UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE SOCIOECONOMICA
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACION AGROPECUARIA

EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA DEL EXTRACTO VEGETAL DE OREGANO (*Origanum vulgare*) SOBRE *Tribolium castaneum* (Herbst).

Por:

ANTONIETA CASTRO GASPAR

T E S I S

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ADMINISTRADOR

Saltillo, Coahuila, México
Diciembre 2011

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARÍA
ANTONIO NARRO

DIVISION DE SOCIOECONOMICAS

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACION AGROPECUARIA

Por:

ANTONIETA CASTRO GASPAR

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO ADMINISTRADOR

Aprobada por:

ING. TOMAS ALVARADO MARTINEZ
Presidente del jurado

M.C. REBECA GONZÁLEZ VILLEGAS
Sinodal

M.C. AMADOR GARZA QUINTANILLA
Sinodal

M.C. ROLANDO SEGOVIANO RAMIREZ
Suplente

Universidad Autónoma Agraria "ANTONIO NARRO"

COORDINADOR DE LA DIVISION DE SOCIOECONOMICA

ING. VICENTE JAVIER AGUIRRE MORENO

Saltillo, Coahuila México.
Diciembre 2011

DIV. CS. SOCIOECONOMICAS
COORDINACION

AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODO PODEROSO Por haberme dado la sabiduría, salud 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 la autora del presente estudio agradece muy profundamente a todas las personas que hicieron posible la realización del mismo, entre los que se deben mencionar:

A todos mis amigos, amigas y en especial a la **generación CXII de administración** 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 **M.C ROLANDO RAMIREZ SEGOVIANO** por brindarme su amistad y, así como los conocimientos transmitidos.

Al **ING. HERIBERTO RÍOS TAPIA**, por brindarme su amistad durante mi estancia y sobre todo apoyarme.

Al **ING. Noé Santiago Basilio,** por brindarme su amistad y confianza al momento de mí llegada a esta ciudad.

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.

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 **Irene Gaspar Miranda** , ya que gracias a ella soy quien soy hoy en día, fue quien me dio ese cariño y calor humano necesario, ella que ha velado por mi salud, mis estudios, mi educación alimentación entre otros, a ella es a quien le debo todo, horas de consejos , de regaños, y de alegrías de las cuales estoy muy segura que lo ha hecho con todo el amor del mundo para formarme como un ser integral y de las cuales me siento extremadamente orgullosa.

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

A mis sobrinos Jonathan y Kevin, que los quiero mucho.

A mi madrina la Sra**. Maricela Barradas Amador** por todos sus consejos y apoyo tanto moral como económico, por creer en mi e impulsarme para seguir adelante.

A Yvette y a su familia por confiar en mí, por brindarme su amistad y cariño. Así como también por su paciencia y comprensión.

Dedico este trabajo a mi esposo **Bernardo Brigada Vargas**, por su apoyo y comprensión que me brinda día con día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales. Por los momentos felices, pero sobre todo los malos momentos ya que gracias a ellos se refuerza nuestra unión. por la confianza que me ha brindado día con día y por estar conmigo al momento del nacimiento de nuestro hijo. Gracias por todo mi amor.

A MI HIJO

A mi hijo **Alan Ricardo**, porque con su llegada a mi vida, ha sido una gran bendición, porque es el motor de mi vida. Porque es el amor de mi vida, mi chaparrito precioso te amo, gracias por tus tus gesto que haces con cada berrinchito aprendo mas de ti dios te bendiga siempre mi pequeño gigante.

A mi abuela **soledad Miranda Delgado** que sus regaños y consejos no fueron en vano.

A la **MC**. **Rebeca González Villegas por** brindarme su amistad y también por invitarme a trabajar con ella. por su valiosa participación como asesor en mi trabajo de tesis. Por su paciencia, tiempo, comprensión y conocimientos brindados para mi formación profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Pagina

AGRADECIMIENTOS..... III
DEDICATORIA..... III
INDICE DE CONTENIDO..... VI
INDICE DE CUADROS..... VIII
INDICE DE FIGURAS..... VIII
INTRODUCCION..... 1
Objetivo..... 2
REVISIÓN DE LITERATURA..... 3
Insectos de granos almacenados 3
Importancia de las plagas de granos y productos almacenados..... 3
Origen y evolución de los insectos de almacén..... 4
Origen de las infestaciones de granos..... 4
Clasificación y distribución de plagas..... 5
Gorgojo de la Harina *Tribolium castaneum* (Herbst..... 6
Origen y distribución..... 6
Ubicación taxonómica..... 6
Descripción morfológica..... 6
Ciclo de vida..... 7
Biología y hábitos..... 7
Importancia económica..... 7
Métodos de control..... 8
Control biológico..... 8
Control físico..... 8
Fumigantes..... 8
Control químico..... 9
Control alternativo..... 10
Aceites..... 10
Aceites minerales..... 10
Aceites vegetales..... 11
Extractos vegetales para el control de plagas 13

Importancia de los extractos…… 13
Planta bajo estudio Oregano (*Origanum vulgare)* …… 15
Ubicación taxonómica…… 15
Descripción…….. 15
Parte útil…… 15
Suelo y clima…… 16
Usos y propiedades…… 16
Hojas…… 16
Esencia…… 16
Metabolitos secundarios del oregano…….. 17
Antecedentes de actividad biológica de los componentes del oregano…… 19
Antioxidantes …….. 19
Potencial antimicrobiano…… 20
Efecto antiparasitico……... 22
Acción estrogenica…… 22
Actividad insecticida……... 23
Capacidad antigenotoxica…… 23
Usos y aplicaciones industriales…….. 25
Aceite de oregano como insecticidas sintéticos…… 25
MATERIALES Y METODOS…… 27
Ubicación del área de estudio ……... 27
Incremento de colonias …….. 27
Técnica de película residual (FAO, 1974) …….. 28
Análisis estadístico …….. 28
RESULTADOS…… 29
CONCLUSIONES …….. 32
LITERATURA CITADA …… 33
APENDICE…… 40

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Metabolitos secundarios del oregano…….	17
2	Actividades biológicas del oregano…….	19
3	Porcentaje de mortalidad de *T. castaneum* por efecto de extracto de oregano, a través del tiempo. …….	29
4	Análisis Probit de la mortalidad de *T. castaneum* por efecto de extracto de oregano, a través del tiempo. ……	31

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Porcentaje de mortalidad de *T. castaneum* por efecto de extracto de oregano, a través del tiempo. ……	30

RESUMEN

El daño ocasionado por los productos químicos al medio ambiente y salud han originado la busque da 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 del extractos de *orégano vulgare* contra el gorgojo menor de las harinas *Tribolium castaneum.* Las concentraciones evaluadas fueron 20,000 30,000 40,000, 50,000 y 60,000 ppm, se tenía un testigo absoluto, se empelo 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 fueron aumentando progresivamente en base a las concentraciones del extracto, mostrando a las 24 horas porcentajes de mortalidad bajos, aumentando poco a poco a las 48 horas llegando a alcanzar un 63.33 % de mortalidad en la concentración más alta, aumentando también a las 72 hrs, teniendo su nivel más bajo de 23.66 % de mortalidad en la concentración más baja de 20,000 ppm, obteniendo sus niveles más altos en la concentración más alta de 60,000 ppm alcanzando un 93.33 %. La disponibilidad del oregano y de acuerdo a los resultados obtenidos nos ayuda a recomendar el uso de este extracto ya que al ser producido bajo el sistema de cultivo nos aumenta la disponibilidad del mismo.

Palabras claves: Gorgojo, partes por millón, mortalidad, adulto.

INTRODUCCION

El uso de productos naturales para el control de plagas de importancia agrícola es cada vez más 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.

REVISIÓN DE LITERATURA

Insectos de granos almacenados

Importancia de las plagas de granos y productos almacenados

Los cereales son considerados mundialmente, como las especies vegetales más importantes para la alimentación de los seres humanos y animales domésticos (Dell Orto Arias, 1985) por esto, su almacenamiento por largos periodos de tiempo es esencial para disponer de alimento en forma constante (Páez, 1987). Esto se ve afectado por los insectos plagas de los granos almacenados que causan cuantiosas pérdidas, tanto en lo económico como en su disponibilidad para la alimentación de animales y seres humanos (Larrain, 1994).

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

Las pérdidas de granos en el almacenaje es el principal problema que enfrenta el agricultor después de la cosecha. La situación es especialmente importante entre los productores a pequeña escala, quienes ven mermadas sus *cosechas, a causa de* la destrucción de los granos por roedores, insectos, hongos y bacterias (White, 1996).

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

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

Origen y evolución de los insectos de almacén

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

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

Origen de las infestaciones de granos

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

Gutiérrez (1992), menciona que algunas especies son capaces de sobrevivir por largos periodos de tiempo cuando no disponen de suficiente alimento o las condiciones del medio no son favorables; cuando las condiciones mejoran o con el advenimiento de nuevas cosechas, dejan su estado de reposo para multiplicarse activamente creando focos de infección. Otra causa de infestación por los insectos es cuando permanecen las semillas o harinas de temporadas pasadas en el almacén, por lo que la presencia de infestaciones se da fácilmente en cosechas nuevas.

Clasificación y distribución de plagas

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

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

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

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

Plagas terciarias: son aquellas que se desarrollan después de que los insectos primarios y secundarios han efectuado su daño, Se alimentan de impurezas, granos quebrados, residuos dejados por los otros insectos y algunos se alimentan de los hongos desarrollados en el grano que sean deteriorado (Ramírez, 1990).

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

Origen y distribución

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

Ubicación taxonómica

Tribolium castaneum, más conocido como gorgojo rojo de las harinas, fue clasificado y descrito en 1797, es conocido desde hace muchos años antes que el *Tribolium confusum*. (Borror *et al.,* 2005), determinaron su posición taxonómica en la forma siguiente:

Phyllum.....Artrhopoda
Subphyllum……..Mandibulada
Clase…….Insecta
Subclase……Pterygota
División…….Endopterigota
Orden……..Coleóptera
Suborden…….Polyphaga
Superfamilia……..Tenebrioniodea
Familia……..Tenebrionidae
Genero……*Tribolium*
Especie…….. *T. castaneum* (Herbst)

Descripción morfológica

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

pequeños apéndices, las larvas al completar su desarrollo miden 4.5 mm de largo, las pupas son de tipo exarate de unos 2 mm de largo (FAO, 2011).

Ciclo de vida

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

Biología y hábitos

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

Importancia Económica *Tribolium castaneum* (Herbst)

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

Métodos de control

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

Control biológico

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

Un ejemplo exitoso de control biológico de los granos almacenados es *Plodia interpuentella* (Hubner) (Lepidóptera: pyralidae) que se ha podido controlar mediante la aplicación de *Bacillus thuringiensis*. Esta bacteria actúa ocasionando una reducción de las infestaciones en más de un 80 % (Mc Gaughey, 1985).

Control físico

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

Fumigantes

Stadler *et al.,* (1990) mencionan que dentro del grupo de fumigantes más utilizados para el control de plagas de granos de almacén son la fosfina y el bromuro de metilo, producto de uso común en varios países.

Un fumigante es un insecticida que ejerce su acción toxica en forma de gas. Los fumigantes por lo general se almacenan en forma líquida o solida. Estas sustancias reúnen ventajas sobre otros insecticidas por su gran poder de penetración dado que se introduce en todos los espacios libres, que no pueden llegar o alcanzar

otros métodos de aplicación de materiales químicos. Las principales desventajas de los fumigantes son que sus vapores se dispersan muy rápidamente, por lo que solo son efectivos en espacios cerrados. Además, no tienen efecto residual y su acción termina una vez que los gases escapan (Anónimo, 1993).

Control químico

Las medidas de control convencionales se basan en la aplicación frecuente de fumigantes e insecticidas químicos residuales, que por su amplio espectro de acción eliminan no sólo a la plaga sino también a sus enemigos naturales. En el caso de los granos destinados a la alimentación, existen severas restricciones al uso de pesticidas impuestas por las normas de bioseguridad, además de las limitaciones toxicológicas y ambientales. Asimismo, la constante exposición a los tratamientos químicos ha inducido a desarrollar resistencia en *T. castaneum* a diferentes grupos de insecticidas (Akbar *et al*., 2004).

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

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

Malation: Es un producto organofosforado con propiedades insecticida y acaricida, sintetizado en 1950 con denominación química: 0,0-dimetil-S-(1,2-dicarbetoxi-etil)-ditiofosfato. Insecticida de amplio espectro de acción, actúa por contacto e ingestión. No es sistémico. Este compuesto fue el primer fosforado de baja toxicidad, posee una DL_{50} oral aguda d 1400 mg/kg y DL_{50} dermal aguda de 400 mg/kg que lo ubica en la categoría III toxicológica (Muñoz, 1985).

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

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

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

Control alternativo

Las tendencias actuales en el manejo integrado de plagas se orientan hacia la preservación del ambiente junto al uso de biocidas naturales (bioplaguicidas) con una menor toxicidad. Entre esos productos se encuentran los aleloquímicos de origen vegetal, semioquímicos de comunicación química interespecífica (Flint *et al.,* 1996), que no generan fenómenos de resistencia ni ejercen el impacto ambiental de los insecticidas de sínteticos; siendo compatibles con otras opciones de bajo riesgo aceptables en el control de insectos. Así mismo, se encuentran los extractos vegetales que atacan una gran variedad de plagas y enfermedades. Dentro de estos compuestos se encuentran los aceites de origen vegetal que se presentan como una alternativa de control de alto potencial (Shaaya y Kostyukosky, 2007).

Aceites

Los aceites que se utilizan en el control de plagas de granos almacenados, pueden ser de origen vegetal o mineral. Ninguna de estas alternativas tiene problemas para ser utilizada en un programa orgánico de producción.

Aceites minerales: En relación a los aceites minerales, estos se conocen hace más de un siglo, y se han empleado solos o en combinación con insecticidas para el control de artrópodos plagas de cuerpo blando en árboles

frutales. A la fecha, no se ha reportado ningún tipo de resistencia. La principal actividad de los aceites es por la obstrucción del sistema respiratorio (hipoxia), además de actuar como repelentes en la ovoposición (Davidson, *et al.,* 1991).

Varias clases de artrópodos son afectados con el uso de estos aceites, pudiéndose mencionar: ácaros, escamas, chinches harinosas, psíilidos, áfidos y algunos lepidópteros. Sin embargo estos aceites poseen una baja actividad residual, son relativamente inocuos a los organismos benéficos. Los factores que explican la actividad insecticida en la formulación de los aceites son: la composición química, parafina ($C_nH_{2N+2,}$ óptimo peso molecular, C_{20}-C_{25}), compuestos insaturados y el equivalente del número de carbonos de n-parafina. Para minimizar el daño con la aplicación de los aceites en aspersión, se recomienda evitar dicha aplicación cuando los árboles presenten algún tipo de estrés o cuando las temperaturas sean demasiado altas o muy bajas (Davidson, *et al.,* 1991).

Los aceites minerales constituyen un método de control físico confiable, que aún hoy, siguen evolucionando. Son eficientes en la horticultura por tener una efectiva de acción insecticida en las aplicaciones llevadas a cabo en los programas de manejo integrado de plagas (Jacques y Kuhlmann, citados por Vincent *et al.,* 2003).

Aceites vegetales: Los aceites de origen vegetal han sido utilizados desde épocas muy antiguas, presentando los primeros registros de control de diferentes insectos a nivel doméstico y de agricultura de subsistencia desde el siglo XV. Se han propuesto varias explicaciones para su acción tóxica sobre los insectos, La primera se refiere al efecto ovicida donde elimina los huevecillos de los insectos debido a que los cubre completamente con una película que impide el intercambio gaseoso, la segunda es su amplio espectro de acción a nivel estomacal y de contacto (Davidson *et al*., 1991).

(Larrain, 1982), Menciona que los aceites vegetales alteran el equilibrio osmótico, es decir el huevo pierde humedad por lo tanto mure el embrión, en los adultos los cubre con una capa oleosa que tapa los espiráculos de respiración matándolo por asfixia (Davidson, *et al.,* 1991).

Díaz (1985), evaluó aceites de algodón, cártamo, girasol, maíz, soya y olivo contra *Sitophilus zeamais* encontrando que los mejores resultados se obtienen con

aceite de maíz a una concentración del 6 %. Otro antecedente lo proporciona Salas (1985), quien indica que la aplicación de 10 ml por kilogramo de cualquiera de los siguientes aceites (soya, ricino, coco, maní, sésamo y olivo) en maíz almacenado, provocan el 100 % de mortalidad en *Sitophilus oryzae*, a las 3 horas de exposición al aceite.

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

Extractos vegetales para el control de plagas

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

Las empresas de fitosanidad están prestando atención a productos de origen natural como fuente para el desarrollo de nuevos insecticidas (Addor, 1995), si bien la diversidad en estructuras químicas así como en el modo de acción hacen este campo muy complejo. Según (Jermy, 1990) unas 2,000 especies vegetales poseen propiedades insecticidas, a lo que habría que añadir otras muchas que permanecen todavía por ser estudiadas.

Importancia de los extractos.

Existen una serie de métodos de control alternativos que se caracterizan por ser de bajo costo, alta efectividad y factibles de realizar por pequeños agricultores (Braccini & Picanço, 1995). La revalorización de las plantas como fuente de sustancias con propiedades insecticidas se viene difundiendo desde los últimos 35 años y en algunos países de América Latina como Brasil, México, Ecuador y Chile, se han desarrollado líneas de investigación que buscan en las plantas compuestos químicos con menor impacto ambiental y potencial para el control de plagas agrícolas (Rodríguez, 2001).

México es incluido entre los países con mayor diversidad vegetal en el mundo; pero solo a una pequeña cantidad de ellas se le da una utilidad medicinal, en algunos casos contra problemas infecciosos de origen fúngico. Al respecto se han hecho pruebas en 206 especies de plantas contra 26 especies de hongos fitopatógenos incluyendo pruebas de germinación de esporas, desarrollo de micelios y esporulación. Los resultados indican que existe una alta proporción de las plantas que actúan contra los hongos afectando su inhibición (Montes *et al.,* 2000).

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

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

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

Planta bajo estudio Oregano (*Origanum vulgare*)

Ubicación Taxonómica

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

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Lamiales

Familia: Lamiaceae

Subfamilia: Nepetoideae

Tribu: Mentheae

Género: Origanum

Especie: O. vulgare

(http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/plantas/magnoliayMarg/Lamiaceae/mentaOregano1.html)

Descripción

Las poblaciones silvestres bajo aprovechamiento miden de 0.70 a 1.20 m, de altura y de 0.30 a 0.80 m, de diámetro de cobertura, esto dependiendo de las condiciones específicas de desarrollo y de la edad de la planta. Bajo condiciones controladas, esta planta es un arbusto caducifolio, muy ramificado, que generalmente llega a alcanzar hasta 2.50 m, de altura y 1.20 m, de diámetro de cobertura foliar; aunque en la generalidad de los casos (Martínez *et al.,* 1984).

Parte útil

Las hojas y sumidades floridas desecadas. Olor aromático, agradable y sabor algo amargo. Contiene aceite esencial, sustancias tánicas, un principio amargo, goma, resina, etc.

Suelo y clima

Clima templado a templado cálido. Prospera bien en diversos tipos de suelos, en los sueltos, sílico arcillosos, francos, humíferos y calcáreos, que sean permeables; también en los arcillo-arenosos e inclusive prospera en lugares áridos. En ese aspecto presenta mayor amplitud de adaptación que la mejorana, sin embargo los terrenos arcillosos deben evitarse.

Clima templado a templado cálido.

Usos y propiedades

Hojas : Propiedades tónicas, amargo excitantes, antisépticas, expectorantes, diuréticas y sudoríficas.

Uso en licorería.

Como condimento y aromatizante de conservas alimenticias, salsas, ensaladas, etc.

.

Esencia:

En perfumería y jabonería.

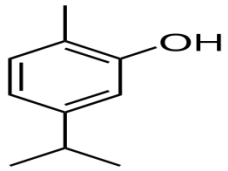
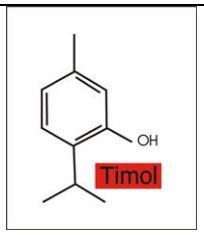
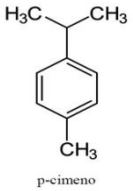
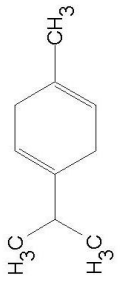
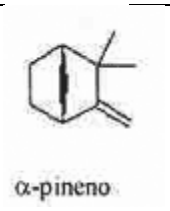
En la preparación de linimentos antirreumáticos.

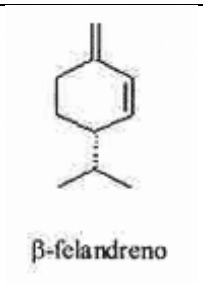
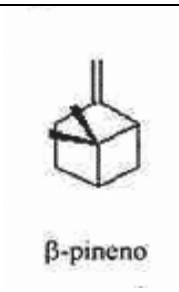
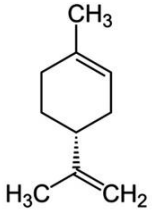
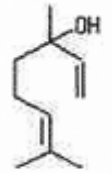
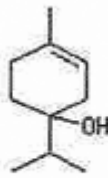
En pomadas contra dermatitis (pediculosis).

Metabolitos secundarios de oregano

La *esencia* es un líquido de color amarillo hasta pardo, cuyo principal componente es el carvacrol; también se puede hallar timol, alfa pineno, cimeno levógiro, terpenos, etc.

Cuadro 1. Metabolitos secundarios de oregano

Metabolitos	Formula quimica
Carvacrol	
Timol	
p-cimeno	
y-terpineno	
α-pineno	

β-felandreno	 β-felandreno
β-pineno	 β-pineno
Canfeno	 canfeno
Limoneno	 limoneno
Linalol	 linalol
Terpinen-4-ol	 terpinen-4-ol

Antecedentes de Actividad biológica de los componentes del orégano

Antioxidante

En el cuadro 2 se menciona que una de las principales actividades biológicas del orégano es su capacidad antioxidante, especialmente en especies del género Oreganum. La función antioxidante de diversos compuestos en los alimentos ha atraído mucha atención en relación con el papel que tienen en la dieta en la prevención de enfermedades. Los compuestos antioxidantes son importantes porque poseen la capacidad de proteger a las células contra el daño oxidativo, el cual provoca envejecimiento y enfermedades crónico-degenerativas, tales como el cáncer, enfermedad cardiovascular y diabetes. Los antioxidantes como los tocoferoles, los carotenoides, el ácido ascórbico y los compuestos fenólicos se consumen a través de los alimentos. En algunos estudios de especias se han aislado una amplia variedad de compuestos antioxidantes fenólicos.

Cuadro 2. Actividades biológicas del orégano

Acitivadad	Género
Antioxidante	Origanum
	Limpia
Antimicrobiana	Origanum
	Limpia
Antiparasítica	Limpia
Estrogénica	Origanum
Antigenotóxica	Origanum
	Limpia
Insecticida	Origanum

El efecto antioxidante de las plantas aromáticas se debe a la presencia de grupos hidroxilo en los compuestos fenólicos (Shahidi y Janitha, 1992). Entre las diferentes variedades de orégano se han encontrado altos niveles de antioxidantes (>140 mmol/100 g) (Dragland *et al.,* 2003). El potencial antioxidante de los extractos de orégano ha sido determinado por su capacidad para inhibir la peroxidación

lipídica, protegiendo al ADN del daño por radicales hidroxilo, con los métodos de atrapamiento de peróxido de hidrógeno, atrapamiento de HOCl y por la prueba de la rancidez. En todas estas pruebas, los extractos de orégano han mostrado ser efectivos, en algunos casos a niveles superiores a los exhibidos por el propil galato, BHT y BHA (Martínez *et al.,* 2001). Sin embargo, sus aplicaciones industriales son limitadas debido al aroma y sabor que pueden conferir a los alimentos donde se aplicarían, por lo que se requiere de investigación en procesos de deodorización (Moure *et al.,* 2001). La actividad antioxidante depende del tipo y polaridad del solvente extractante; por ejemplo, los antioxidantes obtenidos con agentes lipofílicos son más efectivos en emulsiones (Deighton *et al.,* 1993). El aceite esencial de *Oregano* tiene actividad anti-radical y esta propiedad se le atribuye a los monofenoles carvacrol y timol. Varios investigadores confirman el potencial antioxidante de extractos y aceites esenciales de diferentes variedades de orégano (*O. vulgare*, *O. compactum*, *O. majorana*) (Baratta *et al.,* 1998).

Las hierbas y especias como el orégano son también una fuente potencial de vitamina C y de otros compuestos antioxidantes como los carotenoides. En el orégano (*O. vulgare*) se ha encontrado un contenido de ácido ascórbico de 26 ± 3 mM/g, de luteína de 206 ± 6 mg/g y de zeaxantina de 44 ± 1mg/g (Calucci *et al.,* 2003).

Potencial Antimicrobiano

Existen múltiples estudios sobre la actividad antimicrobiana de los extractos de diferentes tipos de orégano. Se ha encontrado que los aceites esenciales de las especies del género *Origanum* presentan actividad contra bacterias gram negativas como *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Yersinia enterocolitica* y *Enterobacter cloacae*; y las gram positivas como *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Listeria monocytogenes* y *Bacillus subtilis* (Elgayyar *et al.,* 2001). Tienen además capacidad antifungicida contra *Cándida albicans*, *C.tropicalis*, *Torulopsis glabrata*, *Aspergillus Níger*, *Geotrichum* y *Rhodotorula*; pero no contra *Pseudomona aeruginosa* (Elgayyar *et al.,* 1996). Se ha evaluado la actividad antimicrobiana de los componentes aislados, así como el del aceite esencial. Los fenoles carvacrol y timol poseen los niveles más altos de

actividad contra microorganismos gram negativos, excepto para *P. aeruginosa*, siendo el timol más activo (Elgayyar *et al.,* 2001). Otros compuestos, como el g-terpineno y r-cimeno no mostraron actividad contra las bacterias estudiadas. Los valores de la concentración mínima inhibitoria (CMI) para los aceites esenciales se han establecido entre 0.28-1.27 mg/ml para bacterias, y de 0.65-1.27 mg/ml para hongos (Aligiannis *et al*., 2001).

En el caso de *E.coli* O157:H7 existe una relación concentración/efecto a 625 ml/L con actividad bactericida después de 1 minuto de exposición al aceite, mientras que después de 5 minutos se requirieron 156 y 312 ml/L. Dicha acción antimicrobiana posiblemente se debe al efecto sobre los fosfolípidos de la capa externa de la membrana celular bacteriana, provocando cambios en la composición de los ácidos grasos. Se ha informado que las células que crecen en concentraciones subletales de carvacrol, sintetizan dos fosfolípidos adicionales y omiten uno de los fosfolípidos originales (Burt y Reinders, 2003).

Se ha demostrado que para los aceites de *L. multiflora* y *L. chevalieri*, los valores de CMI y de la concentración mínima bactericida (CMB) son más bajos para inhibir los microorganismos gram negativos (*Salmonella enterica*, *Escherichia coli*, *Shigella disentería*, *Proteus mirabilis*, *Enterococcus faecalis*) que para los gram positivos (*Staphylococcus camorum*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria innocua*, *Bacillus cereus*). *L. multiflora* presenta alta actividad antimicrobiana debido a su alto contenido de timol y sus derivados. *L. chevalieri* contiene un alto porcentaje de p-cimeno, el cual ejerce un efecto antagónico con el carvacrol y el timol, lo que explica su baja actividad antimicrobiana (Bassole *et al.,* 2003).

El extracto etanólico de una línea clonal de orégano inhibió la acción de *Listeria monocytogenes* en caldo y otros productos de carne (Saeberg *et sl.,* 2003). También se ha encontrado que el aceite esencial de orégano es muy valioso en la inhibicion de *E. coli* O157:H7 (Saeberg *et al.,* 2003). Otros microorganismos como *Acinetobacter baumanii*, *Aeromonas veronii biogroup sobria*, *Candida albicans*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica subsp.* enterica *serotype typhimurium*, *Serratia marcescens* and *Staphylococcus aureus*, se han logrado inhibir gracias a la

presencia de extractos de orégano (2 % v/v) (Hammer *et al.,* 1999). Estos estudios tienen importantes implicaciones para la industria alimentaria.

Efecto antiparasítico

El aceite esencial de *L. multiflora* es considerado un agente efectivo contra la infestación por piojos (*Pediculus humanus corporis* y *Pediculus humanus capitatis*) y por el artrópodo *Sarcoptes scabiei*; incluso en mayor grado que el bencil benzoato, la droga más comúnmente empleada contra estos parásitos. En esta especie de orégano, los componentes mayoritarios en su aceite son el cimeno (8 %), limoneno (15 %), linalol (34 %), geraniol (20 %) y timol (4 %). Entre los compuestos monoterpénicos volátiles presentes comúnmente en aceites esenciales, es conocida la capacidad del terpineol y del α- y β-pineno para matar piojos, aunque estos compuestos sólo se encuentran en bajas cantidades en dicho aceite esencial (3 %, 1 % y 4 % respectivamente) (Oladimeji *et al.,* 2000). El aceite esencial de *L. multiflora* posee actividad antimalaria en diluciones tan altas como 1/8000 y 1/12000 lo que representa una alternativa interesante contra esta enfermedad debido a su baja toxicidad (65). Los extractos de *L. beriandieri* poseen actividad antigiardia elevada, con una mortalidad de los trofozoitos del 90 %, mayor que la causada por timidazol (79 %), la droga típica usada para el tratamiento de la giardiasis (Ponce *et al.,* 1994).

Acción Estrogénica

Los flavonoides son un grupo de fitoquímicos que poseen actividad hormonal. La habilidad de proteger contra la osteoporosis y enfermedades cardiovasculares, acciones atribuídas a estrógenos endónenos como el 17β-estradiol, ha fundamentado la acción estrogénica de los flavonoides. Por otro lado, algunos de ellos presentan actividad antiestrogénica pues han demostrado prevenir la formación de tumores de mama (Frigo *et al.,* 2002).

Se ha encontrado que algunos alimentos, hierbas y especias contienen una gran cantidad de sustancias con actividad estrogénica (Zava, *et al.,* 1998) demostraron que el orégano (*O. vulgare*) es una de las seis especias con más alta capacidad para ligar progesterona, junto con la verbena, la cúrcuma, el tomillo, el trébol rojo y la damiana. Además se cree que el orégano puede poseer una ligera

actividad estrogénica in vivo cuando es consumido a través de los alimentos (Howes *et al.,* 2002). Sin embargo, se requiere más investigación para determinar con exactitud si los componentes del orégano poseen actividad estrogénica.

Actividad insecticida

Los aceites esenciales de plantas representan una alternativa para la protección de los cultivos contra plagas (Isman, 2000). Algunos aceites esenciales y sus componentes poseen un amplio espectro de actividad contra insectos, ácaros, hongos y nemátodos, tales como *Rhyzopertha dominica*, *Tribolium castaneum*, y *Sitophilus oryzae*, plagas que atacan granos almacenados y contra Musca domestica (Prates, *et al.,* 1998).

El aceite esencial de *O. syriacum* contiene un alto nivel de carvacrol (61 %), el cual posee una concentración letal media (LC50) = 37.6 mg/L, seguido del timol (21.8%) con un LC50= 36 mg/L contra larvas del mosquito *Culex pipiens molestus*. Entre otros compuestos activos se tiene a la mentona, el 1,8-cineol, el linalol y el terpineol. Los aceites esenciales de *O. majorana* y *O. compactum* poseen una alta actividad insecticida contra huevos y adultos de *Mayetiola destructor* (Traboulsi *et al.,* 2002).

Capacidad antigenotóxica

La dieta es una fuente potencial de sustancias carcinogénicas a las que se exponen los humanos. Esto ha provocado un gran interés en buscar fuentes de nutrientes y de no-nutrientes que ayuden a prevenir o contrarrestar el efecto adverso que pudiesen ocasionar los aditivos sintéticos, tóxicos naturales, las sustancias generadas durante el procesamiento y los contaminantes accidentales. Se ha encontrado que algunos monoterpenos presentes en los aceites esenciales son inhibidores efectivos de la carcinogénesis. El aceite esencial de orégano tiene la capacidad de inducir un incremento en la actividad de la enzima destoxificante glutation S-transferasa (GST) cuando se administra oralmente, lo cual sugiere un potencial anticarcinogénico (Lam y Zheng, 1991). Los monoterpenos con diferentes grupos funcionales tales como hidrocarbonos, aldehídos y cetonas son inhibidores in vitro de las monooxigenasas CYP2B1, por lo que pueden alterar la biotransformación

de sustancias tóxicas (Lamiri *et al.,* 2001). Algunos modelos animales para cáncer han demostrado que varios monoterpenos poseen propiedades anticarcinogénicas actuando a diferentes niveles moleculares y celulares (Loza-Tavera, 1999). Por ejemplo el carvacrol (50 y 100mM) reduce en 25 y 35 %, respectivamente, el número de células de melanoma murino (B16F10), línea celular con un potencial metastásico elevado (He L *et al.,* 1997). Los extractos acuosos de *O. vulgare* y *O. majorama* presentaron importantes efectos antimutagénicos (Ueda *et al.* 1991). La galangina y la quercetina, obtenidas de extractos metanólicos de hojas de orégano (*O. vulgare*), son flavonoides con actividad antimutagénica contra sustancias encontradas comúnmente en los alimentos (Kanazawa *et al.,* 1995). Por ejemplo, en nuestro laboratorio hemos encontrado un efecto protector del aceite esencial de orégano mexicano (*L. graveolens*) en la cepa TA98 de *S. thypimurium*, contra 1-nitropireno, con una reducción de la mutagenicidad del 46 % a una dilución de 1.25 x 10-5 (82). La cantidad de galangina y quercetina requerida para inhibir el 50 % de la mutagenicidad de 20 ng del carcinógeno Trp-P-2 fue de 0.12 y de 0.81 mg, respectivamente, mientras que los extractos de hexano, cloruro de metilo y acetato de etilo de orégano presentaron la mayor actividad inhibitoria (68-72%) (81).

El tectol y la lipsidoquinona presentes en *L. sidoides* mostraron inhibición in vitro contra células humanas de leucemia promielocítica (HL60) y leucemia linfoblástica aguda (CEM) (Costa *et al.* 2001). En *L. dulcis*, (+)-animol inhibe células de melanoma murino (B16F10). También las celulas HeLa fueron muy sensibles a los flavonas como la eupafolina (Abe *et al., 2002*). Se sabe que los patrones de sustitución en los anillos A y B tienen diferente influencia en la actividad contra diferentes células tumorales. El aceite de *O. vulgare* (dilución hasta 1:10000) presentó altos niveles de citotoxicidad contra células HeLa y de cáncer ovárico humano (Sivropoulous et al., 1996). También *O. majorama* presenta actividad antitumoral y citotóxica contra líneas tumorales (Hirobe *et al.,* 1998).

Por otro lado, varios estudios clínicos han demostrado que *Oregano spp* presenta alergenicidad, por lo que se debe evitar el consumo excesivo de *O vulgare* y *O. majorama* durante el embarazo además de sus propiedades abortivas (Brinker, 1998).

Usos y aplicaciones industriales

El orégano (*O. vulgare*) tiene usos medicinales, culinarios y cosméticos. Es utilizado en forma fresca y seca en la cocina mediterránea y de América Latina. Las especies de *Lippia* tiene usos tradicionales y farmacológicos tales como culinarios, analgésicos, antiinflamatorios, antipiréticos, sedantes, antidiarréico, tratamiento de infecciones cutáneas, antifúngico, tratamiento de desórdenes hepáticos, diurético, antihipertensivo, remedio de desórdenes menstruales, antimicrobiano, repelente, antimalaria, antiespasmódico, tratamiento de enfermedades respiratorias, de sífilis y gonorrea, contra la diabetes, abortivo y anestésico local (Tárrega *et al.,* 1998).

Debido a la capacidad antioxidante de los extractos acuosos del orégano, se sugiere que éstos pueden ser empleados como sustituto de los antioxidantes sintéticos (Botsoglou *et al.,* 2003). La peroxidación lipídica es uno de los principales problemas en la industria de los cárnicos, durante el procesamiento, la preparación y el almacenamiento. En un intento por disminuír este problema se ha probado el efecto antioxidante de hojas, flores, extractos y aceite esencial de orégano con resultados positivos. Otra forma interesante de evitar la peroxidación de los ácidos grasos en la carne es utilizando los aceites esenciales del orégano como suplemento en la alimentación de los animales destinados para consumo humano. (http://www.alanrevista.org/ediciones/2004-1/oregano_propiedades_composicion_actividad_biologica.asp)
http://www.botanical-online.com/plantasinsecticidas.htm

Aceite de orégano como insecticidas sintéticos

Una nueva investigación publicada en la Revista Journal of the Science of Food and Agriculture de la Sociedad de la Industria Química demuestra que el aceite de orégano actúa tan bien como los insecticidas sintéticos para combatir la infección por el escarabajo común, *Rhizoppertha dominica*, que se encuentra en los cereales almacenados.

La creciente resistencia a los insecticidas sintéticos combinada con el potencial daño ambiental y las nuevas directivas gubernamentales sobre los cambios a la forma en que los productos químicos son registrados, significa que los científicos

cada vez más están observando las alternativas naturales que pueden producirse en cantidades a gran escala, necesarias para el uso industrial agrícola.

El orégano, miembro de la familia Lamiaceae de las plantas, ha sido reconocido hace mucho tiempo como un insecticida natural. Al parecer trabaja inhibiendo la ponedura de huevo y el desarrollo de la larva, pero ésta es la primera vez que ha sido observado como una alternativa viable para los insecticidas sintéticos.

Chahrazed Boutekedijiret y su equipo del Nacional Polytechnic en Algeria identificaron 18 componentes en el aceite de orégano que combaten la plaga y descubrieron que mientras mayor era la concentración del aceite usado, más efectivo era.

Chahrazed señala, “es posible que, en el futuro cercano, estos insecticidas naturales reemplacen a los insecticidas sintéticos y se sumen en gran medida a los insecticidas ambientalmente más amigables”.

Baylis, secretario honorario del Grupo de Biorecursos de la Sociedad de la Industria Química, dijo: "Sólo porque algo es natural no significa que no sea dañino para los humanos; algunos de los compuestos más tóxicos letales para los humanos y algunos mamíferos son productos naturales. Sin embargo, habrá mercados para los insecticidas naturales que han sido rigurosamente probados en su seguridad y eficacia, pero como son difíciles de producir a gran escala para uso agrícola, el alcance para ellos es más bien limitado” (Alimentación y Nutrición por **Sopraval**).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

El presente trabajo se realizó en n 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 inoculo de algunos organismos.

Para el incremento se utilizaron 500 adulos 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.

Bioensayo

El método de bioensayo utilizado en el desarrollo del presente trabajo fue el de película residual (FAO, 1974), utilizando diferentes concentraciones para dicho trabajo**.**

Técnica de película residual (FAO, 1974)

Las concentraciones se obtuvieron mediante un estudio previo denominado ventana biológica que nos ayudó a partir de una concentración adecuada. Las concentraciones óptimas utilizadas fueron a partir de 20,000 30,000 40,000, 50,000 y 60,000 ppm.

Cada tratamiento consto de tres repeticiones, el recipiente utilizado fue un frasco de vidrio de 7 cm de diámetro (frasco Gerber), con cinco concentraciones más un testigo, dando un total de 27 unidades experimentales para cada extracto vegetal a evaluar.

El bioensayo se realizó con adultos de *Tribolium castaneum,* mediante la técnica conocida como película residual, que consistió en agregar 1 mL de la concentración deseada del extracto a cada frasco, para obtener una buena distribución, el frasco se rodado para que la concentración cubriera toda la superficie de este.

Una vez que se logró la cobertura y la evaporación de la solución, se introdujeron en cada frasco 10 insectos adultos de *Tribolium castaneum* de 20 días de edad aproximadamente. Posterior mente los frascos tratados fueron tapados con tela de organza, sujeto con bandas de hule. El tratamiento del testigo solamente fue tratado con 1 mL de acetona.

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

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron a través del programa PC Probit, para la obtención de las CL_{50} del extracto de oregano sobre adultos de *T. castaneum*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se muestran como sigue:

Como se muestra en el cuadro 3, los porcentajes de mortalidad fueron aumentando progresivamente en base a las concentraciones del extracto, mostrando a las 24 horas porcentajes de mortalidad bajos, aumentando poco a poco a las 48 horas llegando a alcanzar un 63.33 % de mortalidad en la concentración más alta, aumentando también a las 72 hrs, teniendo su nivel más bajo de 23.66 % de mortalidad en la concentración más baja de 20,000 ppm, obteniendo sus niveles más altos en la concentración más alta de 60,000 ppm alcanzando un 93.33 %

Cuadro 3. Porcentaje de mortalidad de *T. castaneum* por efecto de extracto de oregano, a través del tiempo.

	HORAS		
CONC	24	48	72
20,000	3.66	13.66	23.66
30,000	10	23.33	43.33
40000	13.33	30	46.66
50,000	16.66	40	63.33
60,000	30	63.33	93.33

Como se muestra en la figura 1 los porcentajes de mortalidad fueron aumentando lentamente a través del tiempo conforme aumentaron las concentraciones de los productos.

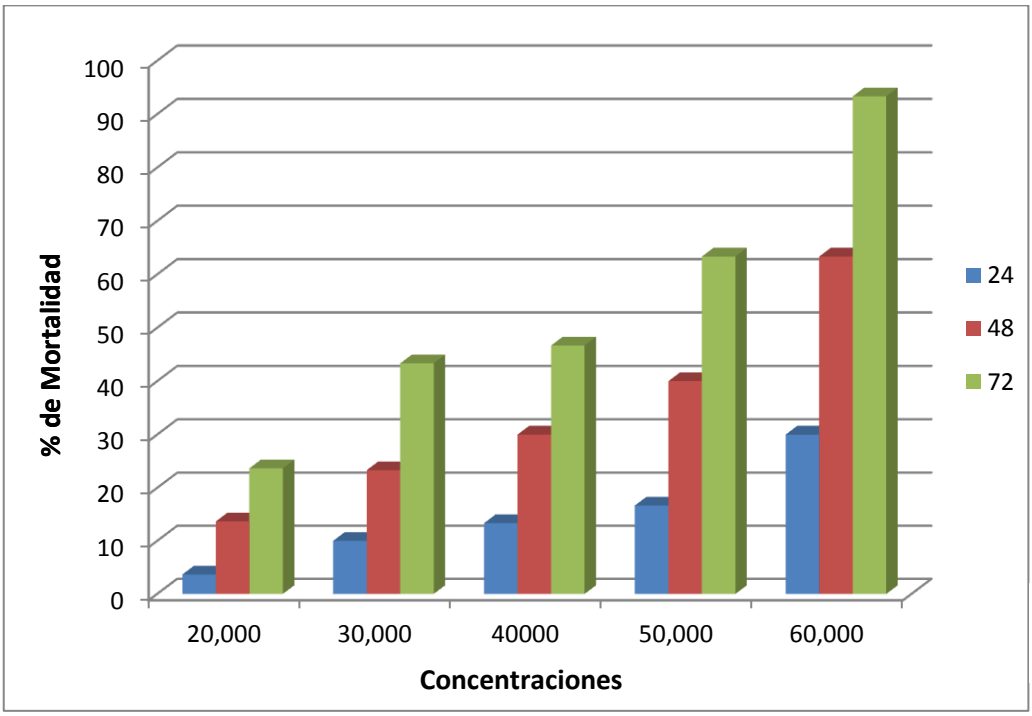


Figura 1. Porcentaje de mortalidad de *T. castaneum* por efecto de extracto de oregano, a través del tiempo.

Como se muestra en el cuadro 4, para matar el 50 % de la población a las 24 horas se necesita de 209, 825 ppm, aumentando drásticamente para matar el 95 % requiriendo de 530,386 ppm, esto fue debido a que el efecto de mortalidad empezó a trabajar lentamente, bajando conforme aumentaba el tiempo de exposición del insecto al extracto de oregano llegando a requerir para las 72 horas 34, 975 para matar el 50 % de la población y 99,693 para matar el 95 % de la población.

Cuadro 4. Análisis Probit de la mortalidad de *T. castaneum* por efecto de extracto de oregano, a través del tiempo.

Análisis Probit (Horas)	**Población a controlar (%)**	**Dosis**	**Limite fiducial mínimo**	**Limite fiducial máximo**
24	50	109,825	81,894	210,117
	95	530,386	256,524	281,550
48	50	54,582	48,804	64,181
	95	212,889	147,259	402,374
72	50	34,975	32,266	37,692
	95	99,693	83,344	129,751

CONCLUSION

Los extractos vegetales muestran ser una buena alternativa para el control de insectos debido a que de forma natural se pueden controlar sin causar un daño toxicológico al medio ambiente, siempre y cuando se use adecuadamente.

La disponibilidad y obtención del oregano y de acuerdo a lo obtenido, nos ayuda a recomendar el uso de este extracto ya que al ser producido bajo el sistema de cultivo nos aumenta la disponibilidad del mismo.

Se recomienda hacer trabajos posteriores en base a formulación para la obtención del oregano como producto y así aumentar los porcentajes de mortalidad a través del tiempo.

LITERATURA CITADA

Akbar, W.; Lord, J. C.; Nechols, J. R. & Howard, R.W. 2004. Diatomaceous earth increases the efficacy of *Beauveria bassiana* against *Tribolium castaneum* larvae and increases conidia attachment. Journal of Economic Entomology 97: 273-280.

Aligiannis, N, Kalpoutzakis E, Mitaku S, Chinou IB, Composition and antimicrobial activity of the essential oils of two *Origanum* species. J. Agric. Food Chem. 2001; 49: 4168-4170.

Anonymous, 1993. Alternatives to Methyl Bromide: Assessment of Research Needs and Priorities. Proceedings from the USDA Workshop on Alternatives to Methyl Bromide. United States Department of Agriculture, Arlington, Virginia.

Baratta, M. T, Dorman HJD, Deans SJ, Biondi DM, Ruberto G. Chemical composition, antimicrobial and antioxidative activity of laurel, sage, rosemary, oregano and coriander essential oils. J. Essent. Oil Res. 1998; 10(6): 618-627.

Bassole, IHN, Ouattara AS, Nebie R, Ouattara CAT, Kabore ZI, Traore SA. Chemical composition and antibacterial activities of the essential oils of *Lippia chevalieri* and *Lippia multiflora* from Burkina Faso. Phytochem. 2003; 62(2): 209-212.

Bennett, G. W., Owens J. M. y Corrigan R. M. 1996. Guía técnica de Truman Para operaciones de control de plagas. Editorial Purdue University.

Botsoglou, N. A, Grigoropoulou S. H, Botsoglou E. Govaris A, Papageorgiou G. The effects of dietary orégano essential oil and a-tocopheryl acetate on lipid oxidation in raw and cooked turkey during refrigerated storage. Meat Sci. 2003; 63(3): 1193-1200.

Brinker F. Herb contraindications and drug interactions. Eclectic Medical Publ. Sandy, Oregon 1998; 263 pp.

Burt, SA, Reinders RD, Antibacterial activity of selected plant essential oils against *Escherichia coli* O157:H7. Lett Applied Microbiol. 2003; 36: 162-167.

Calucci, L., Pinzino C, Zandomeneghi M, Capocchi A, Ghiringhelli S, Saviozzi F, Tozzi S, Galleschi L. Effects of g-irradiation on the free radical and antioxidant contents in nine aromatic herbs and spices. J. Agric. Food Chem. 2003; 51: 927-934.

Chaddick,, P. R. and F. leek. 1972. Further specimens of stored products insects found in ancient Egyptian tombs. J. Stored Prod. Res. 8; 83-86. U.S.A.

Cicloplafest.1994 Catalogo Oficial de plaguicidas, comisión Intersecretarial para el control del proceso y uso de plaguicidas, fertilizantes y sustancias toxicas. SARH. México, D.F. p257.

Costa, SMO, Lemos TLG, Pessoa OD., Pessoa C, Montenegro RC. Braz-Filho R. Chemical constituents from *Lippia sidoides* and cytotoxic activity. J. Nat. Prod. 2001; 64: 792-795.

Davidson, N, A, Dibble JE, Flint ML, Marer PJ, Guye A. 1991. Managing insects and mites with spray oils. IPM Educ. Publ., Univ. Calif. Public 3347.

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.

Deighton, N, Gridewell S M, Deans S J, Groodman B A. Identification by EPR spectroscopy of Carvacrol and Thymol as the major sources of free radicals in the oxidation of plant essential oils. J. Sci. Food Agric. 1993; 63: 221-225.

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, 1985. Actividades de aceites vegetales para proteger maíz almacenado contra el gorgojo *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). Tesis Magíster en Ciencias. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Posgraduados. Montecillo. Texcoco. México.73p.

Dragland, S, Senoo H, Wake K, Holte K, Blomhoff R. Several culinary and medicinal herbs are important sources of dietary antioxidants. Am Soc Nutr Sci. 2003; 133(5): 1286-1290.

Elgayyar, M. Draughon F., Golden DA, Mount JR. Antimicrobial activity of essential oils from plants against selected pathogenic and saprophytic microorganisms. J. Food Protect. 2001; 64 (7): 1019-1024.

Fao, 2011. V. Conservacion y proteccion de los granos almacenados (Gorgojo de la harina (*Tribolium confusum, Tribolium castaneum*)). Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural.

Frigo, DE, Duong BN, Melnik LI, Schief LS, Collins-Burow BM, Pace DK, McLachlan JA, Burow ME. Flavonoid phytochemicals regulate activator protein-1 signal transduction pathways in endometrial and kidney stable cell lines. Am. Soc. Nutr. Sci. 2002; 132(7): 1848-1853.

Gutiérrez, D. L. J. 1992. Perdida por manejo en maíz durante la cosecha y su relación con la dispersión de las plagas de poscosecha. Informe técnico, campo experimental, CIR. CENTRO, SARH-INIFAP. Pp 13-17.

Gutiérrez, G. L. J., Y S. R. Jiménez. 1989. Distribución delos insectos que dañan los productos almacenados en algunas localidades de la república mexicana. XXIV. Congreso nacional de entomología. Primer simposio. Problemas entomológicos de granos almacenados. Oaxtepec, Morelos. Pp. 56-90.

Hammer, K. A, Carson C. F, Riley T. V. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. J. Appl. Microbiol. 1999; 86 (6): 985-990.

He, L, Mo H, Hadisusilo S, Quresh, AA, Elson CE. Isoprenoids suppress the growth of murine B16 melanomas *in vitro* and *in vivo*. Am Soc Nutr Sci. 1997; 127(5): 668-673.

Hirobe, C, Qiao ZS, Takeya K, Ibokawa H. Cytotoxic principles from *Majorama Syriaca*. Nat. Med. 1998; 52 (1): 74-77.

Howes, M-JR, Houghton PJ, Barlow DJ, Pocock VJ, Milligan SR, Assessment of estrogenic activity in some common essential oil constituents. J. Pharmacy Pharmacol. 2002; 54: 1521-1528.

http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/plantas/magnoliayMarg/Lamiaceae/mentaOregano1.html

http://www.fao.org/docrep/X5027S/x5027S0h.htm

Isman, M. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Protection. 2000; 19: 603-608.

Kanazawa K, Kawasaki H, Samejima K, Ashida H, Danno G. Specific desmutagens (antimutagens) in oregano against a dietary carcinogen, Trp-P-2, are galangin and quercetin. J. Agric. Food Chem. 1995; 43: 404-409.

Lam LKT, Zheng B. Effects of essential oils on Glutathione S-transferase activity in mice. J. Agric. Food Chem. 1991; 39, 660-662.

Lamiri, A. Lhaloui S, Benjilali B, Berrada M. 2001. Insecticidal effects of essential oils against Hessian fly, Mayetiola destructor (Say). Field Crops Res. 71: 9-15.

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

Loza-Tavera H. Monoterpenes in essential Olis. Biosíntesis and properties. Adv. Exp. Med. Biol. 1999; 464: 49-62.

Madsen, HL, Rud Nielsen B, Bertelsen G, Skibsted LH. Screening of antioxidative activity of spices. A comparison between assays based on ESR spin trapping and electrochemical measurement of oxygen consumption. Food Chem. 1996; 57 (2): 331-337.

Mallis, A. 1990. Handbook of Pest Control. 7th edition. Ohio, USDA. 1152 pp.

Martin, H, (Ed.) 1971. Pesticide Manual British Crop. Protection Council. 495p.

Martínez-Tomé M, Jiménez AM, Ruggieri S, Frega N, Strabbioli R, Murcia MA. Antioxidant properties of Mediterranean spices compared with common food additives. J. Food Protect. 2001; 64 (9): 1412-1419.

Mc Gaughey, W.H. 1985. Evaluation of bacillus thuringiunsis for controlling indiam meal moths (Lepidoptera: pyralidae) infarm grain bins and elevator silos. J. Econ. Entomol. 78(5):1089-1094.

Metcalf, C.L. y Flint W.P. 1976. Insectos destructivos e insectos utiles. Editorial, McGRAW-HILL.

Metcalf, R.L, Luckmann WH. 1994. Introduction to insect pest management. New York: Wiley 3rd Ed. 650 p.

Montes, B. R., C. V. Cruz, M.G. Martinez, G.G. Sandoval, L.R. García, D.S. Zileh, L.L. Bravo, T.K.Bermúdez y M.H.C. Flores (2000). Propiedades antifúngicas en plantas superiores. Análisis retrospectivo de Investigaciones. *Rev. Mex. Fitopatología* 18: 125-131.

Moure A, Cruz J M, Franco D, Domínguez J M, Sineiro J, Domínguez H, Núñez M J and Parajó J C. Natural antioxidants from residual sources. Food Chem. 2001; 72(2): 145-171.

Muñoz, G. R. 1985. Insecticidas piretroides. Curso de orientación para el buen uso y manejo de plaguicidas. Asoc. Mexicana de la industria de plaguicidas y fertilizantes A. C. 374 p.

Nájera, R. M. 1991. Ecología y control del barrenador de los granos prostephanus truncatus en el centro de Jalisco. INIFAP publicación especial No.5 México.

Oladimeji FA, Orafidiya OO, Ogunniyi TAB, Adewunmi TA. Pediculocidal and scabicidal properties of *Lippia multiflora* essential oil. J. Ethnopharmacol. 2000; 72: 305-311.

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.

Ponce-Macotela M, Navarro-Alegria I, Martinez-Gordillo MN, Alvarez-Chacon R. *In vitro* effect against Giardia of 14 plant extracts. Rev. Invest. Clin. 1994; 46(5): 343-347.

Prates, H.T, Santos J. P, Waquil J. M, Fabris J. D, Oliveira A. B, Foster JE. Insecticidal activity of monoterpens against *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Tribolium castaneum* (Herbs). J. Stored Prod. Res. 1998; 34 (4): 243-249.

Ramírez, M. M. 1990 biología y hábitos de insectos de granos almacenados. Curso sobre insectos de granos y semillas de almacén. Aguascalientes, Ags. México. 1-51.

Ramírez, M. M., J. A. González J.J. olmos y J. M Márquez 1993. Entomofauna en los sistemas de almacenamiento de maíz y sorgo de san Juan de los lagos, jal. Memorias del XXVIII congreso nacional de entomología. Soc. Mexicana de entomología cholula, puebla. P. 366.

Rodríguez, C., y E. López. 2001. Actividad insecticida e insectatica de la chilaca (senecio salignus) sobre Zabrotes subfasciatus. Manejo integrado de plagas 59: 19-26.

Saeberg, A. C, Labbe R. G, Shetty K. 2003. Inhibition of Listeria monocytogenes by elite clonal extracts of oregano (*Origanum vulgare*). Food Biotechnol.; 17 (2): 129-149.

Sarh. 1980. principales plagas de los granos de almacenados, dirección general de sanidad vegetal.

Shaaya, E. y M. kostyukovsky., 2007. Potencial de los fitoquímicos como una alternativa segura para el control de insectos de productos almacenados y flores de corte. En Bioplaguicidas y control biológico, editorial CIQA. 42-55p.

Shahidi, F, Janitha PK, Wanasundara PD. Phenolic Antioxidants. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 1992; 32: 67-103.

Sivropoulou, A, Papanikolaou E, Nikolaou C, Kokkini S, Lanaras T, Arsenakis M. Antimicrobial and cytotoxic activities of *Origanum* essential oils. J. Agric. Food Chem. 1996; 44: 1202-1205.

Sivropoulous, A, Papanikolaou E, Nikolaou C, Kokkini S, Lanaras T, Arsenakis M. Antimicrobial and cytotoxic activities of Origanum essential oils. J.Agric. Food Chem. 1996; 44 (5): 1202-1205.

Solomon, M. E. 1965. Archeological records of storage pests: Sitophilus granarius (L.) (Coleoptera: curculionidae) from an Egyptian pyramid tomb. J. stored prod. Res. 1:105-107.

Stadler, T., M. I. Picollo, y E. N. Zerba. 1990 factores ecofisiologicos relacionados con la susceptibilidad a insecticidas y la resistencia a malation en *Sitophilus oryzae* (L.)(Coleóptera: curculionidae). Boletín san. Veg. Plagas Argentina. 16:743-754

Tárrega, I, Rivas F. Essential oils from wild and micropropagated plants of *Origanum bastetanum*. Phytochem. 1998; 48 (8): 1347-1349.

Traboulsi, AF, Taoubi K, El-Haj S, Bessiere JM, Rammal S, Insecticidal properties of essential plant oils against the mosquito *Culex pipiens molestus* (Diptera: Culicidae). Pest Management Sci. 2002; 58: 491-495.

Ueda, S, Kuwabara Y, Hirai N, Sasaki H, Sugahara T. Antimutagenic capacities of different kinds of vegetables and mushrooms. J. Japn Soc. Food Sci. Technol. 1991; 38 (6): 507-514.

Vincent, C, Hallman G, Panneton, Fleurat-Lessard F. 2003. Mangement of agricultural insects with physical control methods. Annu. Rev. Entomol. 48: 261-281.

Williams, R. N. and E. H. Floyd. 1970. Flight habits of the maize weevil *Sitophilus zeamais.* J. Ecob. Entomol. 63(5):1585-1588.

YANG, R. Z. y CHANG, C. S., 1988: Plants used for pest control in China: a literature review. Economic Botany, 42(3), 376-406.

Zava, D. T, Dollbaum C. M, Blen M. 1998. Estrogen and progestin bioactivity of foods, herbs and spices. Soc. Exp. Biol. Med. 217(3): 369-378.

A P E N D I C E

Cuadro 1. Conteo de mortalidad a las 24 horas después de la aplicación del extracto de oregano.

CONTEO DE MORTALIDAD

EXTRACTO:		OREGANO				**FECHA:**		24-may-11		
PARTE UTILIZADA:		HOJAS				**CONTEO No.**		1		
SOLVENTE:		METANOL			**METODO ENSAYO:**			PELICULA RESIDUAL		
ORGANISMO:		*TRIBOLIUM CASTANEUM*			**ESTADIO:**			ADULTO		
	R1		**%**	**R2**		**%**	**R3**		**%**	**% Total**
CONC	**V**	**M**	**M**	**V**	**M**	**M**	**V**	**M**	**M**	**M**
20,000	8	2	**1**	9	1	**10**	7	3	**30**	**13.67**
30,000	8	2	**20**	7	3	**30**	8	2	**20**	**23.33**
40,000	7	3	**30**	7	3	**30**	7	3	**30**	**30.00**
50,000	5	5	**50**	6	4	**40**	7	3	**30**	**40.00**
60,000	3	7	**70**	4	6	**60**	4	6	**60**	**63.33**

Cuadro 2. Conteo de mortalidad a las 48 horas después de la aplicación del extracto de oregano.

CONTEO DE MORTALIDAD

EXTRACTO:			OREGANO				**FECHA:**		25-may-11	
PARTE UTILIZADA:			HOJAS				**CONTEO No.**		2	
SOLVENTE:		METANOL				**METODO ENSAYO:**			PELICULA RESIDUAL	
ORGANISMO:	*TRIBOLIUM CASTANEUM*					**ESTADIO:**		ADULTO		
	R1		**%**	**R2**		**%**	**R3**		**%**	**%**
CONC	**V**	**M**	**M**	**V**	**M**	**M**	**V**	**M**	**Muertos**	**total**
20,000	8	2	**1**	9	1	**10**	7	3	**30**	**13.67**
30,000	8	2	**20**	7	3	**30**	8	2	**20**	**23.33**
40,000	7	3	**30**	7	3	**30**	7	3	**30**	**30.00**
50,000	5	5	**50**	6	4	**40**	7	3	**30**	**40.00**
60,000	3	7	**70**	4	6	**60**	4	6	**60**	**63.33**

Cuadro 3. Conteo de mortalidad a las 72 horas después de la aplicación del extracto de oregano.

CONTEO DE MORTALIDAD

EXTRACTO:			OREGANO				**FECHA:**		26-may-11	
PARTE UTILIZADA:			HOJAS				**CONTEO No.**		2	
SOLVENTE:			METANOL				**METODO ENSAYO:**		PELICULA RESIDUAL	
ORGANISMO:			*TRIBOLIUM CASTANEUM*				**ESTADIO:**		ADULTO	
	R1		**%**	**R2**		**%**	**R3**		**%**	**% Total**
CONC	**V**	**M**	**M**	**V**	**M**	**M**	**V**	**M**	**M**	**M**
20,000	6	4	**1**	8	2	**20**	5	5	**50**	**23.67**
30,000	6	4	**40**	6	4	**40**	5	5	**50**	**43.33**
40,000	5	5	**50**	6	4	**40**	5	5	**50**	**46.67**
50,000	3	7	**70**	5	5	**50**	3	7	**70**	**63.33**
60,000	0	10	**100**	1	9	**90**	1	9	**90**	**93.33**

Datos del análisis probit.

Análisis Probit de *Tribolium castaneum* a las 24 horas.

ITERACION	INTERCEPTO	PENDIENTE	MU	SIGMA
1	-7.14264204	2.40987303	4.98218417	0.38907843
2	-7.12367747	2.40515727	5.03870614	0.41495962
3	-7.12365376	2.40515057	5.04070051	0.41577323
4	-7.12365346	2.40515050	5.04070469	0.41577439

MATRIZ DE VARIANZAS COVARIANZAS VARIANZA ESTIMADA DE MU

INTERCEPTO PENDIENTE 0.007878

5.074486286 -1.095574374
-1.095574374 0.236769975

CHI-CUADRADA = 1.8520 CON 3 G.L.

PROB	LOG(DOSIS)	LIM FID 95%	DOSIS	LIM FID 95%	INF	SUP
0.01	4.073469	3.702069	4.238259	11843.193420	5035.801323	17308.466342
0.02	4.186808	3.888010	4.321289	15374.765322	7726.984248	20955.051479
0.03	4.258719	4.005432	4.374521	18143.408682	10125.859836	23687.579817
0.04	4.312814	4.093293	4.415036	20550.115432	12396.331825	26003.729855
0.05	4.356817	4.164307	4.448446	22741.373211	14598.459600	28083.159675
0.06	4.394270	4.224282	4.477352	24789.607776	16760.319182	30015.949029
0.07	4.427109	4.276366	4.503200	26736.748005	18895.813805	31856.666583
0.08	4.456512	4.322445	4.526899	28609.609197	21010.921892	33643.350899
0.09	4.483253	4.363730	4.549075	30426.576455	23106.303003	35405.813124
0.10	4.507868	4.401030	4.570190	32200.926973	25178.536420	37169.799469
0.15	4.609782	4.542743	4.670334	40717.605633	34893.373239	46809.521295
0.20	4.690780	4.632657	4.772640	49065.941806	42919.738194	59243.396024
0.25	4.760269	4.696080	4.874125	57579.665259	49668.371485	74838.421275
0.30	4.822672	4.747503	4.970794	66477.151652	55911.741295	93496.117988
0.35	4.880498	4.792817	5.062709	75944.849658	62060.703397	115533.853389
0.40	4.935369	4.834657	5.151086	86172.653732	68337.240113	141607.332116
0.45	4.988458	4.874481	5.237249	97377.344862	74899.843413	172682.740133
0.50	5.040705	4.913257	5.322462	**109825.883397**	**81894.919202**	**210117.443008**
0.55	5.092951	4.951747	5.407961	123865.819931	89484.320983	255835.815796
0.60	5.146040	4.990646	5.495049	139971.605163	97869.269052	312642.929129
0.65	5.200911	5.030687	5.585225	158822.154740	107321.646223	384790.954087
0.70	5.258737	5.072749	5.680393	181441.658740	118235.673793	479063.412763
0.75	5.321140	5.118021	5.783213	209478.895194	131226.184353	607034.106090
0.80	5.390629	5.168323	5.897818	245826.824477	147340.717665	790347.967815
0.85	5.471627	5.226846	6.031515	296228.731443	168595.333722	1075264.792026
0.90	5.573541	5.300355	6.199862	374576.939175	199689.570205	1584389.842822
0.91	5.598156	5.318094	6.240539	396420.697601	208014.542141	1739960.533597
0.92	5.624897	5.337358	6.284736	421596.973976	217449.179942	1926353.578294
0.93	5.654301	5.358533	6.333339	451129.085016	228314.129914	2154464.838896
0.94	5.687140	5.382174	6.387630	486563.755786	241087.205194	2441347.522487
0.95	5.724593	5.409128	6.449557	530386.821933	256524.069472	2815509.578660
0.96	5.768595	5.440784	6.522325	586941.942186	275920.725765	3329085.655650
0.97	5.822691	5.479687	6.611799	664799.259921	301777.485398	4090710.015609
0.98	5.894601	5.531379	6.730760	784514.391703	339921.845478	5379727.734813
0.99	6.007941	5.612810	6.918300	1018452.053928	410025.114456	8285152.329328

Análisis Probit de *Tribolium castaneum* a las 48 horas.

ITERACION	INTERCEPTO	PENDIENTE	MU	SIGMA
1	-8.07863040	2.76087914	4.66603020	0.33786325
2	-8.18392732	2.78315773	4.73712530	0.36220347
3	-8.18170651	2.78268123	4.73703922	0.35930411
4	-8.18175343	2.78269124	4.73705229	0.35936563
5	-8.18175235	2.78269101	4.73705211	0.35936434
6	-8.18175238	2.78269102	4.73705212	0.35936437

MATRIZ DE VARIANZAS COVARIANZAS VARIANZA ESTIMADA DE MU

	INTERCEPTO	PENDIENTE	0.000824
	3.166373312	-0.687392167	
	-0.687392167	0.149397635	

CHI-CUADRADA = 6.2505 CON 3 G.L.

PROB	LOG(DOSIS)	LIM FID 95%	DOSIS	LIM FID 95%	INF	SUP
0.01	3.901046	3.634506	4.055506	7962.429171	4310.284687	11363.327730
0.02	3.999008	3.768378	4.133242	9977.183036	5866.490275	13590.703864
0.03	4.061162	3.853184	4.182695	11512.295101	7131.553508	15229.833903
0.04	4.107918	3.916886	4.219991	12820.882683	8258.220468	16595.512111
0.05	4.145950	3.968627	4.250405	13994.272776	9303.074995	17799.366399
0.06	4.178322	4.012598	4.276359	15077.241379	10294.317336	18895.544575
0.07	4.206705	4.051089	4.299180	16095.534620	11248.349344	19914.962958
0.08	4.232119	4.085493	4.319672	17065.517486	12175.680782	20877.189444
0.09	4.255233	4.116724	4.338368	17998.343198	13083.510620	21795.538675
0.10	4.276508	4.145414	4.355635	18902.016789	13977.015327	22679.578859
0.15	4.364595	4.263353	4.427973	23152.339357	18338.024451	26790.038089
0.20	4.434603	4.355429	4.487122	27202.162317	22668.839443	30698.863065
0.25	4.494665	4.432121	4.540168	31236.655772	27047.136651	34687.138531
0.30	4.548601	4.497736	4.591063	35367.247367	31458.359718	38999.820073
0.35	4.598582	4.554338	4.642424	39680.914650	35837.501869	43895.884965
0.40	4.646008	4.603629	4.695579	44259.672327	40144.780734	49611.074429
0.45	4.691894	4.647664	4.750661	49191.934224	44428.750366	56319.850049
0.50	4.737052	4.688459	4.807413	54582.335542	48804.429506	64181.928188
0.55	4.782210	4.727604	4.865814	60563.411466	53407.756203	73419.949428
0.60	4.828096	4.766302	4.926235	67312.548795	58385.063310	84379.028961
0.65	4.875523	4.805563	4.989419	75079.704675	63909.177827	97593.126958
0.70	4.925503	4.846408	5.056537	84237.015176	70211.493261	113903.511815
0.75	4.979440	4.890079	5.129376	95376.130369	77638.762444	134702.491101
0.80	5.039501	4.938372	5.210821	109521.857802	86770.439412	162487.750624
0.85	5.109509	4.994362	5.306056	128679.495717	98710.287750	202327.867919
0.90	5.197596	5.064507	5.426188	157614.469734	116013.069507	266801.125108
0.91	5.218872	5.081412	5.455240	165528.088910	120617.936067	285259.561556
0.92	5.241985	5.099764	5.486815	174576.092148	125824.062505	306771.502061
0.93	5.267399	5.119928	5.521547	185096.762764	131803.902162	332313.079179
0.94	5.295782	5.142433	5.560354	197597.907886	138813.966336	363374.019807
0.95	5.328154	5.168082	5.604631	212889.329863	147259.090068	402374.846391
0.96	5.366186	5.198195	5.656672	232373.341746	157831.926101	453598.921742
0.97	5.412942	5.235187	5.720677	258786.916688	171864.937065	525626.685982
0.98	5.475096	5.284323	5.805801	298604.460045	192452.321732	639441.092860
0.99	5.573059	5.361696	5.940037	374161.112040	229982.882656	871037.796246

Análisis Probit de *Tribolium castaneum* a las 72 horas.

ITERACION	INTERCEPTO	PENDIENTE	MU	SIGMA
1	-9.37341660	3.14709648	4.46020705	0.21543985
2	-11.26215535	3.57821706	4.56719922	0.31775321
3	-11.42433082	3.61467101	4.54476491	0.27946879
4	-11.42918872	3.61576742	4.54379687	0.27665035
5	-11.42933253	3.61579981	4.54376258	0.27656646
6	-11.42933653	3.61580071	4.54376166	0.27656398
7	-11.42933665	3.61580073	4.54376163	0.27656392

MATRIZ DE VARIANZAS COVARIANZAS VARIANZA ESTIMADA DE MU

INTERCEPTO PENDIENTE 0.002013

20.851791068 -4.554239736
-0.642285410 0.995908154

CHI-CUADRADA = 21.2720 CON 3 G.L.

NOTA LAS VARIANZAS Y COVARIANZAS HAN SIDO MULTIPLICADAS
POR EL FACTOR DE HETEROGENEIDAD h= 7.09
ASEGURESE DE QUE P<0.10 EN LA PRUEBA DE CHI-CUADRADA
SE VA A USAR UN VALOR DE t=2.57 PARA EL CALCULO DE
LIMITES FIDUCIALES

PROB	LOG(DOSIS)	LIM FID 95%	DOSIS	LIM FID 95%	INF	SUP
0.01	3.900378	3.725099	4.017753	7950.194655	5310.051465	10417.244005
0.02	3.975769	3.819244	4.080881	9457.335603	6595.439770	12047.045014
0.03	4.023602	3.878913	4.120996	10558.494466	7566.810380	13212.832839
0.04	4.059585	3.923758	4.151215	11470.571228	8389.926850	14164.935719
0.05	4.088854	3.960205	4.175827	12270.280204	9124.405285	14990.874891
0.06	4.113767	3.991200	4.196802	12994.733155	9799.404743	15732.670592
0.07	4.135611	4.018353	4.215217	13665.045826	10431.654961	16414.096361
0.08	4.155170	4.042645	4.231726	14294.518933	11031.765565	17050.060309
0.09	4.172957	4.064718	4.246760	14892.142166	11606.948688	17650.602306
0.10	4.189331	4.085018	4.260616	15464.315996	12162.364972	18222.849787
0.15	4.257122	4.168829	4.318224	18076.800067	14751.245094	20807.679484
0.20	4.311000	4.235055	4.364392	20464.425987	17181.260928	23141.518091
0.25	4.357222	4.291450	4.404421	22762.612626	19563.654372	25375.897937
0.30	4.398731	4.341594	4.440869	25045.596397	21958.083314	27597.463881
0.35	4.437196	4.387437	4.475267	27365.028231	24402.654887	29872.192512
0.40	4.473695	4.430136	4.508708	29764.251608	26923.795619	32263.267057
0.45	4.509008	4.470414	4.542097	32285.553388	29540.235525	34841.547672
0.50	4.543762	4.508752	4.576259	34975.314832	32266.475206	37692.825087
0.55	4.578515	4.545552	4.611957	37889.164633	35119.760653	40922.060225
0.60	4.613828	4.581294	4.649882	41098.720160	38132.389011	44656.202296
0.65	4.650327	4.616646	4.690670	44702.042229	41366.281236	49053.474230
0.70	4.688792	4.652504	4.735053	48841.825453	44926.675468	54331.606289
0.75	4.730301	4.690035	4.784114	53740.432511	48981.835132	60829.462204
0.80	4.776524	4.730865	4.839709	59775.566065	53810.216870	69136.725816
0.85	4.830402	4.777633	4.905336	67670.862270	59928.379543	80414.722307
0.90	4.898193	4.835704	4.988682	79102.926241	68502.093517	97427.656941
0.91	4.914566	4.849642	5.008901	82142.154832	70736.241364	102070.644213
0.92	4.932354	4.864754	5.030895	85576.342469	73240.984997	107373.054899
0.93	4.951912	4.881339	5.055111	89518.371413	76092.074416	113530.045797
0.94	4.973756	4.899829	5.082190	94136.034420	79401.474952	120834.156401
0.95	4.998669	4.920878	5.113111	99693.945638	83344.647629	129751.135634
0.96	5.027938	4.945564	5.149484	106644.440222	88219.352986	141085.953934
0.97	5.063921	4.975858	5.194254	115856.730474	94592.804796	156406.045252
0.98	5.111754	5.016054	5.253842	129346.435297	103765.770146	179408.090544
0.99	5.187146	5.079276	5.347893	153867.005873	120026.246367	222788.432528