el crecimiento reproductivo está en su máximo. Es muy sensible a la cantidad de humedad disponible para su crecimiento vegetativo y reproductivo (CONAFOR, S/F)

Establecimiento: Las plántulas tienen una baja sobrevivencia. Al parecer los hongos desempeñan un papel muy importante en el establecimiento de plántulas debido a la formación de micorrizas. En condiciones naturales se calcula que de cada 100 mericarpios solo es posible esperar 20 plántulas a los 6 meses después de germinadas y en condiciones cercanas al óptimo. (CONAFOR, S/F)

Producción: En cuanto a su productividad primaria se ha registrado un promedio que va de 2,100 a 4,100 Mcal/ha/año. La biomasa de hojas representa el 47 % del total de la biomasa nueva de los tallos producidos por un crecimiento apical. No presenta casi variaciones en su producción de biomasa año con año en una misma región. (CONAFOR, S/F)

Tolerancia

Demandante. Suelos con buen drenaje. Las raíces requieren altas concentraciones de oxígeno para su desarrollo. (CONAFOR, S/F)

Resistente. Condiciones extremas de sequía, en donde otras especies no sobreviven. Daño por insectos. Tiene pocos enemigos naturales y estos le causan poco daño. (CONAFOR, S/F)

Tolerante. Sequía. Logra captar buena cantidad de agua aún en pequeños eventos de precipitación, por lo que puede mantener una fotosíntesis neta en suelos secos. Suelos arenosos. Suelos calizos y bajos en fósforo. Diferentes tipos de suelos, diferentes superficies geomorfológicas y diferentes regímenes de temperatura y precipitación. Tierras degradadas del desierto. Radiaciones

termonucleares. Plantas cuyas partes aéreas murieron por detonaciones termonucleares, después retoñaron. (CONAFOR, S/F)

Desventajas

Intolerante. Suelos compactados. El tiempo de vida de la especie está negativamente correlacionado con la perturbación y la compactación del suelo.² Suelos con alto contenido de fósforo. (CONAFOR, S/F)

Sensible / Susceptible. Suelos alcalinos. El crecimiento de las raíces decrece en suelos con pH por arriba de 8. (CONAFOR, S/F)

Desventaja. Tendencia a adquirir propagación invasora. Una vez que se establece es muy difícil reducir su densidad. No tiene fuertes enemigos naturales que la controlen (CONAFOR, S/F).

Antecedentes

Se han establecido policultivos comerciales en USA, para producir aceites, polifenoles solubles, hule, guta, forraje, fibra para papel, glucosa, xilosa, alcohol combustible, metano y suplementos alimenticios de alta proteína. Entre las especies que figuran en el policultivo están: *Larrea tridentata* y *Parthenium argentatum* (CONAFOR, S/F).

Usos

Adhesivo [fruto (cáscara)]. Pegamento para triplay y cartón comprimido. (CONAFOR, S/F)

Comestible (fruta, bebidas, dulces, semilla, aceite, verdura) [pedúnculo, semilla, hoja]. Los frutos son utilizados como sustitutos de las alcaparras. La Food and Drug Administration encontró que la sustancia usada como antioxidante para las grasas naturales, produce quistes en los niños, por lo que la excluyó de su lista (CONAFOR, S/F)

Forrajero [hoja, vástago, fruto, semilla]. Las hojas son importantes por su contenido de proteínas, lo que permite utilizarlas para consumo animal. Se requiere de la eliminación previa de las resinas para incrementar su digestibilidad y palatabilidad (CONAFOR, S/F).

Industrializable [fruto (cáscara), semilla]. Para teñir cuero. Extracción de fenoles que sirven de base para fabricar pinturas, plásticos. La resina que se extrae de las hojas contiene ácido nordihidroguayarático, que se utiliza como antioxidante en la industria alimenticia, en la elaboración de grasas (calzado), aceites, lubricantes, barnices como desincrustante de materias salinas en calderas, productos farmacéuticos, hule (CONAFOR, S/F).

Insecticida / Tóxica [corteza, fruto (cáscara)]. 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*, Coleoptera: Bruchidae) barrenador mayor de los granos (*Prostephanustruncatus*, Coleoptera: Bostrichidae) (CONAFOR, S/F)

Medicinal [fruto, semilla, hoja, corteza]. Esta planta recibe un amplio uso en el norte del país, en afecciones de las vías urinarias como los cálculos renales y para deshacerlos, se recomienda tomar como agua de uso la cocción de toda la planta o las ramas. Para otros malestares como dolor de riñón e inflamación de vejiga, se utilizan las ramas, raíz o corteza en cocimiento, ingeridas en ayunas. En problemas ginecológicos como esterilidad femenina se sugieren lavados vaginales con el cocimiento de las hojas; también se emplea la raíz, ramas o corteza para el post parto y para regularizar la menstruación. La misma infusión es usada en baños para hemorroides, fiebre, paludismo, granos, golpes, buena cicatrización y reumatismo. La infusión de las hojas se usa como remedio para reuma, cálculos de vesícula y renales, dermatitis, hepatitis y como antiséptico. Se le atribuyen propiedades y acciones contra malestares gástricos, enfermedades venéreas y tuberculosis. Se utiliza como tratamiento para micosis. Posee actividad antiamebiana. (CONAFOR, S/F).

Condimento (Especias) [flor]. El botón de la flor se emplea como condimento. (CONAFOR, S/F).

Saponífera [exudado (resina)]. Elaboración de jabones. Las resinas sirven para la elaboración de jabones y la fabricación de grasas para calzado. (CONAFOR, S/F).

Hojasen (*Flourensia cernua* DC).

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).

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).

Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

Phylum: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia:Asteraceae

Género: *Flourensia*

Especie: *Flourensia cernua* DC

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, OC 1956).

Fruto: son aquenios, en la parte superior muy pubescente miden cerca de 6mm de largo (Kingsbury 1964, Mauchamp *et al.*, 1993).

Raíces: Son raíces poco profundas, aunque pueden alcanzar hasta 40 cm, son capaces de aprovechar la humedad del suelo superficial y profunda (Monatana *et al.*, 1995).

Biología y hábitos

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

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 las 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 metanólicos (Gamboa *et al.*, 2003) así como de *Colletotrichum spp* con extractos hexánicos y contra termitas con extractos hexánicos, de éter dietílico y etanólico (Téllez *et al.*, 2001)

Nopal (*Opuntia ficus-indica*)

Origen y Distribución

El nopal es de origen mexicano y se encuentra ampliamente distribuido en toda la República Mexicana. En Europa está naturalizada en la Cuenca del Mediterráneo y en el Norte de África.

Clasificación Taxonomía

Bravo (1978) en el primer volumen de su libro "Las Cactaceas de México" presenta *Opuntia*.

Reino... Vegetal

División...Angiospermae

Clase.....Dycotyledonea

Subclase... Dialipetalas

OrdenOpuntiales

Familia Cactaceae

SubfamiliaOpuntioideae

Genero*Opuntia sp*

Fenología

Floración: En primavera-verano aparecen masas de flores amarillas en forma de platillo, de 10 cm de ancho.

Multiplicación: se multiplica a través de esqueje.

<http://fichas.infojardin.com/cactus/opuntia-ficus-indica-chumbera-nopal-tuna-tunera.htm>

Principios activos: Filocladios: abundantes mucílagos. Flores: flavonoides (opuntiaflavonósido), mucílagos. Frutos: pectina, taninos, vitamina C, carotenoides, beta-xantinas (<http://www.linneo.net/plut/index2.htm>).

Indicaciones, contraindicaciones: Los filocladios, por su contenido en mucílagos, son demulcentes y antiinflamatorios. Las flores tienen un efecto astringente, diurético y espasmolítico. Los frutos son astringentes, antidiarréicos y vitamínicos. Filocladios: Popularmente se emplean para combatir las inflamaciones del aparato respiratorio: gripe, resfriados, bronquitis, tos irritativa. Digestivas: estomatitis, gastritis, úlceras gastroduodenales, gastroenteritis, síndrome del intestino irritable. Dermatológicas: eczemas secos, escoceduras e irritaciones cutáneas, quemaduras, acné, heridas y úlceras tróficas, ictiosis, psoriasis. Oculares: blefaritis, conjuntivitis. Como vehículo de calor (aplicación tópica), en inflamaciones osteoarticulares, mialgias, contracturas musculares, abscesos y forúnculos. Flores: espasmos gastrointestinales, diarreas, oliguria, cistitis, heridas. Frutos: Diarrea, usos dietéticos.

Se usan el parénquima de los filocladios (palas), las flores y los frutos. Decocción (filocladis mondados): para el tratamiento de gripes, resfriados, tos irritativa, cistitis, gastroenteritis, conjuntivitis, etc. Cataplasmas: En caso de forúnculos, abscesos o dolores de origen reumático, se aplican calientes. Infusión (flores): una cucharada de postre por taza, infundir 10 minutos. Tres tazas al día (<http://www.linneo.net/plut/index2.htm>).

Tabla 1. Usos actuales y potenciales de *Opuntia spp.*

Rubro	Usos
Alimentación humana	Frutos: frescos, jugo, puré, mermelada, yoghurt, miel, queso (torta formada por presión de frutos secos), mucílagos, bebidas (fermentadas o no). Semillas: aceites, fragancias Cladodios: nopalitos, mucílagos
Energía	Frutos y cladodios: alcohol, biogás
Alimentación animal	Cladodios (pastoreo directo o cosecha y suministro en corral), frutos
Medicina y cosmetología	Flores: diurético; aceite esencial para perfumería Cladodios: descongestionante, antidiabético, antidiarreico; mucílagos para uso farmacéutico y cosmético. Raíces: diurético
Agronomía, protección y ornamentación del ambiente	Fijación de suelos; cercos; cortinas rompevientos; control de escorrentía y erosión; manejo de cuencas; mejoramiento de suelos; rehabilitación de áreas degradadas; alimentación y refugio de fauna silvestre
Colorantes	Frutos: betaninas Acido carmínico (tintura de cochinilla roja) para industrias cosmetológica, farmacéutica, textil y alimentaria y para actividades artesanales y artísticas
Otros	Cladodios: material plástico elástico y flexible (con características similares al caucho)

Fuente: Sáenz y Sepúlveda (1993); Barbera (1995); Inglese *et al.* (1995); Le Houérou (1996); Mohamed-Yasseen *et al.* (1996).

Plantas con antecedentes plaguicidas

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 y Rodríguez, 1989). Según Rodríguez (2000), las plantas que tradicionalmente se han utilizado en graneros rústicos para evitar el daño del grano por insectos son; cebolla (*Allium cepa*), ajo (*Allium sativum*), neem (*Azadirachta indica*), ají o chile (*Capsicum spp*), cedro (*Cedrela spp*), *Croton spp*, colorín (*Erythrina americana*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), paraíso (*Melia azedarach*), menta (*Mentha spicata*), tabaco (*Nicotiana tabacum*) hierba santa (*Piper auritum*), homeoquelite (*Piper sanctum*), saúco (*Sambucus mexicana*), jaboncillo (*Sapindus spp*) y ramatinaja (*Trichilia havanensis*). Sin lugar a dudas este es un método de control que ha tenido una segunda época, pues se podría decir que ya está quedando atrás el tiempo en que hablar de insecticidas vegetales se limitaba al uso de piretro (*Tanacetum cinerariifolium*), tabaco (*Nicotiana tabacum*) y rotenona (*Derris spp*) entre otros, ya que hoy en día en varios lugares del mundo hay grupos de investigación trabajando en la búsqueda de nuevas plantas con propiedades insecticidas. La mayoría de las especies de plantas que se utilizan en la protección vegetal, exhiben un efecto insectistático más que insecticida (Silva *et al.*, 2002). Es decir, inhiben el desarrollo normal de los insectos. Sin embargo, no se puede olvidar que algunas sustancias vegetales si provocan un efecto insecticida como sucede con las piretrinas, la nicotina o la rotenona (Izuru, 1970). Según Coats (1994), los compuestos naturales tienen un efecto protector que principalmente se debe a repelencia, disuasivo de la alimentación u oviposición y regulador de crecimiento. Además, Metcalf y Metcalf (1992) también señalan el efecto confusor o disruptor. Por lo tanto, debemos considerar a todos aquellos compuestos que sabemos que su efecto es insectistático como preventivos más que como curativos (Rodríguez, 1993). Un ejemplo de lo último lo encontramos en el caso de los granos almacenados en donde una vez que el insecto ya penetró el grano, cualquier polvo vegetal de probada eficacia protectora no tendrá efecto (Lagunes 1994).

Aceites

Los aceites que se utilizan en el control de plagas de granos almacenados pueden ser de origen vegetal o mineral. Ninguna de estas alternativas tiene problemas para ser utilizada en un programa orgánico de producción. Los aceites de origen vegetal han sido utilizados desde muy antigua data para el control de diferentes insectos a nivel doméstico y de agricultura de subsistencia. Se han propuesto varias explicaciones para su acción tóxica sobre los insectos. La primera se refiere al efecto ovicida donde eliminaría los huevecillos de los insectos debido a que los cubre completamente con una película que impide el intercambio gaseoso (Davidson, *et al.*, 1991). Otros autores, también para la eliminación de huevecillos, señalan que endurece la cubierta externa de modo que la larva una vez que completo el estadio es incapaz de romperlo y emerger. Además se plantea que altera el equilibrio osmótico, es decir el huevo perdería tanta agua que se secaría muriendo el embrión (Larrain, 1982). Por último alteraría la actividad enzimática del huevo produciéndose una coagulación del protoplasma. Como adulticida se plantea que cubre al adulto con una capa oleosa que tapa los espiráculos de respiración matándolo por asfixia (Davidson, *et al.*, 1991). La eficiencia de los aceites vegetales ha sido reportada exitosamente contra insectos de granos almacenados (Gastelúm y Rodríguez, 1996). El modo de acción que se les atribuye es principalmente ovicida (FAO, 1983) y larvicida en instares tempranos (Aguilera, 1991). Existen variados antecedentes sobre el uso de estos compuestos en granos almacenados. Por ejemplo FAO (1983), señala que en el Caribe se utiliza aceite de maní en una concentración de 2 a 5 % para el combate de *Callosobruchus maculatus*. A su vez Díaz (1985), evaluó aceites de algodón, cártamo, girasol, maíz, soya y olivo contra *Sitophilus zeamais* encontrando que los mejores resultados se obtienen con aceite de maíz a una concentración del 6 %. Otro antecedente lo proporciona Salas (1985), quien indica que la aplicación de 10 ml por kilogramo de cualquiera de los siguientes aceites: semilla de aceites de soya, ricino, coco, maní, sesamo y olivo en maíz almacenado, provocan 100 % de mortalidad en *Sitophilus oryzae*, a las 3 horas de realizada la aplicación.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación y del área de estudio

El presente trabajo se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro laboratorio en el laboratorio de Toxicología que se encuentra dentro del departamento de Parasitología Agrícola con las coordenadas, 25° 21' 08.07" Lat N y 101° 01'37.89" Long O, la cual se localiza en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Incremento de colonias

Las poblaciones de *Tribolium castaneum*, se incrementaron en una cámara bioclimática de la misma Universidad para posteriormente llevar a cabo los bioensayos en el laboratorio de toxicología del Dpto. de Parasitología, se utilizó harina de trigo la cual se sometió a desinfección en un congelador a -6 °C por 5 días, esto para evitar la presencia de fuentes de inóculo de algunos organismos.

Para el incremento se utilizaron 500 adultos de 5 días de edad por cada kilogramo de harina de trigo, los insectos se tomaron de una colonia que ya se tenía en la institución. Los insectos se mantuvieron en condiciones controladas de temperatura a 28 °C, humedad relativa de 65 % y un fotoperiodo de 12:12 (L:O). Los adultos padres fueron retirados del medio de cría a los 15 días, pasándolos a nuevos recipientes con alimento fresco. La hembra pone de 300 a 500 huevecillos. El desarrollo, desde el huevo hasta el adulto, necesita 30 a 35 días en condiciones favorables.

Técnica de película residual (FAO, 1974)

Las concentraciones se obtuvieron mediante un estudio previo denominado ventana biológica que nos ayudó a partir de una concentración adecuada. 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 *Tribolium castaneum*, 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 *T. castaneum* 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, para posteriormente determinar la CL_{50} mediante el análisis probit.

Análisis estadístico

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

RESULTADOS

A nivel general los productos se mantuvieron a lo largo del experimento obteniendo buenos resultados en todos los tratamientos en comparación con los testigos en los cuales en ningún caso se obtuvo mortalidad de insectos bajo estudio, lo cual refleja el efecto del producto en las concentraciones utilizadas en el presente estudio.

Como podemos observar en el cuadro 2 el extracto de gobernadora mostro porcentajes de mortalidad altos desde las primeras horas del conteo y se comporto durante el tiempo que se mantuvieron en observación los insectos llegando a alcanzar un máximo de 90 % de mortalidad a las 72 horas después de la aplicación del producto y un mínimo de 43.3 %, estos resultados muestran la eficiencia en cuanto a mortalidad para el caso de *Tribolium castaneum*.

Cuadro 2. Porcentaje de mortalidad del extracto de gobernadora sobre adultos de *Tribolium castaneum* a través del tiempo.

CONC (ppm)	24 h	48 h	72 h
15,000	46.6	56.6	90
10,000	33.3	50	83.3
8,000	26.6	43.3	73.3
5,000	23.3	36.6	66.6
2,500	20	30	53.3
1,000	16.6	23.3	43.3
Test	0	0	0

Como se muestra en la figura 1, en un principio el producto fue actuando lento y conforme avanzaba el periodo de exposición incremento la mortalidad, siendo más notoria a las 72 horas que fue cuando se obtuvieron los porcentajes de mortalidad mas altos, siendo estos del 90 %. Hubo un comportamiento en la línea de tendencia, siendo esta progresiva normalmente para las 24, 48 y 72 horas, las R^2 nos dice que entre más cerca este al 1 mas relación existe entre las concentraciones y la mortalidad de los insectos, siendo la mejor a las 48 horas que la R^2 fue de 1 y esto se logra con los valores mínimos y máximos de moralidad obtenidos.

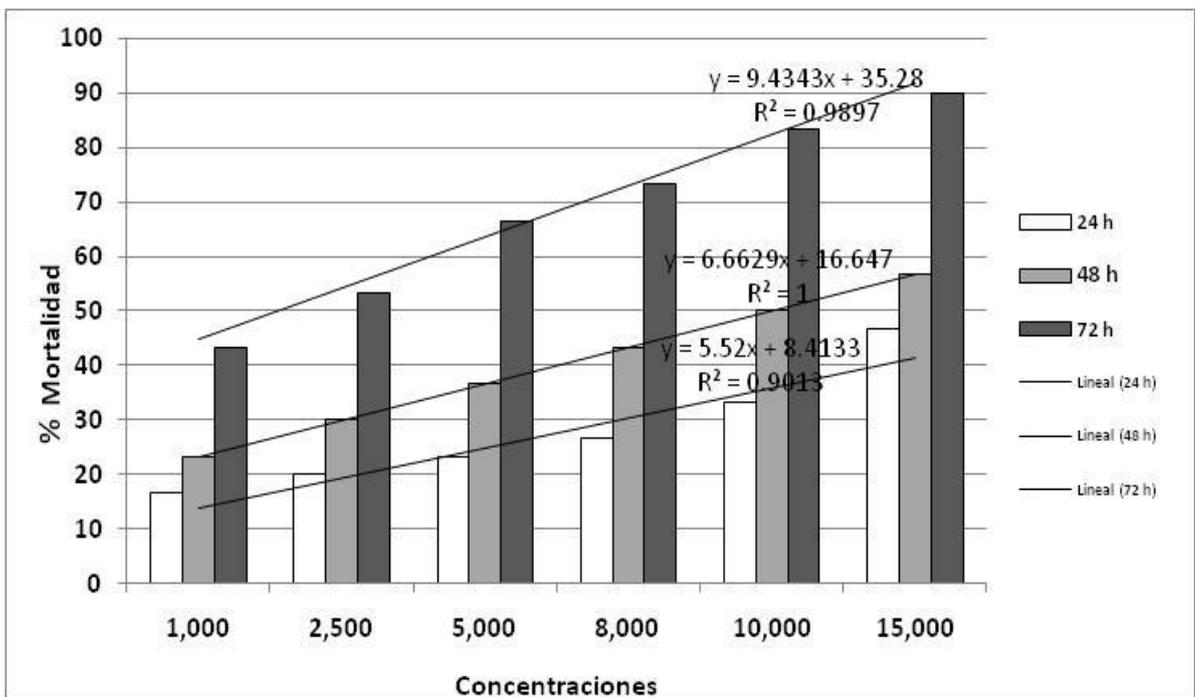


Figura 1. Porcentajes de mortalidad y líneas de tendencia de *Tribolium castaneum* a través del tiempo con el extracto de gobernadora.

Para el caso de hojase el producto también actuó rápido y el efecto de mortalidad se mantuvo a lo largo del experimento logrando alcanzar hasta un máximo del 80 % de mortalidad y un mínimo de 23.3 %, como se observa en el cuadro 3.

Cuadro 3. Porcentaje de mortalidad del extracto de hojasen sobre adultos de *Tribolium castaneum* a través del tiempo.

CONC (ppm)	24 h	48 h	72 h
15,000	43.3	66.6	80
10,000	30	60	76.6
8,000	26.6	36.6	63.3
5,000	16.6	36.6	46.6
2,500	13.3	23.3	30
1,000	10	16.6	23.3
Test	0	0	0

Para este caso el producto alcanzo buenos valores actuando lentamente, el efecto insecticida sobre el insecto llegando a obtener el 80 % de mortalidad para la concentración más alta de 15,000 ppm, en lo que se refiere a la línea de tendencia se encontró menos comportamiento normal, las R^2 nos dice que entre más cerca este al 1 mas relación existe entre las concentraciones y la mortalidad de los insectos, para este caso mostrando relación para los 3 casos ya que casi se llega al 1, como se muestra en la figura 2.

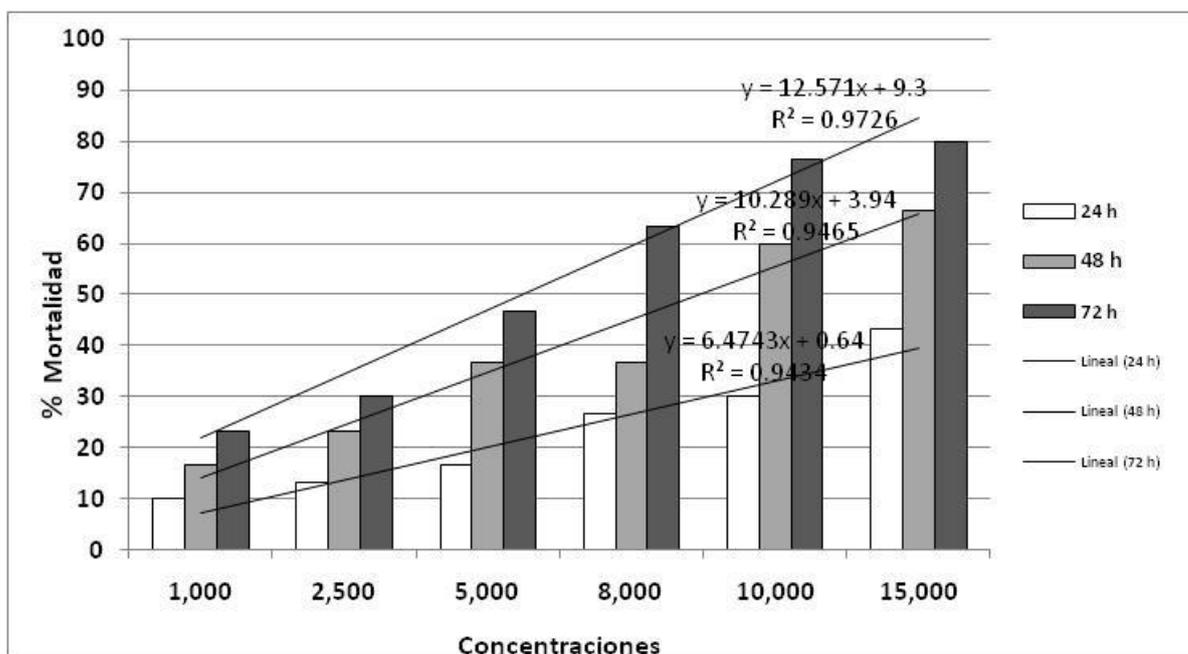


Figura 2. Porcentajes de mortalidad y líneas de tendencia de *Tribolium castaneum* a través del tiempo con el extracto de hojasen.

El efecto del nopal en los insectos fue más lento en comparación con los otros productos empleados para *Tribolium castaneum*, aunque también mantuvo un comportamiento a lo largo del experimento logrando obtener un máximo del 76.6 % de mortalidad y un mínimo de 6.6 % a las 72 horas del experimento como se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Porcentaje de mortalidad del extracto de nopal sobre adultos de *Tribolium castaneum* a través del tiempo.

CONC (ppm)	24 h	48 h	72 h
15,000	36.6	60	76.6
10,000	30	46.6	63.3
8,000	20	33.3	43.3
5,000	10	16.6	20
2,500	6.6	13.3	16.6
1,000	0	0	6.6
test	0	0	0

En la figura 3 un comportamiento lento en el efecto de mortalidad llegando a alcanzar el 76.6 % de mortalidad, siendo este el porcentaje mas bajo de los evaluados en el presente trabajo. En la linea de tendencia con un comportamiento normal. Las R^2 nos dice que entre más cerca este al 1 mas relación existe entre las concentraciones y la mortalidad de los insectos, para este caso mostrando relación para los 3 casos ya que casi se llega al 1.

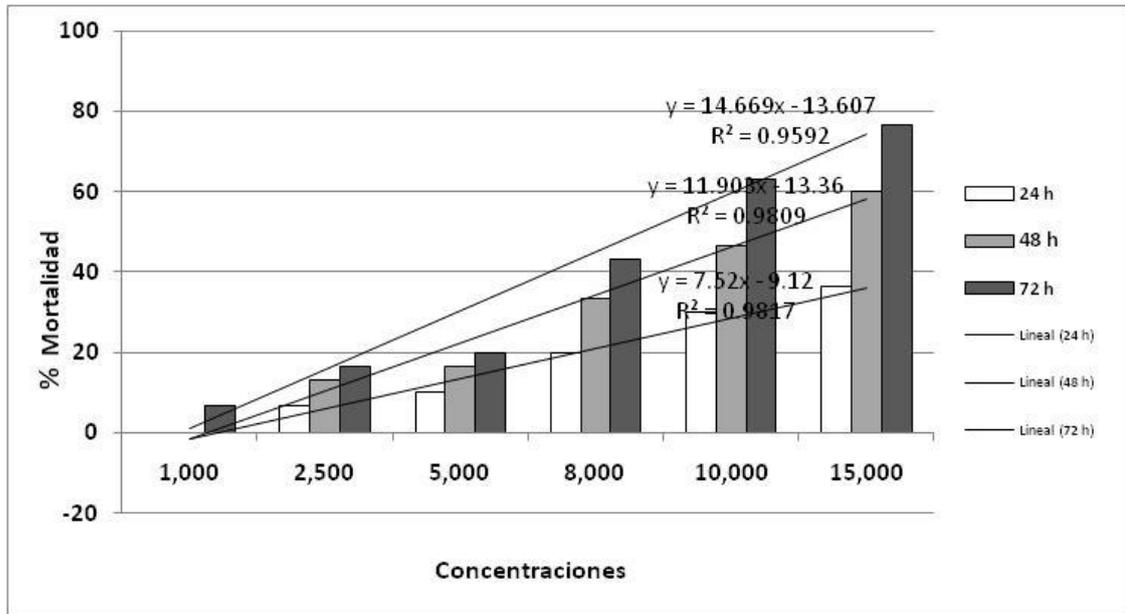


Figura 3. Porcentajes de mortalidad y líneas de tendencia de *Tribolium castaneum* a través del tiempo con el extracto de Nopal.

A nivel general el mejor extracto fue el de gobernadora que es donde se observan los porcentajes de mortalidad más altos a las 72 horas después de la aplicación del producto.

Análisis estadístico

En el cuadro 5 podemos observar el comportamiento estadístico de los extractos a las 24 horas de exposición del producto, teniendo que para este caso el extracto que requiere menos producto es el nopal ya que para matar el 50 % de la población solo se necesita 23901.95 ppm del extracto y también se necesita menos cantidad de extracto que los otros productos para matar el 90 % de la población requiriendo 144163.24 ppm del producto.

Cuadro 5. CL₅₀ y CL₉₀ y Parámetros de confianza a las 24 horas para *Tribolium castaneum*.

Tratamiento	individuos	CL₅₀	Limite fiducial inferior	Limite fiducial superior	CL₉₀
Gobernadora	360	38131.47	19976.74	166331.42	2760476.37
Hojasen	360	31931.74	19829.70	77719.15	674316.87
Nopal	360	23901.95	17484.37	42858.46	144163.24

Para las 48 horas después de la aplicación del producto el extracto de hojasen requiere de menos producto para matar el 50 % de la población necesitando 5335.48 ppm y se mantiene para matar el 90 % de la población para este caso necesito 20375.58 ppm del extracto como se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. CL₅₀ y CL₉₀ y Parámetros de confianza a las 48 horas para *Tribolium castaneum*.

Tratamiento	individuos	CL₅₀	Limite fiducial inferior	Limite fiducial superior	CL₉₀
Gobernadora	360	1481.04	1227.48	2320.16	20659.39
Hojasen	360	5335.48	4722.30	6006.93	20375.58
Nopal	360	8169.17	7161.70	9464.93	36165.18

En el cuadro 7 se muestra la mortalidad a las 72 horas después de la aplicación del producto se obtienen los mejores resultados con el extracto a base de gobernadora ya que es en el que se requiere menos producto para matar el 50 % de la población siendo este de 1781.04 ppm, no siendo así para el matar el 90 % de la población ya que para este caso el menor producto fue el extracto a base de hojasen necesitando 20375.58 ppm.

Cuadro 7. CL₅₀ y CL₉₀ y Parámetros de confianza a las 72 horas para *Tribolium castaneum*.

Tratamiento	individuos	CL ₅₀	Limite fiducial inferior	Limite fiducial superior	CL ₉₀
Gobernadora	360	1781.04	1227.48	2320.16	22599.39
Hojasen	360	5335.48	4722.30	6006.93	20375.58
Nopal	360	8169.17	7161.70	9464.93	36165.18

Se ha detectado y evaluado la actividad insecticida en los extractos vegetales utilizando el insecto *T. castaneum*, aunque no se han realizado estudios sobre los compuestos responsables de dichos efectos, se sabe que en conjunto pueden llegar a causar buenos efectos de mortalidad. Cuando se evalúa la actividad por contacto, los extractos producen mortalidad y las alteraciones se pueden observar pero no inmediatamente lo cual concuerda con BOWERS y AREGULLIN (1987) que también a su vez menciona que los extractos llegan a causar efectos característicos como los reguladores de crecimiento, ocasionando metamorfosis precoz o disminuyendo la progenie.

PICMAN (1985) Los extractos en adultos de *Tribolium castaneum* son más tolerantes a los extractos vegetales lo cual concuerda con lo dicho por Gitierrez *et al.*, (2008) al trabajar con el extracto de *Aloysia polystachya* con diversos solventes, mostrando porcentajes de mortalidad inferiores al 60 % y Tripathi *et al.*, (2003) quien trabajo con d-limoneno, componente mayoritario del *Citrus sinensis*.

CONCLUSIONES

El efecto de los extractos sobre *Tribolium castaneum* fue rápido, aunque no fue del 100 % si llego a alcanzar el 90 % de mortalidad a las 72 hrs para el extracto de gobernadora en la concentración más alta. Aunque para los otros extractos hojase y nopal también se encuentran porcentajes de mortalidad por arriba del 70 % para ambos casos.

Los extractos de gobernadora, hojase y nopal mostraron buenos efectos sobre *Tribolium castaneum*, esto pudo ser debido al contenido de metabolitos secundarios presentan para cada planta lo cual nos presenta una buena alternativa para el control de insectos de almacén.

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Amat, J. B. 1930. Un enemigo de los cables telefónicos. Butlletí de la Institució Catalana de Historia Natural, 30: 58-59
- Aguilera, M. 1991 Validación semicomercial de polvos vegetales y minerales para el combate de *Sitophilus zeamais* Motsch, *Prostephanus truncatus* (HORN) y *Rhyzopertha dominica* (FABR). Tesis Magíster en Ciencias. Colegio de Postgraduados. México. 138p.
- Aldryhim, Y. 1990. Efficacy of the amorphous silica dust, dryacide, against *Tribolium confusum* Duv and *Sitophilus granarius* (L.) Coleoptera: Tenebrionidae and Curculionidae). J. Stored Product Research 26(4):207-210.
- Aldryhim, Y. 1990. Efficacy of the amorphous silica dust, dryacide, against *Tribolium confusum* Duv and *Sitophilus granarius* (L.) Coleoptera: Tenebrionidae and Curculionidae).
- Allen, S. 2001. Inert dust offer safe insect control option. Farming Ahead N° 109. (Enero):49-50
- 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.
- Banks, J; P. Fields. 1995. Physical methods for insect control in stored-grain ecosystems. In: Jayas, D; N. White y W. Muir (Eds) Stored Grain Ecosystems. Marcel Dekker Inc. New York. USA. P 353-409
- Barbera, G., 1995. History, economic and agro-ecological importance. In: Barbera, G., INGLESE, P. y PIMIENTA- BARRIOS, E. (Eds.), Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear, pp. 1-11. Rome, Italy: FAO. 216 pp.
- Benner, J. P. 1993. Pesticida science; Sussex, England; John Wiley and Son Limited; 39 (2): 95-102.

- Boucias, D., J. Pendland. 1998. Principles of insect pathology. Kluwer Academic Publishers. Norwell, Massachusetts, USA. 550p.
- Bravo H., Helia. 1978. Las cactáceas de México. Vol. 1, UNAM. México, D.F. 743 p.
- Brower, 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.
- Clemente, Sandra. 2000. Evaluación de la Acción Biológica de Extractos Vegetales sobre plagas de Importancia Agrícola. Tesis de Maestría de la Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.
- Coats, J. R. 1994. Risks from natural versus synthetic insecticides. Annu. Rev. Entomol. 39:489-515.
- Comisión Nacional Forestal. S/F. *Larrea tridentata*. Sistema Nacional De Informacion Forestal. 1-6 P.
- 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 grãos armazenados. In: Armazenamento de grãos e sementes nas propriedades rurais. XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Campina Grande. Paraíba. Brasil p 189-291
- Davidson, N.; J. Dibble, M. Flint, P. Marere, A. Guye. 1991. Managing insects and mites with Spray oils. IPM Education and Publications. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 3347. USA. 47p.
- Dell'orto T. H; Arias, V., C. J. 1985. Insectos que dañan granos y productos almacenados. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Chile serie: Tecnología Postcosecha 4. 142 pp.
- Díaz, G. 1985. Actividades de aceites vegetales para proteger maíz almacenado contra el gorgojo *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). Tesis Magíster en Ciencias. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. Montecillo. Texcoco. México. 73p.
- Domínguez García-Tejero, F. 1989. Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. Mundi-Prensa, Madrid (España). 8ª edición 821pp.
- FAO. 1985. Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: Manual de capacitación. FAO Italia. Colección FAO: Capacitación No. 10-128 pp.

- FAO. 2004. Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha. Manual de Capacitación. Roma .Italia.250p.
- Fields, P; W. Muir. 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.
- Flores, H., 1960. Sinoxylon sexdentatus, insecto perforador del plomo (*coleoptera, Bostrychidae*). Grasilla, 18: 165-173.
- García, M. F., Llorens C. J. M., Costa C., J. & Ferragut P. F., 1991. Acaros de las plantas cultivadas y su control biológico. Pisa Ediciones, Alicante (España). 175 pp.
- García, R., L. E. Caltagirone y A.P. Gutierrez. 1988. Comments on a redefinition of biological control. BioScience 38(10):692-694
- Gastellum, R. C. Rodríguez. 1996. Empleo de aceites y jabones como alternativas bioracionales para el control de plagas In: Rodríguez, C. (Editor) Control Alternativo de insectos plaga. Colegio de Postgraduados. Fundación mexicana para la educación ambiental A.C. Tepetzotlán. Edo de México. México p 79-88.
- Golob, P; C. Hanks. 1981. Protection of farm stored maize against infestation by prostephanus truncates (HORN) and Sitophilus species in Tanzania. J. Stored Prod. Res. 26(4):187-198.
- González, A. Lagunes. 1986. Evaluación de métodos tecnificados y no tecnificados para el combate de Spodoptera frugiperda y Sitophilus zeamais en la Chontalpa, Tabasco. México. Folia Entomológica Mexicana. 70:65-74.
- González, R. H.; Arretz, P. y Campos, L. 1973. Catálogo de Plagas Agrícolas de Chile. Revista Ciencias Agrícolas N ° 2. Facultad de Agronomía. Universidad de Chile. 69 pp.
- González, U. 1995. El maíz y su conservación. Editorial Trillas. México D.F. 399p
- Good, N. E. 1936. *The flour beetles of the genus Tribolium*. USDA Technical Bulletin. 5:27–28. Find this article online.
- Gowers S. L; G.N. Le Patourel. 1984. Toxicity of deposits of an amorphous silica dust on different surfaces and their pick-up by Sitophilus granarius (L.) (Coleoptera:Curculionidae). J. Stored Product Research 20(1):25-29

- Grimstone, A. V., Mullinger, A. M. & Ramsay, J. A., 1968. Further studies on the rectal complex of the mealworm *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera, *Tenebrionidae*). Philosophical Transactions of the Royal Society, Ser. B 253: 343-382.
- Guevara, M., A; Sánchez, M. C. 2000. Efectos de extractos vegetales sobre bacterias fitopatógenas. Manejo Integrado de Plagas. 56: 38-44.
- Gutiérrez, D, L. J. Y Pérez M.J. 1993. Insectos de granos almacenados: Biología, hábitos. Ed. Instituto Nacional de Investigación Forestales y Agropecuarias. Celaya, Guanajuato, México. 324p.
- Gutiérrez, D. L. J. 1992. Pérdida por manejo en maíz durante la cosecha y su relación con la dispersión de las plagas de poscosecha. Informe técnico, campo experimental, CIR. CENTRO, SARH-INIFAP. Pp 13-17.
- Gutiérrez, D. L. J. y Güemes, G. M. J. 1991. Manejo poscosecha de maíz en el estado de Morelos. <http://www.fao.org/inpho/vlibrary/x0030s/x0030501.htm>.
- Gutiérrez, F. S., Stefanazzi, A. P. Murray, A. A. y Ferrero, A. 2008. Bioactividad de extractos de *Aloysia polytachya* (Verbenacea) en larvas y adultos de *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). Biol. San. Veg. Plagas. 34:501-508 P.
- Hall, D. W. 1980. Manipulación y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y subtropicales. FAO Agricultural development Paper N°90. Roma. Italia p199- 250.
- Henao, S. 1999. Efectos a largo plazo de los plaguicidas sintéticos. Manejo Integrado de Plagas. 51, 29-34.
- <http://conabioweb.conabio.gob.mx/bancoimagenes/doctos/index.htm>
- <http://fichas.infojardin.com/cactus/opuntia-ficus-indica-chumbera-nopal-tuna-tunera.htm>
- <http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=TRAE>
- http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/indice_especies.html
- <http://www.fao.org/docrep/007/j2968s/j2968s04.htm>
- <http://www.fao.org/docrep/012/ai484s/ai484s04.htm>
- <http://www.fao.org/docrep/x5053s/x5053s06.htm>
- http://www.harina.org/harina_clasf.php

http://www.harina.org/harina_nutricion.php
http://www.harina.org/trigo_mexico.php
<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/censos/cepafof/default.asp?c=5457>
<http://www.linneo.net/plut/index2.htm>
<http://www.made-inargentina.com/alimentos/harinas/temas%20relacionados/mercado%20mundial%20de%20harina%20de%20trigo.htm>
http://www.molinovillafane.com/todo_acerca_del_trigo.html
<http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Pages/sniarn.aspx>

Imura, O. 1987. Life histories of stored products insects. In: FUJII, K. & cols. (Eds.). Bruchids and legumes: economics, ecology and coevolution. Kluwer Academic Publishers (The Netherlands), pp. 257-269

Inglese, P. 1995. Orchard planting and management. In: Barbera, G., Inglese, P. y Pimienta-Barrios, E. (Eds.), Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear, pp. 78-91. Rome, Italy: FAO. 216 pp.

Izuru, Y. 1970. Mode of action of pyrethroids, nicotinoids and rotenoids. Annu. Rev. Entomol. 15: 257-272.

Korunic, Z. 1998. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. J. Stored Product Research 34(2/3):87-97

Krasilnikova, H., 1966. Conditions promoting adaptation of some pyralids (*Lepidoptera, Phycitinae*) to *synanthropism*. Entomological Review, 45: 430-435.

Lagunes, A. 1994. Uso de extractos y polvos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia. Colegio de postgraduados. USAID, CONACYT, BORUCONSA. Texcoco. México. 35p.

Lagunes, A., C. Rodríguez H. 1989. Búsqueda de tecnología apropiada para el combate de plagas del maíz almacenado en condiciones rústicas. CONACYT. Colegio de Postgraduados. México. 150 p

Larrain, P. 1982. Control de bruco con aceites vegetales IPA La Platina (11):36-37

Larrain, P. 1994. manejo Integrado de plagas en granos almacenados. IPA La Platina 81:10-16

- Le Houérou, H.N., 1996. The role of cacti (*Opuntia* spp.) in erosion control, land reclamation, rehabilitation and agricultural development in the Mediterranean Basin. *Journal of Arid Environments* 33: 135-159.
- Levinson, H. Z. & Kanaujia, K. R., 1982.- Feeding and oviposition behavior of the granary weevil (*Sitophilus granarius* L.) induced by stored wheat extracts and dummies. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 93: 192-305.
- Levison, H. Z. & Levison, A. R., 1994. Origin of grain storage and insect species consuming desiccated food. *Anzeiger für Schädlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz*, 67: 47-59.
- Lindblad, C; L. Druben. 1979. Almacenamiento del grano: manejo-secado-silos; Control de insectos y roedores. Editorial Concepto. México DF.331p.
- Longstaff, B. 1994. The management of stored product pests by non-chemical means an australian perspective. *J. Stored Product Research* 30(3):179-185.
- Lucca, A., M. Picanção. 1995. Manejo Integrado de pragas do feijoeiro no armazenamento. *Rev. Brasileira de Armazenamento* 20(1/2):37-43.
- Mallis, A. 1990. Handbook of Pest Control. 7th edition. Ohio, USDA. 1152 pp.
- Martínez, M. 1994. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas; Fondo de Cultura Económica; 1a reimpression, México 1249 pp.
- Metcalf, R.L y E.R. Metcalf (1992) Plant kairomones in insect ecology and control. Chapman and Hall. New York. USA. p 169.
- Mohamed-Yasseen, Y., S. A. Barringer and W. E. Splittstoesser 1996. A note on the uses of *Opuntia* spp. in Central/North America. *Journal of Arid Environments* 32: 347-353.
- Moino, A. S. B. Alves. 1995. Bioensaios com *Beauveria bassiana* (BALS) Vuill para controle de pragas de graos armazenados. *Revista de Agricultura* 70(3):248.
- Moino, A. S.B. Alves. 1998. Efeito de *Beauveria bassiana* sobre o desenvolvimento de *Sitophilus zeamais*. *Revista manejo Integrado de Plagas* 50:51-54.
- Montes, B. R., Cruz C. V., y Madrigal, O. P. 1990. Control de la roya del frijol mediante extractos vegetales bajo condiciones de laboratorio en Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. *Memorias del XVII Congreso Nacional de la*

- Sociedad Mexicana de Fitopatología; Culiacán, Sinaloa. 104 P.
- Padin, S. B., G.M. Dal Bello y A.L. Vasicek. 1995. Potencial bioinsecticida de hongos entomopatógenos de plagas en granos almacenados. *Revista Facultad de Agronomía* 15(1):1-7.
- Paez, A. 1987. El uso de polvos vegetales e inertes minerales como una alternativa para el combate del gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) en maíz almacenado. Tesis Magíster en Ciencias. Colegio de Postgraduados. México. 107 p.
- Permul, D; G. Le Patourel. 1990. Laboratory evaluation of acid-activated kaolin to protect stored paddy against infestation by stored product insects. *J. Stored Product Research* 26(3):149-153
- Quintero, S. R, Gioanetto F., Chavéz C. E. y Bárcenas O., D. 2002. Curso Taller de agricultura orgánica. Universidad Autónoma de Chihuahua. CIDACOM, Chihuahua, Chihuahua. 227 pp.
- Ramayo, G. M. 1983. Tecnología de granos. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 216p.
- Ramayo, L. 1983. Tecnología de granos. Departamento de industrias agrícolas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México. 216p.
- Rodríguez, C. 2000. Plantas contra plagas. RAPAM. Texcoco. México. 133 p.
- Rodríguez, D. 1987. Evaluación de polvos vegetales y minerales para el combate del barrenador mayor de los granos *Prostephanus truncatus* (HORN) (Coleoptera: Bostrichidae) en maíz almacenado. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana. Córdoba. Veracruz. México. 69p
- Rodríguez, H. C. 1996. Insecticidas vegetales y agricultura orgánica. Evento de Aprobación en Certificación de Agricultura Orgánica. Colegio de Posgraduados. Montecillo. 162-179 pp.
- Rodríguez, H. C. 1997. Insecticidas vegetales y agricultura orgánica. Evento de Aprobación en Certificación de Agricultura Orgánica. Colegio de Posgraduados. Montecillo. 162-179 pp.
- Rodríguez, H. C. 1993. Fitoinsecticidas en el combate de insectos In: "Bases prácticas de la agroecología en el desarrollo centroamericano". Módulo II:

- Manejo de plagas en el sistema de producción orgánica. San Martín Zapotitlan, Retalhuelu. Guatemala P 112-125.
- Ruiz, C. R. 1981. Cultivo del Trigo y la Cebada. Temas de Orientación Agropecuaria Bogotá. pp.32.
- Sáenz, C. Y E. Sepúlveda, 1993. Alternativas de industrialización de la tuna (*Opuntia ficus-indica*). Alimentos 18: 29-32.
- Saini, R. S. 1964. Histology and physiology of the cryptonephridial system of insects. Transactions of the Royal Entomological Society, London, 116: 347-392.
- Salas, J. 1985. Protección de semillas de maíz (*Zea mays*) contra el ataque de *Sitophilus oryzae* a través del uso de aceites vegetales. Agronomía Tropical 35(4-6):19-27
- Scholl, M. 1998. Integration of biological and non-biological methods for controlling arthropods infesting stored products. Postharvest News and Information 9(2):15 20
- 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 insectos. Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 66:4-12
- Stoll, G. 1989. Protección natural de cultivos. Editorial Científica Josef Margraf. Ludswigsburg. Alemania. 186p.
- Subramanyam, Bh. and R. Roesli. 2000. Inert dusts, pp. 321-380. In Subramanyam, Bh. and D. W. Hagstrum. (eds.), Alternatives to pesticides in stored-product IPM. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA.
- Tripathi, A. K., Prajapati, V., Preet, S., Khanuja, S., Kumar, S. 2033. Effect of d-limonene on three species of stored –product beetles. Journal of Economic Entomology. 96: 990-995.
- Villaseñor R., J. L. y F. J. Espinosa G., 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.

White, N; J. Leesch. 1996. Chemical control In: Subramanyam,B y D. Hagstrum (Eds). Integrated Management of insects in stored products. Marcel Dekker, Inc. New York. USA p 287-330.

www.fao.org