

**ACEITES DE ORÉGANO (*Origanum vulgare*) DE DIFERENTES ORÍGENES
PARA EL CONTROL DE *Sitophilus zeamais* Motschulsky Y SU EFECTO EN
LA CALIDAD DE SEMILLA DE MAÍZ ALMACENADA.**

LUCELIA MORA OJENDIZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Grado de:

**MAESTRO EN TECNOLOGÍA
DE GRANOS Y SEMILLAS**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”



PROGRAMA DE GRADUADOS

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Marzo de 2010**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIRECCIÓN DE POSTGRADO**

**ACEITES DE ORÉGANO (*Origanum vulgare*) DE DIFERENTES ORÍGENES
PARA EL CONTROL DE *Sitophilus zeamais* Motschulsky Y SU EFECTO EN
LA CALIDAD DE SEMILLA DE MAÍZ ALMACENADA.**

TESIS

POR:

LUCELIA MORA OJENDIZ

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada
como requisito parcial, para obtener el grado de:

**MAESTRO EN TECNOLOGÍA
DE GRANOS Y SEMILLAS**

COMITÉ PARTICULAR:

Asesor principal: _____
M.C. Federico Facio Parra

Asesor: _____
M.C. Antonio Valdéz Oyervides

Asesor: _____
M.P. Ma. Alejandra Torres Tapia

Asesor: _____
M.C. Rebeca González Villegas

Dr. Jerónimo Landeros Flores

Director de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Marzo de 2010.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por haberme brindado nuevamente la oportunidad de seguir superándome y cumplir otra de mis metas.

Al **Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas** y a todo el personal que en él labora por brindarme todas las facilidades para culminar con mi formación profesional.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** por el apoyo económico facilitado durante mis estudios.

Al **Departamento de Parasitología Agrícola** por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.

Muy especialmente al **M.C. Federico Facio Parra**, por todo su apoyo, asesoría e interés brindado para la realización de este trabajo de investigación, pero sobre todo por su amistad.

A la **M.P. Ma. Alejandra Torres Tapia** por su interés y colaboración en la revisión del trabajo de investigación.

Al **M.C. Antonio Valdéz Oyervides** por la revisión y sugerencias realizadas a este trabajo de investigación.

Al **M.C. Rebeca** por todo su apoyo e interés, por todas sus sugerencias para la realización de este trabajo de investigación.

Al **Dr. Ramón Silva** por proporcionar el material (aceite de orégano) para la realización de este trabajo de investigación. Muchas gracias.

A la **L.C.Q. Sandra García Valdéz** por su amistad, apoyo e interés en la realización de este trabajo de investigación.

A la T.A. **L.C.Q Magdalena Olvera Esquivel** por su apoyo en la realización de este trabajo de tesis.

A la **Lic. Sandra Roxana López Betancourt** por todo su apoyo e interés en la realización de este trabajo.

A **Martina De la Cruz Casillas** por su valioso apoyo en la elaboración de este trabajo de tesis.

A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización y culminación de mis estudios de maestría.

DEDICATORIA

A **Dios** por permitirme cumplir una vez más con una de mis metas, por darme la maravillosa oportunidad de estar aquí y por todas las bendiciones que me ha dado.

A mis padres **Inocencio Mora García** y **Hortencia Ojendiz Gallardo** quienes en todo momento han estado a mi lado, porque todo lo que he logrado ha sido gracias a ellos, por su inmenso amor, por todo el apoyo moral y económico que me han dado. Por que sin ellos nada de esto hubiese sido posible. Muchas gracias. Los amo.

A mi hijo **CESAR DANIEL** por ser mi más grande inspiración, porque es el amor de mi vida, porque todo lo que hago es pensando en él, por ser la mayor bendición que Dios me ha dado, porque este logro en mi vida es gracias a la ternura y amor que día a día me regala. TE AMO PRINCIPE AZUL.

A **Cesar Cristóbal Hernández** porque a pesar de todo, siempre ha estado a mi lado brindándome su apoyo y sobre todo su amor, por su paciencia y por darme los ánimos y la fortaleza necesaria para concluir este trabajo.

A mis hermanos **José Luis, Lizbeth y Dulce Jazmín**, porque los quiero mucho y han sido siempre mi inspiración para seguir adelante y no quedarme en el camino.

A mi sobrina **Shirlet** por su inocencia y ternura que me inspira en seguir superándome. Te quiero princesa.

A mis abuelitos **Melquiades, Catalina, Alberta y Cristino (+)** por todo su cariño y amor que me han dado toda mi vida, por sus consejos y apoyo. Muchas gracias.

A todos mis **tíos y tías** por todo el cariño y apoyo que me han brindado siempre.

A mis compañeros de generación, **Leonardo, Santos, Santiago, Víctor Manuel** y principalmente a **Daniela** por su amistad, apoyo y por todos los buenos momentos que pasamos juntos en nuestra estancia en la maestría.

A todos mis amigos y amigas (**Rubí, Laura, Guendi, Victoria, Yesenia y Guadalupe**), que aunque no están conmigo, siempre me han dado su amistad y su cariño. Muchas gracias.

Al Sr. **Salvador R. Medina** (Teacher) por todo el apoyo y cariño que me brindo durante mi estancia en la universidad.

COMPENDIO

ACEITES DE ORÉGANO (*Origanum vulgare*) DE DIFERENTES ORÍGENES PARA EL CONTROL DE *Sitophilus zeamais* Motschulsky Y SU EFECTO EN LA CALIDAD DE SEMILLA DE MAÍZ ALMACENADA.

POR:

LUCELIA MORA OJENDIZ

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA
DE GRANOS Y SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. MARZO 2010.

M.C. FEDERICO FACIO PARRA. - ASESOR-

Palabras claves: *Zea mays* L, *Sitophilus zeamais* M, Almacenamiento, Aceite de orégano.

En el presente trabajo se evaluó el efecto insecticida de cinco productos (P1 = Aceite de orégano Durango, P2 = Aceite de orégano Chihuahua, P3 = Carvacrol de Salaises, Chihuahua, P4 = Timol de Salaises, Chihuahua y P5 = Aceite de orégano Coahuila) para el control del *Sitophilus zeamais* Motschulsky en semilla de maíz AN 447. El trabajo de investigación se dividió en dos etapas, primeramente se realizó un bioensayo, esto con el fin de establecer los productos y concentraciones con resultados sobresalientes. En la segunda

etapa se utilizaron los mismos productos, las concentraciones se incrementaron basados en los resultados del bioensayo debido a que los porcentajes de mortalidad fueron muy bajos, por lo que las concentraciones fueron 100, 150, 200, 250 y 300 ppm, además de los dos testigos (T1 = agua y T2 = agua + tween). Los parámetros a evaluar fueron la mortalidad de insectos y la calidad fisiológica de la semilla. Se realizaron tres muestreos. Para el caso de mortalidad de insectos, el maíz se colocó en frascos de 250 ml en donde se agregó 50 g de semilla las cuales fueron tratadas con cada una de las concentraciones antes mencionadas, en donde los productos fueron diluidos con agua mas tween, posteriormente se le adicionaron 20 insectos por frasco, las evaluaciones de mortalidad de insectos se realizaron a las 24 hrs, 30 y 60 días, en las cuales se utilizo una criba y una lámpara para contabilizar el número de insectos vivos y muertos. En cuanto a la calidad fisiológica de la semilla los muestreos fueron a las 24 hrs, 40 y 80 días en cada uno de ellos se realizaron pruebas de germinación y de vigor (longitud media de plúmula y longitud media de radícula). Los datos de mortalidad así como los de calidad de la semilla se analizaron bajo un diseño de parcelas divididas, donde se utilizó el paquete estadístico SAS (2007) y la comparación de medias LSD ($\alpha \leq 0.05$).

Los resultados de la investigación muestran que los productos presentaron comportamientos diferentes en cada variable evaluada durante los tres muestreos, en cuanto a las concentraciones las más altas lograron mayores

porcentajes de mortalidad, pero afectaron la calidad fisiológica de la semilla en comparación con las concentraciones más bajas.

ABSTRACT

OREGANUM (ORIGANUM VULGARE) OIL FROM DIFFERENT REGIONS TO CONTROL SITOPHILUS ZEAMAI MOTSCHULSKY AND ITS EFFECT IN STORED CORN SEED.

BY

LUCELIA MORA OJENDIZ

MS. SEED AND GRAIN TECHNOLOGY

UAAAN, MARCH OF 2010

MS. FEDERICO FACIO PARRA- ADVISOR-

Keywords: Zeamais L, Sitophilus zeamais M., oreganum oil, storage.

Five different products were evaluated in the present experiment (P1= Oreganum oil Durango, P2=Oreganum oil Chihuahua, P3=carvacrol de salaices, chih. P4= timol de salaices chih, P5= oreganum oil Coah.) to control Sitophilus Zeamaiz M. in AN447 corn seed. The experiment was divided in two stages: A bioassay, in order to obtain the products and concentrations with better results. In the second stage the same products were used. The concentrations were increased because mortality rate was too low during the bioassay. The concentrations during the second stage were: 100,150,200,250 and 300 ppm, as well as 2 tests(water, and water + tween). Insect mortality and seed physiological quality were the parameters evaluated. Three demos were

realized. In the insect mortality case, the seed was put into 250ml jars with 50grs of corn seed, then they were treated with the concentrations already mentioned, then the products were diluted with water and tween. 20 insects per jar were added, and the mortality was evaluated after 24hrs, 30 days and 60 days. A mesh and a light was used to separate the alive and death insects. Seed physiological quality was evaluated after 24 hrs, 40 and 80 days. Vigor (stem longitude as well as root longitude) and germination was evaluated in each count. Mortality as well as quality were analyzed under a “divided plot design”, using a SAS(2007) program and a mean comparison “LSD (A=.05)”. Different behavior of the products was found in each of the different counts. Higher concentrations showed higher mortality, but they affected the physiological quality of the seed compared to the lower concentrations.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
I.INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
HIPÓTESIS.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Aspectos generales del maíz.....	4
Almacenamiento.....	4
Plagas de almacén.....	5
Control de plagas.....	8
Orégano.....	15
Calidad de semilla.....	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
Localización.....	27
Materiales.....	27
Metodología.....	28
Análisis estadístico.....	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
Mortalidad de insectos.....	33
Calidad fisiológica de la semilla.....	45
V. CONCLUSIONES.....	66
RESUMEN.....	68
LITERATURA CITADA.....	70

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Descripción	Página
3.1	Productos y concentraciones utilizadas en el bioensayo.....	28
4.1	Resultados del análisis de varianza de la mortalidad de <i>Sitophilus zeamais</i> en los tres muestreos en la evaluación 24 hrs y 7 días.....	34
4.2	Resultados de la comparación de medias de mortalidad de <i>Sitophilus zeamais</i> con la aplicación de diferentes productos en los tres muestreos en la evaluación 24 hrs y 7 días.....	36
4.3	Resultados de la comparación de medias de mortalidad de <i>Sitophilus zeamais</i> con la aplicación de diferentes concentraciones en los tres muestreos en la evaluación 24 hrs y 7 días.....	42
4.4	Resultados del análisis de varianza para cada una de las variables de capacidad de germinación en los tres muestreos.....	47
4.5	Comparación de medias de los diferentes productos para cada una de las variables de capacidad de germinación en los tres muestreos.....	51
4.6	Comparación de medias de las diferentes concentraciones para cada una de las variables de capacidad de germinación en los tres muestreos.....	56
4.7	Resultados del análisis de varianza para cada una de las variables de vigor durante los tres muestreos.....	59
4.8	Comparación de medias de los diferentes aceites para cada una de las variables de vigor en los tres muestreos.....	61
4.9	Comparación de medias de las diferentes concentraciones para cada una de las variables de vigor en los tres muestreos.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
4.1	Mortalidad del <i>Sitophilus zeamais</i> a las 24 horas con los diferentes productos en maíz almacenado en los tres muestreos.....	38
4.2	Mortalidad del <i>Sitophilus zeamais</i> a los 7 días con los diferentes productos en maíz almacenado en los tres muestreos.....	39
4.3	Mortalidad del <i>Sitophilus zeamais</i> a las 24 hrs con las diferentes concentraciones utilizadas en maíz almacenado en los tres muestreos.....	43
4.4	Mortalidad del <i>Sitophilus zeamais</i> a los 7 días con las diferentes concentraciones utilizadas en maíz almacenado en los tres muestreos.....	45
4.5	Capacidad de germinación de cada uno de los productos utilizados en semilla de maíz almacenada en los tres muestreos.....	53
4.6	Capacidad de germinación de cada una de las concentraciones utilizadas en semilla de maíz almacenada en los tres muestreos.....	58
4.7	Resultados de vigor para cada uno de los productos utilizados en semilla de maíz almacenada en los tres muestreos.....	62
4.8	Resultados de vigor de cada una de las concentraciones utilizadas en semilla de maíz almacenada en los tres muestreos.....	65

I. INTRODUCCIÓN

El maíz es la base de la alimentación de los mexicanos, por representar la mitad del volumen total de alimentos que se consumen cada año y proporcionar a la población cerca de la mitad de las calorías requeridas (Castañeda, 2006).

Sin embargo, existen factores que limitan su producción y conservación, entre ellos las plagas tales como insectos, roedores y las enfermedades que no sólo menguan los rendimientos al alimentarse del grano, sino que lo contaminan y reducen su calidad.

Por ello los programas de mejoramiento han seleccionado variedades resistentes a las plagas y las enfermedades más importantes que afectan el cultivo de maíz en el mundo.

Asimismo existen prácticas locales y tecnologías alternas que contribuyen a disminuir el ataque de las plagas y reducen las pérdidas durante el almacenamiento en ambientes adversos (García et al., 2007).

Debido a la incidencia de plagas y al daño que éstas producen, ya que además de ocasionar grandes pérdidas económicas provocan la disminución en la calidad de las cosechas y muchas veces favorecen el establecimiento de otras enfermedades (Hernández *et al.*, 2000).

Para minimizar estas pérdidas normalmente se utilizan insecticidas químicos sintéticos, pero con frecuencia conducen a problemas de resistencia en los insectos, contaminación del ambiente y presencia de residuos en alimentos. Además, con cierta frecuencia el uso de insecticidas convencionales en áreas rurales implica un riesgo elevado debido al desconocimiento sobre su uso adecuado (Silva, 2003).

Una alternativa para esta problemática es el empleo de productos de origen vegetal. Las plantas contienen gran cantidad de sustancias químicas conocidas como metabolitos secundarios, que las protegen de patógenos y herbívoros (Jacobson, 1989; Ware y Whitaker, 2004), debido a esto estas plantas son utilizadas para controlar insectos, hongos y otros depredadores de los granos y semillas.

Por lo anterior, el presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de contar con nuevas alternativas para controlar el *Sitophilus zeamais* en semilla de maíz almacenada mediante la aplicación de aceites de orégano, estableciendo los siguientes objetivos.

OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto bioinsecticida de aceites y metabolitos secundarios carvacrol y timol de orégano de diferentes regiones sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky y su efecto en la calidad fisiológica de semilla de maíz almacenada.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar el efecto bioinsecticida de aceites y metabolitos secundarios carvacrol y timol de orégano de diferentes regiones sobre *Sitophilus zeamais* en semilla de maíz almacenada.

Determinar la calidad fisiológica de la semilla de maíz almacenada por el efecto de los aceites y metabolitos secundarios carvacrol y timol de orégano de diferentes regiones.

HIPOTESIS

Al menos un aceite o metabolito secundario de orégano de diferentes regiones controlará el ataque de *Sitophilus zeamais* en semilla de maíz almacenada.

Se espera que ningún aceite y metabolito secundario de orégano de las diferentes regiones dañe la calidad fisiológica de la semilla de maíz almacenada.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

El maíz (*Zea mays*, Lin) fue una de las primeras plantas cultivadas por los agricultores desde hace 7 000 y 10 000 años (Paliwal et al., 2001). Así mismo, Martínez et al. (2002), menciona que fue domesticado hace 6 mil años a partir de su pariente más cercano el teocintle que crece en forma silvestre en México y norte de Centroamérica.

México es considerado como centro de origen y biodiversidad del maíz; su producción es importante para el desarrollo agrícola del país. La mayor demanda de maíz y derivados coincide con el incremento de la población y los nuevos canales de comercialización del mismo (Bergvinson, 2004; Bergvinson y García – Lara, 2004).

Las plagas son capaces de infestar el maíz en cualquiera de las etapas de desarrollo y durante el almacenamiento; atacan cualquier parte de la planta, incluso el grano, y se les asocia a enfermedades y otros riesgos sanitarios, como la presencia de hongos y toxinas. El maíz almacenado es una fuente ideal de alimento para los insectos, que están adaptados a situaciones de confinamiento.

En el maíz, las plagas de almacén causan pérdidas de rendimiento, disminución del valor comercial, pérdidas de calidad en el grano y del valor nutritivo del mismo. Esto, de manera directa, reduce los ingresos del agricultor y su familia y pone en riesgo su seguridad alimentaria.

Las plagas de insectos varían de acuerdo con la región, la estación del año y el periodo del almacenamiento. Por ejemplo, se consideran plagas primarias aquellos insectos que atacan el grano íntegro, sin daño previo. Son las más importantes durante el almacenamiento; sus fuentes de alimento son limitadas y mueren cuando éstas se agotan o cuando las poblaciones alcanzan altos niveles. Los insectos de esta clase pueden sobrevivir en los residuos de grano dentro de la estructura de almacenamiento. En muchos casos los daños que provocan comienzan en el campo, antes del almacenamiento. Dentro del grupo de plagas primarias se encuentran el gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), el barrenador grande del grano (*Prostephanus truncatus*) y la palomilla de los granos (*Sitotroga cerealella*). Las plagas secundarias, por el contrario, no atacan los granos íntegros, sino que se alimentan de aquellos que ya han sido dañados por plagas primarias o sometidos a manejo o procesamiento. Las plagas secundarias tienen una variedad de alimentos más amplia y es posible que hagan su aparición en estadios muy tempranos de almacenamiento. Sin embargo, los daños no se consideran de importancia hasta que son causados por plagas primarias. Entre las plagas secundarias se encuentran la polilla bandeada (*Plodia interpunctella*), el escarabajo castaño (*Tribolium castaneum*) y el barrenillo de los granos (*Rhyzoperta dominica*) (García et al., 2007).

Por su parte Larrain (1994), menciona que 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. 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.

La FAO (1985), menciona que los insectos que atacan y dañan los granos y sus productos durante el almacenamiento, comenzaron a ser importantes después que el hombre aprendió que podía guardar sus cosechas para utilizarlas posteriormente como alimento o semilla.

Por su parte Lagunes et al. (1989), dice que una de las causas que ocasionan las pérdidas en almacenamiento son precisamente las plagas de los granos almacenados y en México la de mayor relevancia es el gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky), el cual ataca tanto en el campo como durante el almacenamiento.

Debido a la relevancia de este insecto, a continuación se detallan sus características y métodos de control según García et al (2007).

Características del gorgojo del maíz

El gorgojo adulto mide entre 3.3 y 5 mm de largo; es de color pardo negruzco o rojizo; su cabeza se proyecta en forma de pico y su tórax es alargado y cónico, con manchas ovales en el dorso. Su distribución es mundial, aunque afecta mayormente a las zonas tropicales y subtropicales húmedas, y también se le encuentra en zonas templadas. Estos insectos infestan las mazorcas en el campo durante el secado del grano y antes de la cosecha, o cuando el grano es almacenado, los mayores daños al grano los ocasionan las larvas y los adultos. Los adultos perforan el grano para ovipositar, mientras que las larvas forman surcos en el endospermo al alimentarse. La presencia del gorgojo favorece el ataque de otros insectos. Cuando hay mucha humedad y los insectos atacan el grano, se crea un foco de infección que ocasiona calentamiento en el maíz y, en consecuencia, fuertes infestaciones. Las hembras depositan sus huevos en perforaciones que hacen en el grano y luego los cubren con un mucílago transparente, estas producen hasta 250 huevos en su vida reproductiva, las larvas se alimentan del endospermo del grano, hasta que se transforman en pupa. Cuando se convierten en adultos, perforan el grano y salen al medio ambiente, su ciclo de vida depende de la temperatura, pero varía entre 30 y 113 días, en zonas templadas hay de 2 a 3 generaciones por año.

Algunas de las opciones para controlar el gorgojo del maíz son las siguientes:

Control biológico. El enemigo natural del gorgojo es una avispa perteneciente a la familia de los Pteromalidae, la Hymenoptera, que comúnmente se encuentra en el maíz almacenado, junto con la plaga. Se le identifica fácilmente porque es pequeña y tiene una tonalidad verde metálico. Estas avispas no deben eliminarse. La avispa actúa de la siguiente manera: primero localiza la galería que formó la larva del gorgojo; después, introduce su ovipositor en el pericarpio y coloca un huevecillo muy cerca de la larva del gorgojo; eclosiona y se ancla a su hospedante. La larva de la avispa se desarrolla a expensas de su hospedero. Por último, la avispa emerge después de 14 días. La larva del gorgojo muere.

Prácticas tradicionales. Para el gorgojo del maíz se recomienda aplicar mezclas de agentes protectores (cal, tierra diatomea o tizate) entre capa y capa de grano, o vaciar los agentes y mezclarlos con el grano. En pruebas de laboratorio y campo se ha demostrado que evitan el libre movimiento de los insectos, ya que las sustancias se adhieren a su cutícula, causándoles serios daños y en algunos casos la muerte. Se recomienda además el uso de las siguientes plantas como agentes repelentes: epazote común, harina de chícharo, hojas de eucalipto, hojas del árbol Neem u hoja de maravilla que pueden reducir hasta en un 25 % la presencia del gorgojo.

Control químico. En casos de infestaciones importantes, se recomienda fumigar con agentes como fosfuro de aluminio (fosfina).

Variedades resistentes. Existen variedades nativas y criollos con resistencia al gorgojo, entre los cuales se cuentan accesiones de Sinaloa y Yucatán, y de regiones del Caribe.

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, algunos de los métodos empleados para combatir este problema son: temperatura, radiación, almacenamiento hermético, sonido y percusión, polvos inertes, tierra de diatomeas, atmósfera

modificada, control biológico, polvos vegetales, hongos entomopatógenos y aceites.

Waterhouse et al. (1996), menciona que debido a los considerables daños que ocasionan las plagas durante el almacenamiento de granos y semillas, se utilizan productos sintéticos destinados a controlar plagas y enfermedades, sin embargo el uso continuo e indiscriminado de estas sustancias, no sólo ha causado enfermedades y muertes por envenenamiento a corto y largo plazo, sino también ha afectado al medio ambiente, acumulándose por bioconcentración en los distintos eslabones de la cadena alimenticia, en el suelo y en el agua.

Bourguet et al. (2000), comenta que los insecticidas son responsables de la resistencia por parte de los insectos, sin por ello restar importancia a la destrucción de parásitos, predadores naturales y polinizadores, entre los otros tantos integrantes del ecosistema (Freemark et al., 1995), que han visto alterado su ciclo de vida a causa de estos productos.

Por lo anterior King (1996), menciona que recientemente la humanidad, preocupada por resolver problemas de contaminación ambiental ocasionados por el uso indiscriminado de insecticidas químicos para el combate de plagas, ha implementado un programa de manejo integral de plagas, del cual forma parte importante el control biológico

Por su parte Llerena (2008), dice que los bioinsecticidas o agentes de control biológico, son capaces de eliminar plagas altamente nocivas para los cultivos agrícolas. El control biológico es un elemento clave en toda estrategia innovadora para la defensa de los cultivos agrícolas dentro del respeto del medioambiente. La posibilidad de controlar especies perjudiciales resistentes a los productos químicos, la reducción del número de tratamientos y la posibilidad de evitar el efecto tóxico de los plaguicidas o insecticidas, son las ventajas fundamentales. Utilizando para ello desde bacterias hasta otros insectos para proteger los cultivos agrícolas.

Debido a que el hombre depende del consumo directo de las plantas tanto vegetales, cultivos, cereales como de la obtención de sus productos, anualmente, una tercera parte de la producción de alimentos se ve destruida por pestes de cultivos y productos almacenados. Ottaway (2001) y Mansaray (2000), manifiestan que se hace imprescindible el estudio de nuevas vías de control de plagas, entre las que se encuentra el uso de plantas como fuente de pesticidas más seguros para el medio ambiente y la salud humana.

Por lo que al respecto Dixon (2001), menciona que las plantas, en conjunto, producen más de 100.000 sustancias de bajo peso molecular conocidas también como metabolitos secundarios, estos son normalmente, no-esenciales para el proceso metabólico básico de la planta. Entre ellos se encuentran terpenos, lignanos, alcaloides, azúcares, esteroides, ácidos grasos, etc. Semejante diversidad química es consecuencia del proceso evolutivo que ha

llevado a la selección de especies con mejores defensas contra el ataque microbiano, o la predación de insectos y animales.

Por su parte Jacobson et al. (1989), dice que hoy en día se sabe que estos metabolitos secundarios tienen un rol importante en el mecanismo defensivo de las plantas.

Asimismo Castañera (1998) y Perales *et al.*, (2000), mencionan que las plantas con utilidad insecticida son todas las plantas que han desarrollado sustancias, denominadas aleloquímicos, como mecanismo de defensa frente al ataque de insectos. Estos compuestos se han desarrollado a través de la evolución mediante la activación de vías metabólicas secundarias, en las que se han creado compuestos químicos que cumplen la función de mensajeros o infoquímicos entre las mismas y diferentes especies, que regulan defensivamente la presencia de insectos fitófagos en las plantas en su constante búsqueda de refugio, de alimento y de sitios de oviposición óptimos. Estos compuestos aleloquímicos pueden actuar como atrayentes, estimulantes, toxinas, repelentes o inhibidores de la alimentación o de la oviposición. La gran abundancia de estos compuestos en las plantas ofrece excelentes perspectivas para su extracción, identificación y uso como plaguicidas

Es importante destacar que el efecto de tales sustancias no es tan agresivo ni fulminante como los insecticidas organosintéticos, pues estos alteran el comportamiento y la fisiología al provocar repelencia, inhibición en el

crecimiento, por lo que realmente deben ser llamados insectistáticos y no insecticidas en su mayoría (Rodríguez, 1998).

Con respecto a lo anterior, uno de los productos en que se utiliza las propiedades de las plantas es en forma de aceites vegetales.

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. En estado adulto se plantea que lo cubre 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, 1985) y larvicida en instares tempranos (Aguilera, 1991).

Existen variados antecedentes sobre el uso de estos compuestos en granos almacenados. Por ejemplo FAO (1985), 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 Diaz (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, sésamo y olivo en maíz almacenado, provocan 100 % de mortalidad en *Sitophilus oryzae*, a las 3 hrs de realizada la aplicación.

Al respecto Silva (2003), menciona que el orégano es de interés, ya que en estudios se ha comprobado que su aceite esencial presenta actividad antimicrobiana, debido a sus dos principales componentes fenólicos: Timol y Carvacrol.

México es uno de los países con mayor producción y exportación de orégano en el mundo, superado sólo por Turquía. Debido a la composición

química de sus aceites esenciales el orégano mexicano es considerado como el de más alta calidad, lo que le ha permitido un mayor despegue a su comercialización en los últimos años.

Perteneciente a la categoría de productos no maderables, el orégano es una planta que se localiza en las zonas semiáridas de México. Se le conoce con varios nombres como orégano del cerro, orégano cimarrón, orégano silvestre, orégano mexicano y mejorana, entre otros. Esta planta recientemente ha adquirido importancia económica debido a que 90 % de la producción de su materia seca útil es exportada a Estados Unidos de Norteamérica y en menor grado a Italia y a Japón (CONAFOR, 2009).

Principios activos del orégano

Los principios activos del orégano se encuentran en la esencia, ese líquido amarillo que se puede observar, con buena vista, en el interior de las flores y que también se localiza en las hojas. Se compone principalmente de aceites esenciales, resina y algún tanino; este último también abunda en los tallos (de ahí su sabor amargo).

La planta contiene ácidos fenólicos, cafeico, clorogénico, rosmarínico; flavonoides: derivados del apigenol, del luteolol, del diosmetol; ácido ursólico; sustancias tánicas y elementos minerales.

El aceite esencial, de composición variable según las subespecies y según la zona donde se cultive, está constituido fundamentalmente por carvacrol y

timol, fenoles que pueden alcanzar hasta el 90 % del total; contiene también pinemo, sexquiterpenos, cimeno, etc.

En la actualidad existe una gran demanda de los compuestos minerales y esenciales del orégano debido a sus conocidas propiedades antioxidantes, asociadas al carvacrol y el timol, fungicidas y bactericidas además de citotóxicas. Se ha demostrado su gran nivel de citotoxicidad para células animales incluyendo dos tipos de células derivadas de cánceres humanos, lo cual aumenta si cabe la importancia de sus cualidades en la investigación sobre enfermedades humanas.

Los aceites esenciales del orégano, extraídos mediante hidrodestilación, han demostrado también su toxicidad por inhalación sobre *Acanthoscelides obtectus* Say, *Bruchidae*, *Coleopterae*, una plaga de *Phaseolus vulgaris* L. Estos ensayos abren una puerta a la posible utilización de estos aceites esenciales en formulaciones para el control de esta plaga (Infoagro, 2009).

Principales usos del orégano

El principal producto derivado de la hoja de orégano es el aceite esencial, el cual tiene usos en las industrias licoreras, refresqueras, farmacéuticas y de cosmetología. Al igual que la hoja seca de orégano, el principal mercado del aceite esencial son Estados Unidos de Norteamérica, Italia y Japón. El carvacrol es el componente de mayor valor y existe variación en los

porcentajes de éste, debida principalmente a los diferentes tipos de suelo en donde se produce y aprovecha el orégano.

En México, el uso del orégano es exclusivamente como condimento alimenticio y en poca medida medicinal, por lo que se desaprovechan sus propiedades organolépticas, ya que el aceite esencial de orégano es un potente fungostático, además de un excelente agente antibacterial que ataca a la mayoría de bacterias patogénicas como estreptococos, estafilococos. Controla parásitos y virus. En Europa y Estados Unidos tiene un gran valor para la industria alimenticia e industrial (CONAFOR, 2009).

Antioxidante

El efecto antioxidante de las plantas aromáticas se debe a la presencia de grupos hidroxilo en los compuestos fenólicos (Shahidi et al, 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. La actividad antioxidante depende del tipo y polaridad del solvente extractante; por ejemplo, los antioxidantes obtenidos con agentes lipofílicos son más efectivos en emulsiones (Moure et al, 2001). El aceite esencial de *O. vulgare* tiene actividad anti-radical

y esta propiedad se le atribuye a los monofenoles carvacrol y timol (Deighton et al, 1993).

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 y Aligiannis et al, 2001). Tienen además capacidad antifúngica contra *Cándida albicans*, *C. tropicalis*, *Torulopsis glabrata*, *Aspergillus Níger*, *Geotrichum* y *Rhodotorula*; pero no contra *Pseudomona aeruginosa* (Sivropoulou et al, 1996).

Efecto antiparasítico

El aceite esencial de *L. multiflora* es considerado un agente efectivo contra la infestación por piojos (*Pediculus humanus corporis* y *Pediculus humanus capitis*) 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 (Valentin et al 1995). Los extractos de *L. berlandieri* poseen actividad anti-giardia 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 atribuidas a estrógenos endógenos como el 17 β -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; Mauvais et al, 1986).

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 sin embargo se requiere más investigación para determinar con exactitud si los componentes del orégano poseen actividad estrogénica (Zava, *et al*, 1998; Howes *et al*, 2002).

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 (Pascual, 2001 y 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. 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 disminuir 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 (Martínez et al, 2001).

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* (Isman, 2000 y 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 (Traboulsi et al (2002). Los aceites esenciales de *O. majorana* y *O. compactum* poseen una alta actividad insecticida contra huevecillos y adultos de *Mayetiola destructor* (Lamiri et al., 2001).

CALIDAD DE SEMILLA

Sin duda alguna hoy en día la calidad de los productos es condición indispensable para su aceptación en el mercado, ya que si cumple con las características deseadas por el cliente y reúne los requisitos según los estándares establecidos se tiene la oportunidad de entrar y sobre todo permanecer en el mercado.

De la forma en que los agricultores quieren conservar sus granos y semillas en buenas condiciones, asimismo se quiere preservar y cuidar al medio ambiente, pero sobre todo se busca tener calidad, esto con el fin de lograr la satisfacción del cliente en el que recaerá el producto, ya que una semilla de calidad es condición indispensable para que haya buena respuesta en la siembra, de manera que se logre tener buenas plantas, todo esto con el fin obtener el máximo rendimiento.

Por su parte Moreno (1996) y Roberts (1972), mencionan que la calidad de la semilla para germinar y producir una plántula normal es el principal atributo a considerar para evaluar su calidad y potencial; resulta indispensable considerar otros aspectos importantes relacionados con su calidad, manejo y comercialización. Entre estos están el muestreo, pureza física y varietal, el vigor, contenido de humedad y su condición fitosanitaria.

Asimismo Hampton (2001), dice que la calidad de semillas presenta una profunda influencia sobre la producción económica de los cultivos de todas las

especies. La calidad de las semillas afecta el establecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo y en muchos sistemas modernos de producción, es exigida una semilla de alta calidad que producirá de forma consistente una rápida y uniforme emergencia de plántulas a partir de cada semilla. A pesar de que un cultivo puede ser competitivo en términos de genética, una alta calidad de semillas crea una ventaja adicional para la comercialización. También comenta que las compañías de semillas, por tanto, monitorean la calidad de las semillas durante su producción en el campo, cosecha, limpieza, tratamiento, almacenamiento y transporte, así como también evalúan la calidad (germinación, vigor, pureza, sanidad de semillas, humedad) posibilita que otras prácticas adversas sean prontamente detectadas y rápidamente solucionadas, los datos sobre la calidad son entonces puestos al alcance del cliente, a través del certificado de análisis de semillas y/o etiqueta de semillas.

Por su parte McDonald (1980); Copeland y McDonald (2001), comentan que la prueba de germinación es el procedimiento más ampliamente usado y aceptado como indicador de la calidad de un lote de semillas. Sin embargo, debido a que esta prueba se realiza bajo condiciones óptimas para cada especie, en la práctica la prueba de germinación ha mostrado sobreestimar el comportamiento de las semillas y, además, resulta deficiente para discriminar lotes de semilla en relación con la rapidez y uniformidad de germinación.

Por su parte Moreno (1996) define a la germinación como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales de la plántula que provienen del

embrión, y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una planta normal.

Delouche (2002), menciona que desde que el vigor es un atributo solamente de semillas capaces de germinar, estas son designados para evaluar uno, varios o la mayoría de los efectos menores del deterioro sobre el potencial de desempeño de las semillas, a pesar de la abundancia de pruebas de vigor, solo pocos son utilizados ampliamente como rutina en análisis de semillas en los laboratorios de control de calidad. También menciona que el vigor de semillas y deterioro están fisiológicamente ligados, son aspectos recíprocos de la calidad de semillas, debido a que el deterioro tiene una connotación negativa y el vigor tiene una connotación extremadamente positiva; el vigor disminuye a medida que el deterioro aumenta; en donde el deterioro es el proceso de envejecimiento y muerte de las semillas, mientras que vigor es el principal componente de la calidad afectado por el proceso de deterioro.

El establecimiento de la plántula en el campo involucra los procesos de germinación y emergencia; donde el primero comprende la imbibición, reactivación metabólica y la emisión de la radícula, procesos que pueden comprometer el establecimiento si ocurren en condiciones adversas (Albuquerque y Carvalho, 2003). La emergencia y establecimiento están influenciados por la temperatura y humedad del suelo (Helms *et al.*, 1997) y por la calidad fisiológica y genética de la semilla (Finch-Savage, 1995). Albuquerque y Carvalho (2003) observaron que la alta temperatura obstaculizó

la emergencia de plántulas de girasol, maíz y soya con diferentes niveles de vigor. Brooking (1990) encontró una correlación positiva entre bajas temperaturas y el tiempo de emergencia de plántulas de maíz, la tasa relativa de movilización de reservas y la eficiencia de utilización de éstas en la nueva plántula.

Una de las pruebas empleadas para medir el vigor de las semillas es la evaluación del crecimiento de plántulas (Longitud de Plúmula).

Cuando las plántulas en un ensayo de germinación muestran todas sus estructuras esenciales y un desarrollo balanceado, son consideradas plántulas normales, las cuales son reportadas como capacidad de germinación. En ello no es tomada en cuenta la tasa de germinación o crecimiento, ni la fuerza o velocidad de la plántula. Diferencias en estos criterios entre lotes de semillas, son consideradas indicadores de vigor, por lo que la reexaminación de la tasa de germinación y el crecimiento de la plántula bajo condiciones de la prueba estándar pueden ser usados para evaluar el vigor de las semillas.

La longitud de una plántula después de un periodo específico, es el producto del tiempo que toma en germinar, es decir, el crecimiento inicial y la subsecuente tasa de crecimiento, este método es aplicable a las plántulas que presentan una plúmula recta, como en los cereales o bien raíces no ramificadas como, como la lechuga (Moreno, 1996).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Área Experimental

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en los laboratorios de acondicionamiento y ensayos de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS), localizado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

El trabajo de investigación se realizó en dos etapas, la primera consistió en la elaboración de un bioensayo, esto con el fin de establecer los aceites y metabolitos secundarios carvacrol y timol de orégano y las concentraciones con resultados sobresalientes en la mortalidad de insectos, además de evaluar el efecto de los tratamientos en la calidad fisiológica de la semilla.

En la segunda etapa se utilizaron los mismos aceites y metabolitos secundarios carvacrol y timol de orégano, pero las concentraciones se incrementaron debido a los resultados obtenidos en el bioensayo, se realizaron evaluaciones de mortalidad de insectos y de calidad fisiológica en la semilla por el efecto de los tratamientos.

Materiales

Se utilizó semilla de maíz del híbrido AN – 447 producido en la Universidad recién cosechado y con un contenido de humedad de 12 ± 1 %, libre de impurezas y sin tratamiento alguno.

Los insectos utilizados para la investigación fueron *Sitophilus zeamais* recolectados del estado de Guanajuato.

Se utilizaron aceites de orégano de diferentes regiones, los cuales fueron: aceite de orégano del estado de Coahuila, Durango, Saltaices, Chihuahua; y los metabolitos secundarios Carvacrol y Timol de Saltaices, Chihuahua.

Metodología

Reproducción de insectos

Los insectos se colocaron sin sexar en frascos de cuatro litros con maíz del híbrido AN – 447 con una humedad de 13 ± 1 % con temperatura de 25 ± 1 °C y un fotoperíodo de 12-12 hrs luz y oscuridad esto es para su mejor reproducción. Cada mes se cambiaba el maíz y se limpiaban los frascos, con la finalidad de tener en buen estado a los insectos y la cantidad suficiente para la realización del trabajo de investigación.

Primera etapa de la investigación (Bioensayo)

Para la realización del trabajo de investigación lo primero que se hizo fue un bioensayo el cual es una prueba biológica que se realiza con organismos vivos y que solo se lleva a cabo en laboratorio, esto con la finalidad de establecer los productos y las concentraciones que tienen resultados sobresalientes.

En esta primera etapa se evaluaron tres aceites de orégano y los metabolitos carvacrol y timol a diferentes concentraciones, las cuales se detallan a continuación.

Cuadro 3.1. Productos y concentraciones utilizadas en el bioensayo.

Productos	Concentraciones (ppm)
1. Aceite de orégano de Durango	20, 40, 60, 80, 100, 120, 140
2. Aceite de orégano Chihuahua	20, 40, 60, 80, 100, 120, 140
3. Carvacrol, Salaices, Chihuahua	20, 40, 60, 80, 100, 120, 140
4. Timol, Salaices, Chihuahua	20, 40, 60, 80, 100, 120, 140
5. Aceite de orégano de Coahuila	20, 40, 60, 80, 100, 120, 140

Además de las concentraciones establecidas se incluyeron dos testigos (T1 = agua y T2 = agua + tween), cada concentración y testigo contaron con sus tres repeticiones.

El maíz se colocó en frascos de 250 ml en donde se agregó 50 g de semilla, las cuales fueron tratadas con cada una de las concentraciones antes mencionadas, en donde los productos fueron diluidos con agua mas tween, posteriormente se le adicionaron 10 insectos por frasco.

Las evaluaciones de mortalidad de insectos se realizaron cada 24 hrs durante 7 días, para las evaluaciones se utilizo una criba y una lámpara para contabilizar el número de insectos muertos. Además se realizaron pruebas de germinación y vigor para conocer el efecto de los tratamientos en la calidad fisiológica de la semilla de maíz almacenada.

Una vez realizado el bioensayo se determinaron las mejores concentraciones y a partir de las cuales se realizó el establecimiento de la segunda parte del trabajo de investigación.

Segunda etapa de la investigación

En esta etapa de la investigación se utilizaron los mismos productos, las concentraciones se incrementaron debido a que en la etapa anterior (bioensayo) el porcentaje de mortalidad fue muy bajo, por lo que las concentraciones utilizadas en esta segunda etapa fueron 100, 150, 200, 250 y 300 ppm para cada uno de los productos, además de los dos testigos (T1 = agua y T2 = agua + tween).

Se realizaron evaluaciones de mortalidad de insectos y se evaluó la calidad de la semilla, esto con la finalidad de conocer el efecto del tratamiento (aplicación de los productos) en la calidad fisiológica de la semilla.

Para el caso de mortalidad de insectos la metodología fue la misma usado en el bioensayo solo que para esta ocasión se colocaron 20 insectos a cada unidad experimental. Se realizaron tres muestreos a las 24 hrs, 30 y 60 días. En cada muestreo se hicieron dos evaluaciones una a las 24 hrs y otra a los 7 días.

En lo que se refiere a la calidad de la semilla se realizaron 3 muestreos, uno inicial, 40 y 80 días, en cada uno de ellos se realizaron pruebas de germinación y de vigor (longitud media de plúmula y longitud media de radícula) a cada uno de los tratamientos. La metodología para cada una de las pruebas realizadas para evaluar la calidad fisiológica de la semilla fue la siguiente.

Germinación estándar. Se colocaron 3 repeticiones de 25 semillas cada repetición se colocó en papel de germinación húmedo por 7 días en una cámara incubadora a una temperatura de 25 °C con 16 hrs luz y 8 hrs de oscuridad, posteriormente se contabilizó el número de plántulas normales, anormales y semillas sin germinar.

Longitud media de plúmula y radícula. Primeramente se rayó el papel de germinación como nos indica las reglas de la Seed Testing Asociación ISTA

(2004) para esta prueba. Se realizaron 3 repeticiones de 25 semillas, estas se colocaron en la línea intermedia de la hoja de papel con ayuda de cinta de doble pegamento esto para evitar movimiento, después se colocaron en una cámara germinadora a una temperatura de $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ con 16 hrs luz y 8 hrs de oscuridad, a los siete días se evaluó el tamaño de las plántulas y radículas sin contabilizar las anormales. Para reportar los resultados se utilizó la fórmula descrita por la ISTA (2004) para esta prueba.

Análisis estadístico

Los porcentajes de mortandad fueron transformados por medio de la fórmula de Bartlett (1947) $y = \text{arc sen} \sqrt{\frac{X}{100}}$, siendo y el dato transformado y X el porcentaje de mortandad, posteriormente los datos tanto de mortandad como los de calidad de la semilla se analizaron bajo un diseño de parcelas divididas, cuyo modelo lineal es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + P_i + \alpha_{ij} + P_k + C_l + PC_{kl} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Valor observado.

μ = Efecto de la media.

P_i = Efecto del i -ésimo periodo de almacenamiento.

α_{ij} = Error de la parcela grande.

P_k = Efecto del k-ésimo productos.

C_l = Efecto del l-ésima concentraciones.

PC_{kl} = Efecto de la interacción i-ésimo productos por k-ésimo concentraciones.

ε_{ijkl} = Efecto del error experimental.

Para procesar los datos obtenidos en ambos estudios se utilizó el paquete estadístico SAS (2007). En cuanto a la comparación de medias se usó la prueba LSD ($\alpha \leq 0.05$).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la información recabada durante el presente trabajo de investigación y una vez analizados los datos, se presentan los resultados obtenidos del análisis estadístico de las variables evaluadas en cada uno de los muestreos realizados para mortalidad de insectos así como de la calidad fisiológica de la semilla tratada.

Mortalidad de insectos (*Sitophilus zeamais*)

En el Cuadro 4.1 se presentan los resultados obtenidos del análisis de varianza realizado para los productos, concentraciones y la interacción de productos por concentraciones en donde se puede apreciar que en los muestreos 1 y 2 hay diferencias altamente significativas entre cada una de las fuentes de variación debido a que el efecto en la mortalidad de insectos fue diferente según el producto y la concentración aplicada tanto para la evaluación a las 24 hrs y 7 días, en el caso del tercer muestreo los productos y la interacción de productos por concentración a las 24 hrs las diferencias son significativas, en cambio para la evaluación de los 7 días las diferencias son altamente significativas para cada fuente de variación.

Cuadro 4.1. Resultados del análisis de varianza de la mortalidad de *Sitophilus zeamais* en los tres muestreos en la evaluación 24 hrs y 7 días.

FV	GL	Muestreo 1		Muestreo 2		Muestreo 3	
		24 hrs	7 días	24 hrs	7 días	24 hrs	7 días
Productos	4	15903.64**	24722.83**	650.50**	23626.66**	5.33*	7141.16**
C	6	13383.45**	22173.17**	578.57**	10188.73**	9.28**	21761.13**
Productos*C	24	1135.77**	1519.30**	243.25**	1700.13**	6.30*	818.89**
Modelo	34	4499.95**	7062.91**	328.47**	4987.42**	6.54**	5023.15**
Error	70	101.53	99.52	55.23	262.38	1.19	311.50
CV		20.66	15.08	45.97	35.29	70.97	25.65

C = Concentraciones; ** = Significativo ($P \leq 0.01$); * = Significativo ($P \leq 0.05$); NS = No significativo. LSD=0.05

En el Cuadro 4.2 se muestran los resultados obtenidos de la comparación de medias realizada para los productos utilizados en los tres muestreos durante la evaluación del presente trabajo.

En el primer muestreo la evaluación de 24 hrs todos los productos son estadística y numéricamente diferentes, el carvacrol de Salaiques, Chihuahua fue el que obtuvo mayor porcentaje de mortalidad con 84.66 % y el aceite de Coahuila no obtuvo ningún valor de mortalidad, en el caso de la evaluación de los 7 días el carvacrol, el aceite de orégano de Durango y Chihuahua estadísticamente fueron los mejores logrando los mayores porcentajes de mortalidad de insectos, sin embargo numéricamente solo el carvacrol y el aceite de Durango alcanzaron el 100 % de mortalidad ya que el aceite de Chihuahua solo presentó 96 %, el timol 86.33 % y el de Coahuila tan solo 5.66 % de mortalidad de insectos.

En lo que se refiere al segundo muestreo es importante señalar que en la primera evaluación a las 24 hrs los valores de mortalidad fueron muy bajos,

siendo el 15.66 % el más alto correspondiendo al carvacrol de Salaires, Chihuahua y el que no presentó mortalidad fue el aceite de orégano de Coahuila, en lo que se refiere a la evaluación de los 7 días el aceite de Chihuahua fue estadística y numéricamente el mejor alcanzando un 98.33 % seguido del carvacrol con 77.66 %, los aceites de Durango y el timol de Salaires, Chihuahua estadísticamente son iguales sin embargo numéricamente no lo son debido a que obtuvieron 28.33 % y 26 % de mortalidad respectivamente, el aceite de Coahuila fue el que nuevamente logro el más bajo valor con tan solo un 3 % de mortalidad acumulada.

En el caso del tercer muestreo se obtuvieron valores muy bajos en la mortalidad de insectos en la primera evaluación realizada a las 24 hrs en todos los productos, pero en lo que se refiere a la mortalidad acumulada de la evaluación a los 7 días los aceites de Durango y Chihuahua fueron estadísticamente los mejores, sin embargo solo el aceite de Durango logró el 100 % de mortalidad de insectos mientras que el aceite de Chihuahua obtuvo 96.66 %, el carvacrol y el aceite de Coahuila también resultaron ser estadísticamente iguales con 70.33 % y 59.33 % de mortalidad respectivamente, en este muestreo el producto que con el más bajo porcentaje de mortalidad fue el timol de Salaires, Chihuahua con 51.66 %.

La efectividad de los productos en cuanto a la mortalidad de insectos se refiere puede ser ocasionada con lo que menciona Davidson, et al., (1991) en donde plantea que la acción tóxica de los aceites en estado adulto es que lo cubre con una capa oleosa que tapa los espiráculos de respiración matándolo

por asfixia. Con respecto a la eficiencia de los aceites vegetales la FAO (1985) menciona que el modo de acción que se les atribuye es principalmente ovicida y larvicida en instares tempranos (Aguilera, 1991).

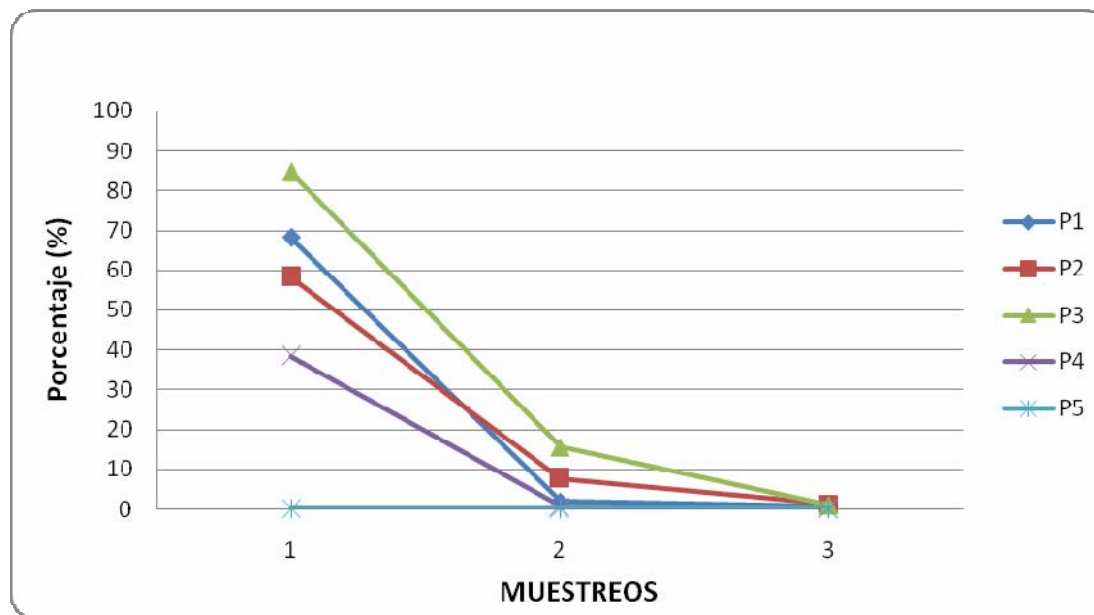
En cuanto a los resultados de los productos utilizados, el carvacrol de Salaiques, Chihuahua aun cuando fue perdiendo su efectividad conforme al tiempo, fue el producto que en la primera evaluación de las 24 hrs obtuvo el mayor porcentaje de mortalidad, al respecto Silva (2003) menciona que el orégano es de interés ya que en estudios se ha comprobado que su aceite esencial presenta actividad antimicrobiana debido a sus dos principales componentes fenólicos: Timol y Carvacrol. Por su parte Traboulsi et al (2002) mencionan que 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*.

Cuadro 4.2. Resultados de la comparación de medias de mortalidad de *Sitophilus zeamais* con la aplicación de diferentes productos en los tres muestreos en la evaluación 24 hrs y 7 días.

Productos	Muestreo 1		Muestreo 2		Muestreo 3	
	24 hrs	7 días	24 hrs	7 días	24 hrs	7 días
P1	68.26b	100.00a	2.00bc	28.33c	0.66ab	100.00a
P2	58.33c	96.00a	7.66b	98.33a	1.33a	96.66a
P3	84.66a	100.00a	15.66a	77.66b	1.00a	70.33b
P4	38.33d	86.33b	0.66c	26.00c	0.00b	51.66c
P5	0.00e	5.66c	0.00c	3.00d	0.00b	59.33bc

P1 = Aceite de orégano Durango; P2 = A. O. Chihuahua; P3 = Carvacrol Salaiques, Chihuahua, P4 = Timol Salaiques, Chihuahua y P5 = A.O. Coahuila. Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente. LSD= 0.05

La Figura 4.1 muestra gráficamente los resultados de la mortalidad de *Sitophilus zeamais* por efecto de la aplicación de los cinco productos en la primera evaluación a las 24 hrs en donde se puede apreciar que todos los productos mostraron comportamiento similares en cada uno de los muestreos realizados, en el caso del aceite de orégano de Durango en el primer muestreo obtuvo 68.26 % de mortalidad, pero en lo que respecta al segundo y tercer muestreo bajo considerablemente su porcentaje obteniendo 2 % y 0.66 % de mortalidad respectivamente, por su parte el aceite de Chihuahua alcanzó 58.33 % en el primer muestreo de igual manera redujo su efecto bioinsecticida en los muestreos posteriores con 7.66 % en el segundo muestreo y 1.33 % en el tercero, en lo que se refiere al carvacrol de Salaises, Chihuahua en el primer muestreo obtuvo el mayor porcentaje de mortalidad con 84.66 % pero mostró comportamiento similar que los demás aceites debido a que en el segundo muestreo obtuvo 15.66 % y tan solo 1 % en el último muestreo, el timol de Salaises, Chihuahua en el primer muestro presentó el menor valor de mortalidad con 38.33 %, en el segundo 0.66 % y en el tercer muestreo no obtuvo ningún porcentaje de mortalidad, en lo que respecta al aceite de orégano de Coahuila no obtuvo ningún porcentaje de mortalidad en ninguno de los tres muestreos realizados en la primera evaluación a las 24 hrs.

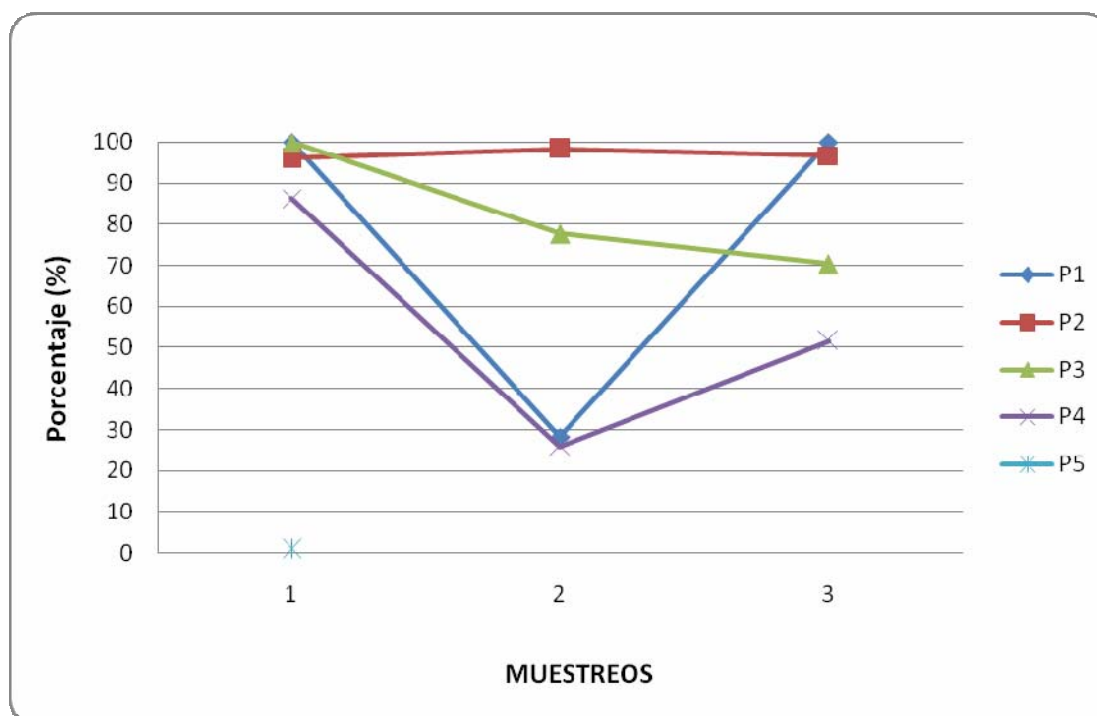


P1 = Aceite de orégano Durango; P2 = A. O. Chihuahua; P3 = Carvacrol Salaices, Chihuahua; P4 = Timol Salaices, Chihuahua y P5= A.O. Coahuila.

Figura 4.1. Mortalidad del *Sitophilus zeamais* a las 24 hrs con los diferentes productos en maíz almacenado en los tres muestreos.

En la Figura 4.2 se pueden apreciar gráficamente los resultados de mortalidad de insectos en la segunda evaluación realizada a los 7 días en donde el comportamiento de todos los productos fue diferente durante los tres muestreos realizados, el aceite de orégano de Durango obtuvo 100 % de mortalidad de insectos en el primer muestreo, pero en el segundo el resultado disminuyó su efecto obteniendo 28.33 % mientras que en el tercer muestreo volvió a presentar 100 % de mortalidad, por su parte el aceite de Chihuahua obtuvo 96 % de mortalidad en el primer muestreo, comportamiento que logró mantener a través del tiempo ya que en el segundo y tercer muestreo alcanzó 98.33 % y 96.66 % respectivamente, el carvacrol de Salaices, Chihuahua alcanzó 100 % de mortalidad de insectos en el muestreo uno, pero disminuyó su efectividad en los muestreos posteriores ya que en el segundo y tercer

muestreo obtuvo 76.66 % y 70.33 % respectivamente, en lo que se refiere al timol de Salaiques, Chihuahua en el primer muestreo alcanzó 68.33 %, en el segundo obtuvo 26 %, pero en el último muestreo volvió a incrementar su porcentaje de mortalidad con 51.66 %, el aceite de Coahuila en esta segunda evaluación a los 7 días presentó valores de mortalidad aunque fue uno de los productos que más bajo valor registró obteniendo 5.66 % en el primer muestreo, disminuyó en el segundo con 3 % y en el tercer muestreo logro obtener 59.33 %.



P1 = Aceite de orégano Durango; P2 = A. O. Chihuahua; P3 = Carvacrol Salaiques, Chihuahua; P4 = Timol Salaiques, Chihuahua y P5 = A.O. Coahuila.

Figura 4.2. Mortalidad del *Sitophilus zeamais* a los 7 días con los diferentes productos en maíz almacenado en los tres muestreos.

En el Cuadro 4.3 se presentan los resultados obtenidos de la comparación de medias para las concentraciones utilizadas en cada uno de los muestreos realizados.

En el primer muestreo las concentraciones 300, 250, 200 y 150 ppm fueron estadística y numéricamente las mejores obteniendo 81.33, 81.66, 81 y 81 % respectivamente esto con respecto a la evaluación de los 7 días, aunque en la evaluación a las 24 hrs las concentraciones de 300 y 250 ppm fueron estadísticamente las mejores seguidas de las concentraciones 200 y 150 ppm, la concentración de 100 ppm fue la que presentó el más bajo valor de mortalidad con 13.66 % a las 24 hrs y 63 % a los 7 días. En cuanto a los dos testigos no presentaron ningún valor de mortalidad en este muestreo.

En lo que respecta al segundo muestreo la concentración de 300 ppm fue estadística y numéricamente la mejor con 17.33 y 73 % de mortalidad en la primera y segunda evaluación respectivamente, seguida de la concentración de 250 ppm con 50 % de mortalidad a los 7 días, en este muestreo la concentración con el nivel más bajo de mortalidad de insectos fue la de 100 ppm con 27.33 % en lo que se refiere a los testigos, la concentración 6 correspondiente al testigo 1 (agua) obtuvo 1.66 % en las dos evaluaciones, mientras que la concentración 7 siendo el testigo 2 (agua mas tween) en la evaluación de las 24 hrs no obtuvo ningún valor de mortalidad en tanto que a los 7 días logro 1.66 %.

Por último en el tercer muestreo en la evaluación de las 24 hrs solo las concentraciones 300 y 250 ppm obtuvieron 2 y 1 % de mortalidad respectivamente, no encontrándose ningún valor en las demás concentraciones incluyendo los testigos, pero en lo que se refiere a la evaluación de mortalidad acumulada de los 7 días se tiene que el comportamiento es similar a los demás muestreos, es decir las concentraciones más altas son las que presentaron los mayores niveles de mortalidad en este caso las concentraciones 300 y 250 ppm son estadísticamente iguales con 89.70 y 87.33 % respectivamente, también las concentraciones de 200 y 150 ppm se encontraron que estadísticamente son iguales con 73.33 y 72 %, la concentración de 100 ppm fue la que obtuvo el más bajo valor con 55.66 % de mortalidad mientras que en la segunda evaluación la concentración 6 siendo el testigo 1 (agua) logró un 0.33 %, mientras que la concentración 7 (testigo 2) no obtuvo ningún porcentaje de mortalidad de insectos.

Como puede apreciarse las concentraciones más altas fueron las que mayor porcentaje de mortalidad obtuvieron caso similar en donde Díaz (1985), donde 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 %.

Cuadro 4.3 Resultados de la comparación de medias de mortalidad de *Sitophilus zeamais* con la aplicación de diferentes concentraciones en los tres muestreos en la evaluación 24 hrs y 7 días.

Concentraciones	Muestreo 1		Muestreo 2		Muestreo 3	
	24 hrs	7 días	24 hrs	7 días	24 hrs	7 días
C1	66.33a	81.33a	17.33a	73.00a	2.00a	89.70a
C2	63.33a	81.66a	5.33b	50.00b	1.00b	87.33a
C3	55.26b	81.00a	3.00b	45.33bc	0.00c	73.33b
C4	51.00b	81.00a	0.33b	37.66cd	0.00c	72.00b
C5	13.66c	63.00b	0.00b	27.33d	0.00c	55.66c
C6	0.00d	0.00c	1.66b	1.66e	0.00c	0.33d
C7	0.00d	0.00c	0.00b	1.66e	0.00c	1.66d

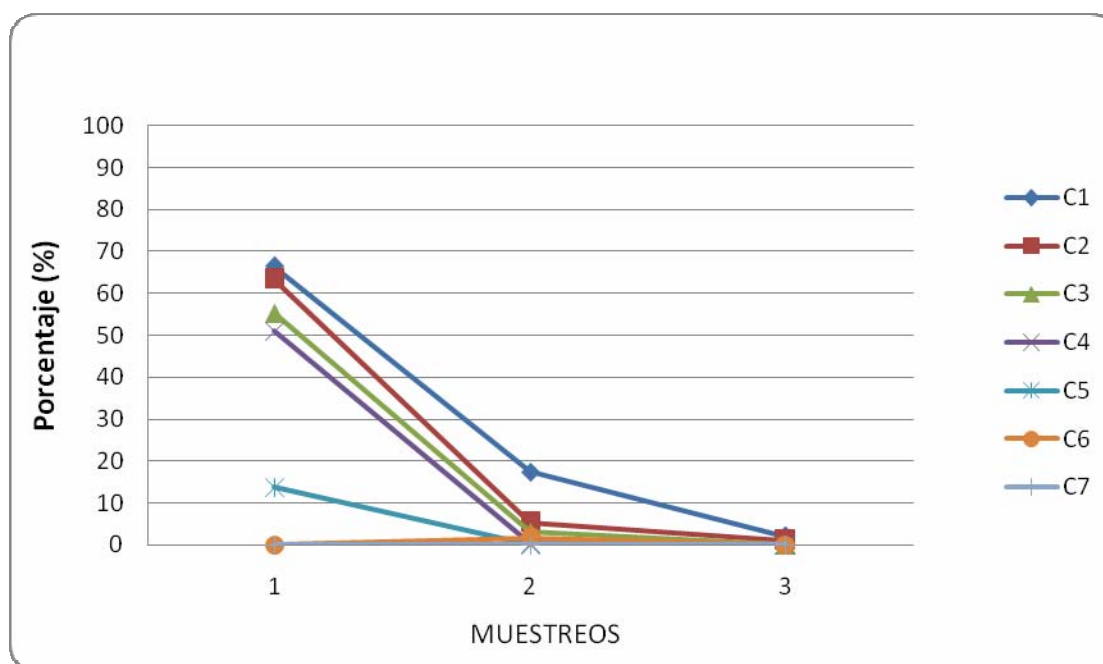
C1 = 300 ppm; C2 = 250 ppm; C3 = 200 ppm; C4 = 150 ppm; C5 = 100 ppm; C6 = Agua (Testigo 1) y C7 = Agua+ tween (Testigo 2).

Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente. LSD= 0.05

En la Figura 4.3 se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de las diferentes concentraciones aplicadas a la semilla de maíz almacenada, en la primera evaluación de las 24 hrs en donde el comportamiento de la mayoría de las concentraciones fue similar durante los tres muestreos, debido a que en todos los casos las concentraciones más altas en cuanto a partes por millón (ppm) se refiere obtuvieron los resultados más altos de mortalidad, la concentración de 300 ppm presentó los valores más altos en cada uno de los tres muestreos realizados con 66.33 %, 17.33 y 2 %, como puede observarse la efectividad de cada uno de los aceites fue disminuyendo conforme al tiempo transcurrido, las concentraciones 250, 200 y 150 ppm presentaron un comportamiento similar, la concentración de 100 ppm por su parte solo en el primer muestreo obtuvo 13.66 % de mortalidad, ya que en el segundo y tercer muestreo no presentó ningún valor, la concentración 6 siendo el testigo uno (agua) solo en el segundo muestreo obtuvo 1.66 % de mortalidad, debido a que en los muestreos uno y tres no obtuvo ningún porcentaje, por su parte la concentración 7 siendo el testigo dos (agua mas tween) no presentó ningún

valor de mortalidad de insecto en ninguno de los tres muestreos en la primera evaluación de 24 hrs.

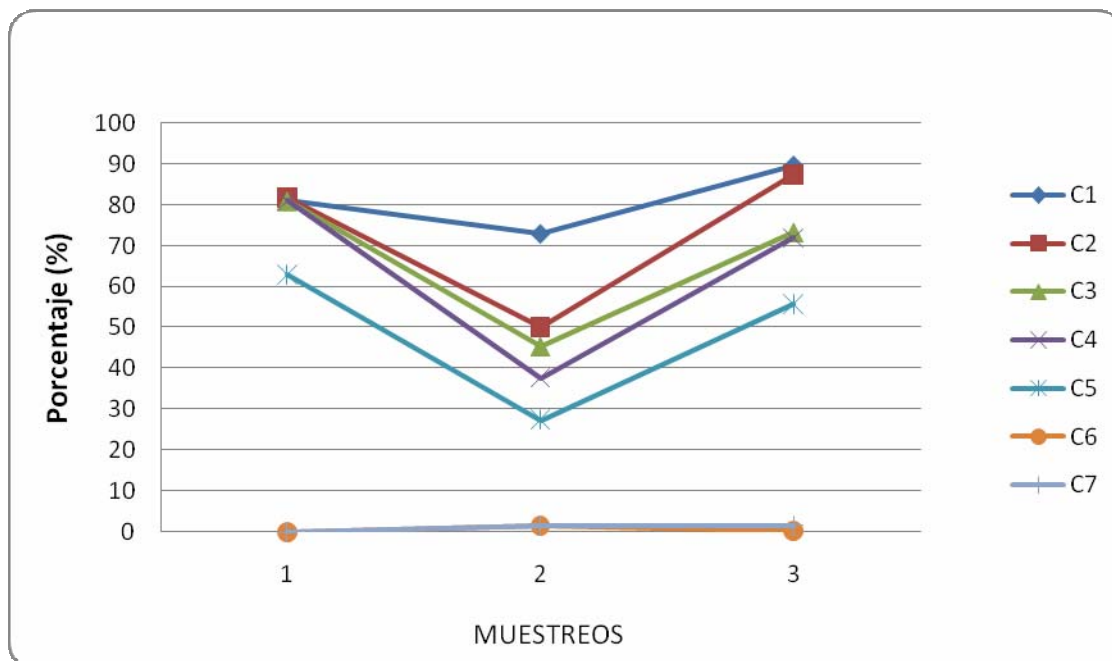
Como puede observarse los resultados en la primera evaluación a las 24 hrs fueron bajo en comparación al trabajo realizado por Salas (1985), quien indica que la aplicación de 10 ml por kilogramo de cualquiera de los siguientes aceites: semilla de aceites de soya, ricino, coco, maní, sésamo y olivo en maíz almacenado, provocan 100 % de mortalidad en *Sitophilus oryzae*, a las 3 hrs de realizada la aplicación.



C1 = 300 ppm; C2 = 250 ppm; C3 = 200 ppm; C4 = 150 ppm; C5 = 100 ppm; C6 = Agua (Testigo 1) y C7 = Agua+ tween (Testigo 2).

Figura 4.3. Mortalidad del *Sitophilus zeamais* a las 24 hrs con las diferentes concentraciones utilizadas en maíz almacenado en los tres muestreos.

En la Figura 4.4 se muestran los resultados de mortalidad de insectos de la segunda evaluación a los 7 días durante los tres muestreos realizados para cada una de las concentraciones utilizadas, en todos los casos el comportamiento fue similar ya que en el primer muestreo las concentraciones más altas obtuvieron mejores porcentajes de mortalidad, mientras que en el segundo disminuyeron sus valores, pero en el tercer muestreo volvieron a incrementar sus porcentajes de mortalidad, la concentración 300 ppm en el primer muestreo obtuvo 81.33 %, en el segundo 73 % y en el muestreo tres 89.70 %, como puede apreciarse en el tercer muestreo el porcentaje de mortalidad fue mayor que en los anteriores, caso similar a la concentración 250 ppm aunque con menores valores ya que obtuvo 81.66 % en el primer muestreo, 50 % en el segundo y 87.33 % en el tercer muestreo, para el caso de las concentraciones 200, 150 y 100 ppm los porcentajes de mortalidad fueron disminuyendo en cada uno de los muestreos realizados, en lo que se refiere a las concentraciones 6 y 7 correspondientes a los testigos en el primer muestreo no presentaron ningún porcentaje, en el segundo ambas concentraciones obtuvieron 1.66 % y en el tercer muestreo la concentración 6 obtuvo 0.33 % y la concentración 7 1.66 % de mortalidad de insectos.



C1 = 300 ppm; C2 = 250ppm; C3 = 200 ppm; C4 = 150 ppm; C5 = 100 ppm; C6 = Agua (Testigo 1) y C7 = Agua+ tween (Testigo 2).

Figura 4.4. Mortalidad del *Sitophilus zeamais* a los 7 días con las diferentes concentraciones utilizadas en maíz almacenado en los tres muestreos.

Calidad de la semilla de maíz

Capacidad de germinación

En el Cuadro 4.4 se presentan los resultados de análisis de varianza correspondiente a los productos, concentraciones y a la interacción de productos por concentraciones de los tres muestreos realizados para cada una de las variables evaluadas, en cuanto a la capacidad de germinación se puede apreciar que en el primer muestreo en lo que respecta a la variable plántulas normales en los productos y las concentraciones hay diferencias altamente significativas, en cambio en la interacción productos por concentraciones no

existen diferencias significativas, en el caso de plántulas anormales en ninguna de las fuentes de variación hay significancias, para la variable semillas sin germinar en lo que se refiere a los productos, concentraciones y modelo hay diferencias significativas, solo en la interacción productos por concentraciones no hay significancias.

En el segundo muestreo existen diferencias altamente significativas para cada una de las variables evaluadas en todas las fuentes de variación. En lo que respecta al tercer muestreo se puede observar un comportamiento similar en cada una de las fuentes de variación y para cada variable evaluada se encontraron diferencias altamente significativas.

Cuadro 4.4. Resultados del análisis de varianza para cada una de las variables de capacidad de germinación durante los tres muestreos.

FV	GL	Muestreo 1			Muestreo 2			Muestreo 3		
		Plántulas Normales (%)	Plántulas Anormales (%)	Semillas Sin Germinar (%)	Plántulas Normales (%)	Plántulas Anormales (%)	Semillas Sin Germinar (%)	Plántulas Normales (%)	Plántulas Anormales (%)	Semillas Sin Germinar (%)
Productos	4	155.58**	10.5ns	98.13**	315.65 **	84.34 **	84.03 **	100.80 **	18.51**	41.52 **
Concentraciones	6	236.74**	12.69 ns	162.79**	337.77 **	36.57 **	152.83 **	186.92 **	29.51 **	82.74 **
Productos*C	24	45.00 ns	5.71 ns	27.11 ns	129.07 **	21.58 **	54.17 **	95.11 **	18.78 **	33.34 **
Modelo	34	91.84**	7.51 ns	59.41**	187.85**	31.61**	75.09**	111.98**	20.64**	43.02**
Error	70	34.89	8.38	19.65	24.07	7.46	13.86	12.34	2.89	10.05
CV		6.14	230.28	173.70	5.09	231.38	145.89	3.59	159.51	277.48

C = concentraciones; ** = Significativo ($P \leq 0.01$); * = Significativo ($P \leq 0.05$); NS = No significativo. LSD=0.05

En el Cuadro 4.5 se muestran los resultados obtenidos de la comparación de medias de cada uno de los productos utilizados para cada una de las variables evaluadas en lo que se refiere a la capacidad de germinación. En el primer muestreo se tiene que para la variable plántulas normales el aceite de orégano de Coahuila fue estadística y numéricamente el mejor, ya que obtuvo un 99.61 %, seguido del aceite de orégano de Chihuahua y el carvacrol de Salaires, Chihuahua los con 98.06 y 95.81 % respectivamente, el aceite de Durango y el timol de Salaires, Chihuahua resultaron ser estadísticamente iguales con 94.28 y 92.95 %. En lo que respecta a las plántulas anormales todos los aceites presentaron bajos porcentajes en esta variable siendo estadísticamente iguales, sin embargo fue el aceite de Coahuila quien obtuvo el más bajo valor con 0.19 %, en lo que se refiere a semillas sin germinar el timol de Salaires, Chihuahua y el aceite de Durango obtuvieron los valores más altos con 4.95 y 4.57 % resultando ser estadísticamente iguales, mientras que el aceite de Coahuila obtuvo nuevamente el más bajo valor con 0.19 %.

En el segundo muestreo para la variable plántulas normales el timol de Salaires, Chihuahua, el aceite de Coahuila, Chihuahua y Durango resultaron ser estadísticamente iguales, aunque numéricamente no lo son ya que obtuvieron 98.85, 98.66, 97.71 y 96.57 % respectivamente y el aceite que presentó el más bajo porcentaje de plántulas normales fue el carvacrol de Salaires, Chihuahua con 89.52 %, en cuanto a la variable plántulas anormales se tiene que el carvacrol de Salaires, Chihuahua fue el que estadística y numéricamente obtuvo el mayor valor con 4.76 %, mientras que los demás

aceites resultaron ser estadísticamente iguales, aunque numéricamente no lo son ya que presentaron diferentes valores siendo el aceite de Durango y el timol de Salaires, Chihuahua con 0.19 % los que lograron el menor porcentaje de plántulas anormales, en cuanto a semillas sin germinar se el carvacrol de Salaires, Chihuahua fue el que más afecto a la calidad de la semilla ya que presento 5.71 %, los demás aceites se consideran estadísticamente iguales aunque presentaron valores diferentes, siendo el aceite de Coahuila el que obtuvo 0.19 % de semillas sin germinar, por lo que en este muestreo fue el aceite que menos afecto la capacidad de germinación de la semilla.

En el tercer muestreo para la variable plántulas normales el aceite de orégano de Coahuila fue el mejor debido a no afecto la capacidad de germinación ya que alcanzo un 100 %, mientras que los demás aceites resultaron ser estadísticamente iguales a excepción del carvacrol de Salaires Chihuahua que fue el que obtuvo menos plántulas normales con 94.28 %, en lo que a la variable plántulas anormales el carvacrol de Salaires, Chihuahua fue el que más afecto la capacidad de germinación ya que presentó un 2.28 %, en esta variable el aceite de Coahuila no obtuvo ningún porcentaje de plántulas anormales. Para el caso de semillas sin germinar los valores para la mayoría de los productos fueron bajos a excepción del carvacrol de Salaires, Chihuahua que fue el que más afecto la capacidad de germinación con 3.42 %.

Los resultados de la prueba de germinación muestran que los aceites no afectaron de forma considerable la capacidad de germinación de la semilla, lo cual es importante debido a que McDonald (1980); Copeland y McDonald

(2001), comentan que la prueba de germinación es el procedimiento más ampliamente usado y aceptado como indicador de la calidad de un lote de semillas.

Cuadro 4.5. Comparación de medias de los cinco productos para cada una de las variables de capacidad de germinación en los tres muestreos.

Productos	Muestreo 1			Muestreo 2			Muestreo 3		
	Plántulas Normales (%)	Plántulas Anormales (%)	Semillas Sin Germinar (%)	Plántulas Normales (%)	Plántulas Anormales (%)	Semillas Sin Germinar (%)	Plántulas Normales (%)	Plántulas Anormales (%)	Semillas Sin Germinar (%)
P1	94.28c	1.14a	4.57a	96.57a	0.19b	3.23b	99.04ab	0.95bc	0.00b
P2	98.09ab	1.14a	0.76b	97.71a	0.38b	1.90b	98.28ab	0.38c	1.33b
P3	95.81bc	1.90a	2.28ab	89.52b	4.76 ^a	5.71a	94.28c	2.28a	3.42a
P4	92.95c	1.90a	4.95a	98.85a	0.19b	0.95b	97.33ab	1.71ab	0.95b
P5	99.61 ^a	0.19a	0.19b	98.66a	0.38b	0.95b	100.00a	0.00c	0.00b

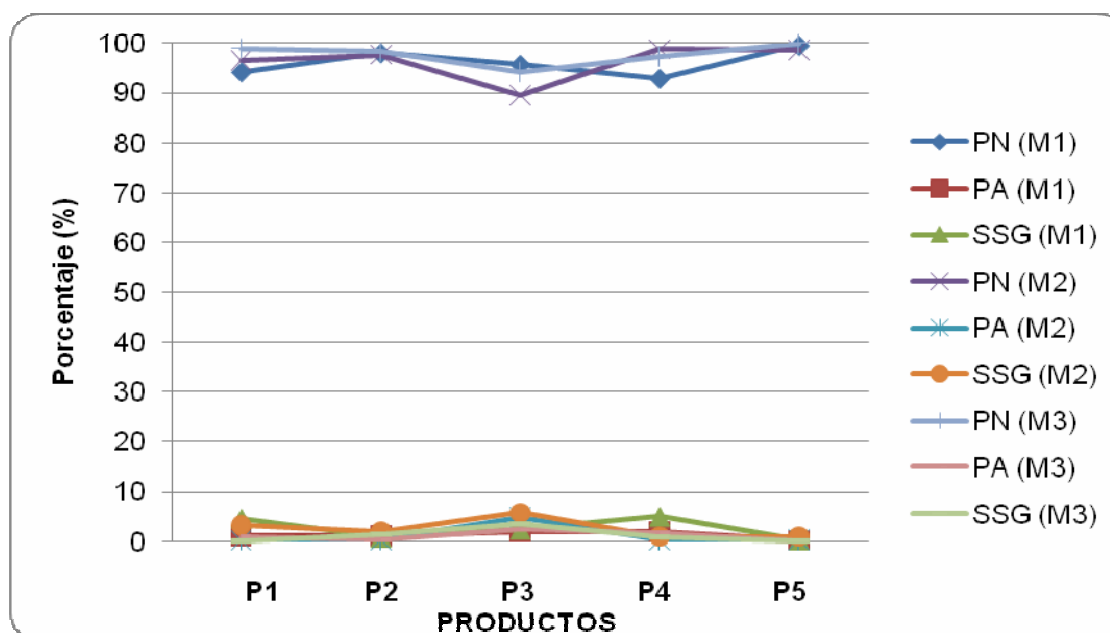
P1 = Aceite de orégano Durango; P2 = A. O. Chihuahua; P3 = Carvacrol Salaices, Chihuahua; P4 = Timol Salaices, Chihuahua y P5 = A.O. Coahuila. Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente. LSD = 0.05

En la Figura 4.5 se presentan gráficamente los resultados obtenidos de la capacidad de germinación de cada uno de los productos utilizados, en donde se puede observar claramente que ninguno de los productos evaluados afecto de forma considerable la capacidad de germinación de la semilla, debido a que todos presentaron porcentajes de plántulas normales altos, siendo el aceite de Coahuila el que logro mejor resultados con 99.61 % y el timol de Salaises, Chihuahua que fue el más bajo con 92.95 %. Debido a los buenos resultados en plántulas normales, en lo que respecta a las plántulas anormales y semillas sin germinar los valores obtenidos son muy bajos en todos los aceites, en donde el carvacrol y el timol de Salaises, Chihuahua obtuvieron 2.28 y 4.95 % en semillas sin germinar siendo estos los valores más altos.

En el caso del segundo muestreo se puede apreciar que el aceite que manifestó el mayor porcentaje en cuanto a plántulas normales fue el aceite de orégano de Coahuila que logró un 98.66 %, mientras que el más bajo lo obtuvo el carvacrol con 89.52 %, para el caso de las plántulas anormales fue el carvacrol que presento el mayor resultado con un 4.67 %, mientras que los aceites restantes presentaron niveles inferiores a este, en el caso de semillas sin germinar el carvacrol volvió a presentar el mayor valor con 5.71 %.

En el tercer muestreo se puede ver que todos los productos presentaron buenos niveles de plántulas normales, siendo el aceite de orégano de Coahuila el que mejor resultados dio ya que obtuvo 100 % de este tipo de plántulas y ningún porcentaje de plántulas anormales y semillas sin germinar, el carvacrol

de Salaices, Chihuahua fue el que logro el valor más bajo en la variable plántulas normales con 94.28 %.



P1 = Aceite de orégano Durango; P2 = A. O. Chihuahua; P3 = Carvacrol Salaices, Chihuahua; P4 = Timol Salaices, Chihuahua y P5 = A.O. Coahuila.

Figura 4.5. Capacidad de germinación de cada uno de los productos utilizados en semilla de maíz almacenada en los tres muestreos.

En el Cuadro 4.6 se presentan los resultados obtenidos de la comparación de medias de cada una de las concentraciones evaluadas para los tres muestreos realizados. En el primer muestreo en la variable plántulas normales las concentraciones de 100, 150 ppm y los dos testigos estadísticamente son iguales y son las que menos daño causaron a la capacidad de germinación ya que obtuvieron los porcentajes más altos de plántulas normales, sin embargo fue la concentración de 100 ppm la que presentó el mayor nivel con 99.46 %, las concentraciones 300, 250 y 200 ppm también resultaron ser estadísticamente iguales aunque fue la concentración de 300 ppm fue la que

obtuvo el menor porcentaje de plántulas normales con 88.53 %. Para la variable plántulas anormales todas las concentraciones obtuvieron mínimos valores, sin embargo la concentración 300 y 200 ppm estadísticamente son iguales con 2.13 y 2.40 % respectivamente siendo las concentraciones con más plántulas anormales, por el contrario la concentración 6 siendo el testigo 1 (agua) no obtuvo ningún valor. En lo que respecta a semillas sin germinar las concentraciones más altas en lo que se refiere a ppm fueron las que más afectaron la calidad fisiológica de las semillas, siendo las concentraciones 300 y 250 ppm las que obtuvieron 9.06 y 4.80 % siendo los valores más altos, en cuanto a los testigos, la concentración 6 correspondiente al testigo 1 (agua) obtuvo 1.33 %, sin embargo el testigo 2 (agua mas tween) no logro ningún valor.

En el segundo muestreo las concentraciones 6 y 7, correspondientes a los testigos lograron obtener el 100 % de plántulas normales, seguido de las concentraciones 150 y 100 ppm que estadísticamente son iguales con 98.66 %, y la concentración de 300 ppm que obtuvo el valor más bajo con 88.66 %. Para la variable plántulas anormales la concentración 300 ppm fue la que más afectó a la semilla con 4.26 %, las concentraciones restantes estadísticamente son iguales, siendo los testigos los que no alcanzaron ningún valor. Para la variable semillas sin germinar la concentración de 300 ppm volvió a obtener el mayor valor con 9.06 %, en cuanto a las demás concentraciones estadísticamente son iguales, pero son nuevamente las concentraciones 6 y 7 correspondientes a los testigos las que no obtuvieron ningún valor.

Para el caso del tercer muestreo, los testigos y la concentración de 100 ppm lograron un 100 % de plántulas normales, la concentración 150 ppm aunque estadísticamente es igual que las anteriores obtuvo 99.46 %, la de 300 ppm presentó 90.40 % siendo este el porcentaje más bajo para esta variable, en cuanto a las plántulas anormales se refiere las concentraciones 300 y 250 ppm estadísticamente son iguales con 3.20 y 2.92 % respectivamente, mientras que las concentraciones restantes también son estadísticamente iguales, pero son las concentraciones 6 y 7 siendo los testigos y la de 100 ppm las que no presentaron ningún valor de plántulas anormales, en cuanto a semillas sin germinar la concentración 300 ppm fue la que obtuvo el mayor valor con 6.40 %, mientras las demás concentraciones son estadísticamente iguales, sin embargo solo la de 250 y 200 obtuvieron 0.80 %.

Cuadro 4.6. Comparación de medias de las diferentes concentraciones para cada una de las variables de capacidad de germinación en los tres muestreos.

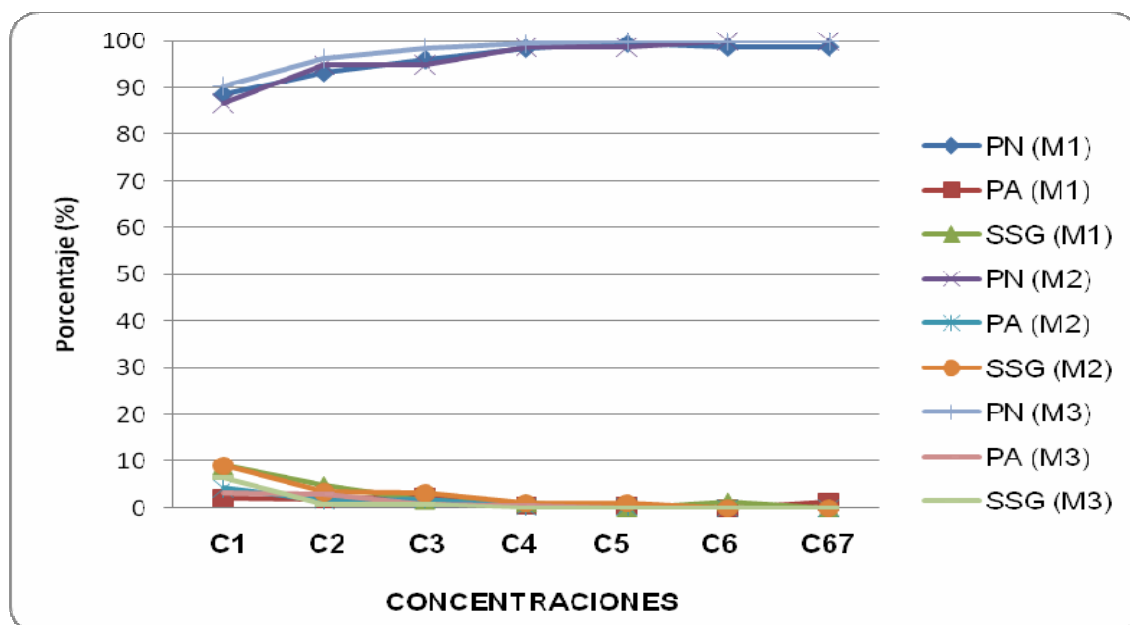
C	Muestreo 1			Muestreo 2			Muestreo 3		
	Plántulas Normales (%)	Plántulas Anormales (%)	Semillas Sin Germinar (%)	Plántulas Normales (%)	Plántulas Anormales (%)	Semillas Sin Germinar (%)	Plántulas Normales (%)	Plántulas Anormales (%)	Semillas Sin Germinar (%)
C1	88.53b	2.13a	9.06a	86.66c	4.26 ^a	9.06a	90.40c	3.20a	6.40a
C2	93.33b	1.86ab	4.80b	94.93b	1.60b	3.46b	96.26b	2.93a	0.80b
C3	96.00b	2.40a	1.60bc	94.93b	1.86b	3.20b	98.40ab	0.80b	0.80b
C4	98.40a	0.53ab	1.06c	98.66a	0.26b	1.06bc	99.46a	0.53b	0.00b
C5	99.46a	0.53ab	0.00c	98.66a	0.26b	1.06bc	100.00a	0.00b	0.00b
C6	98.66a	0.00b	1.33c	100.00a	0.00b	0.00c	100.00a	0.00b	0.00b
C7	98.66a	1.33ab	0.00c	100.00a	0.00b	0.00c	100.00a	0.00b	0.00b

C = Concentraciones; C1 = 300 ppm; C2 = 250 ppm; C3 = 200 ppm; C4 = 150 ppm; C5 = 100 ppm, C6 = Agua (Testigo 1) y C7 = Agua+ tween (Testigo 2). Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente. LSD= 0.05

En la Figura 4.6 se muestran los resultados de las diferentes concentraciones utilizadas en cada uno de los productos evaluados durante los tres muestreos, en el caso del primer muestreo claramente se puede observar que las concentraciones más altas el porcentaje de plántulas normales disminuyó, como en el caso de la de concentración 300 ppm que logró un 88.53 % siendo el valor más bajo logrado en esta variable, por el contrario la concentración 100 ppm logró el valor más alto con 99.46 %. Para la variable plántulas anormales y semillas sin germinar la concentración 300 ppm fue quien presentó 2.13 % y 9.06 % respectivamente. También puede apreciarse que los testigos 1 y 2 fueron las concentraciones que menos niveles mostraron tanto de plántulas anormales y semillas sin germinar, esto en comparación con las concentraciones restantes.

En lo que se refiere al segundo muestreo las concentraciones más altas en cuanto a ppm se refiere afectaron la calidad de la semilla, ya que como puede apreciarse la concentración 300 ppm obtuvo el porcentaje más bajo de plántulas normales con un 86.66 % en comparación con los testigos que lograron el 100 %, en las plántulas anormales la concentración 300 ppm obtuvo 4.26 % siendo la que más afectó la calidad de las semillas tratadas, es el mismo caso para las semillas sin germinar, en donde los dos testigos no mostraron ningún valor, mientras que la concentración 300 ppm alcanzó un 9.06 % siendo estadística y numéricamente el más alto.

En el tercer muestreo se presentó un comportamiento similar, en donde las concentraciones más bajas en ppm fueron las que menos afectaron la calidad de la semilla logrando mejores resultados en porcentajes de germinación, los testigos que corresponden a las concentraciones 6 y 7 son lo que más altos valores alcanzaron en cuanto a plántulas normales se refiere, caso contrario a las plántulas anormales y semillas sin germinar ya que en este caso las concentraciones más bajas fueron las que menos valores en estas variables lograron, sin embargo las concentraciones más altas como es el caso de la de 300 ppm fue la que resultó con más plántulas anormales y semillas germinar.



C1 = 300 ppm; C2 = 250 ppm; C3 = 200 ppm; C4 = 150 ppm; C5 = 100 ppm, C6 = Agua (Testigo 1) y C7 = Agua+ tween (Testigo 2).

Figura 4.6. Capacidad de germinación de cada una de las concentraciones utilizadas en semilla de maíz almacenada en los tres muestreos.

Vigor

En el Cuadro 4.7 se presentan los resultados obtenidos del análisis de varianza para cada una de las variables correspondientes a vigor, para los productos, concentraciones y de la interacción de productos por concentraciones de los tres muestreos, en donde se puede apreciar que existen diferencias altamente significativas en cada una de las fuentes de variación de cada variable, lo que quiere decir que el efecto causado por la aplicación de los diferentes aceites y concentraciones fue diferente.

Cuadro 4.7. Resultados del análisis de varianza para cada una de las variables de vigor durante los tres muestreos.

FV	GL	Muestreo 1		Muestreo 2		Muestreo 3	
		Longitud Media de Plúmula (cm)	Longitud Media de Radícula (cm)	Longitud Media de Plúmula (cm)	Longitud Media de Radícula (cm)	Longitud Media de Plúmula (cm)	Longitud Media de Radícula (cm)
Productos	4	6.50**	14.59**	13.04 **	13.94 **	3.62 **	3.45 **
Concentraciones	6	23.65 **	25.45 **	15.03 **	13.37 **	5.97 **	5.29 **
Productos*C	24	1.77 **	4.81 **	3.12 **	4.36 **	1.96 **	2.74 **
Modelo	34	6.19**	9.60**	6.39**	7.07**	2.87**	3.27**
Error	70	0.71	1.21	0.73	0.71	0.51	0.33
CV		7.59	9.23	7.48	6.86	6.30	4.58

C = concentraciones; ** = Significativo ($P \leq 0.01$); * = Significativo ($P \leq 0.05$); NS = No significativo. LSD= 0.05.

En el Cuadro 4.8 se presenta la información obtenida de la comparación de medias para cada uno de los productos evaluados en las variables de vigor de los tres muestreos, en donde se puede apreciar que en el primer muestreo en la variable longitud media de plúmula los productos con mejor respuesta fueron el aceite de Coahuila con 11.77 cm y el de Chihuahua con 11.65 cm, los cuales

estadísticamente son iguales, el aceite de Durango con 10.76 cm, el timol de Salaires, Chihuahua 10.83 cm y por último el carvacrol con 10.56 cm los cuales según los resultados de la comparación de medias son estadísticamente iguales. Para la longitud media de radícula los aceites que alcanzaron mejores resultados fueron el aceite de Coahuila con 12.97 cm y el de Chihuahua con 12.67 cm los cuales son iguales estadísticamente, el carvacrol fue el aceite que más bajo valor con 10.56 cm.

En el segundo muestreo, en lo que se refiere a la longitud media de plúmula el aceite de Coahuila es el que mejor resultados presentó con 12.05 cm, seguido del timol con 11.83 cm, aunque según la comparación los aceites de Durango y Chihuahua son estadísticamente iguales aun cuando estos últimos presentaron valores inferiores con 11.54 y 11.73 cm respectivamente. Para la variable longitud media de radícula el aceite de Coahuila presentó 12.94 cm logrando ser el más alto valor, seguido del timol con 12.59 cm y el carvacrol alcanzó un 10.88 cm el cual fue el más bajo valor, en cuanto a la longitud media de radícula se refiere el aceite de Coahuila obtuvo 12.94 cm y el carvacrol 10.88 cm.

En lo que respecta al tercer muestreo, en la variable longitud media de plúmula el aceite de Coahuila presentó 11.98 cm en las semillas tratadas con este producto, el aceite de Chihuahua obtuvo 10.94 cm siendo el más bajo valor, en lo que respecta a la longitud media de radícula el aceite de Coahuila obtuvo 13 cm siendo el máximo valor en la prueba, aunque estadísticamente es igual al aceite de Durango, Chihuahua y el timol, por su parte el carvacrol

presentó 11.97 cm siendo el aceite que afecto mas a la semilla reflejando tener menos vigor en cuanto a longitud media de radícula.

Cuadro 4.8. Comparación de medias de los productos utilizados para cada una de las variables de vigor en los tres muestreos.

Productos	Muestreo 1		Muestreo 2		Muestreo 3	
	Longitud Media de Plúmula (cm)	Longitud Media de Radícula (cm)	Longitud Media de Plúmula (cm)	Longitud Media de Radícula (cm)	Longitud Media de Plúmula (cm)	Longitud Media de Radícula (cm)
P1	10.76b	11.76b	11.54a	12.29b	11.37bc	12.87a
P2	11.65a	12.67a	11.73a	12.68ab	10.94c	12.80a
P3	10.56b	11.18b	10.08b	10.88c	11.00bc	11.97b
P4	10.83b	11.18b	11.84a	12.59ab	11.43b	12.68a
P5	11.77a	12.97a	12.05a	12.94a	11.98a	13.00a

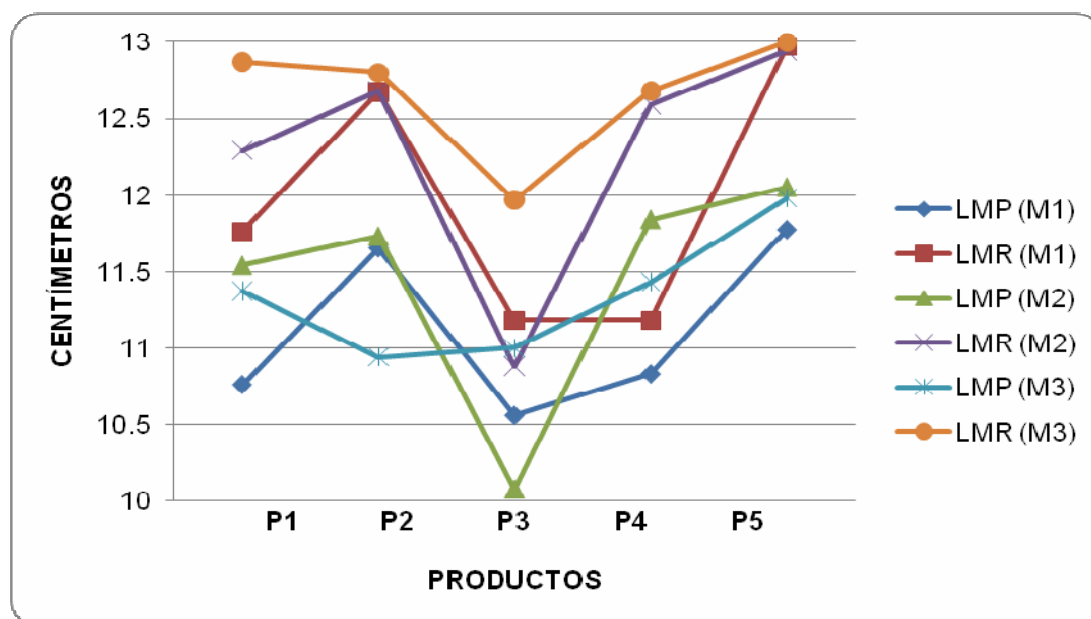
P1 = Aceite de orégano Durango; P2 = A. O. Chihuahua; P3 = Carvacrol Salaices, Chihuahua; P4 = Timol Salaices, Chihuahua y P5 = A.O. Coahuila.

Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente. LSD= 0.05

En la Figura 4.7 se muestran los resultados correspondientes al vigor de la semilla mediante las pruebas de longitud media de plúmula y de radícula durante los tres muestreos, en primer muestreo se puede apreciar que todos los productos obtuvieron buenos resultados en la variable longitud media de radícula, siendo menores las valores en la longitud de plúmula. El aceite de Coahuila fue el mejor en cuanto a estas variables se refiere ya que obtuvo 11.77 cm de LMP y 12.97 cm de LMR.

En el segundo muestreo, el aceite de orégano de Coahuila presentó el mejor resultado con 12.05 cm y el carvacrol fue el más bajo con 10.08 cm, para el caso de longitud media de radícula el comportamiento fue similar el mejor y el más bajo resultados lo ocuparon estos mismos aceites.

En lo que se refiere al tercer muestreo, puede observarse que la longitud media de plúmula mostró valores inferiores en comparación a la longitud media de radícula, todos los productos mostraron un comportamiento similar, pero aun así el aceite de orégano de Coahuila fue el que mejor resultados obtuvo con 11.98 cm en LMP y 13 cm en LMR, el aceite que más bajos niveles presentó en las dos variables fue el carvacrol.



P1 = Aceite de orégano Durango; P2 = A. O. Chihuahua; P3 = Carvacrol Salaices, Chihuahua; P4 = Timol Salaices, Chihuahua y P5 = A.O. Coahuila.

Figura 4.7. Resultados de vigor para cada uno de los productos utilizados en semilla de maíz almacenada en los tres muestreos.

En el Cuadro 4.9 se presentan los resultados obtenidos de la comparación de medias de cada una de las concentraciones utilizadas para cada una de las variables de vigor en los tres muestreos.

En el primer muestreo en lo que se refiere a la variable longitud media de plúmula las concentraciones 6 y 7 correspondientes a los testigos mostraron los

mayores valores con 12.40 y 12.54 respectivamente, y la concentración más alta de 300 ppm presento un 9.24 cm siendo este el valor más bajo de todos. Para la longitud media de radícula estadísticamente las concentraciones 6 y 7 fueron los que mejores resultados presentaron con 13 cm y 12.82 cm respectivamente y la concentración 300 ppm fue la que volvió a mostrar el nivel más bajo en esta variable con 9.63 cm.

En el segundo muestreo, para la variable longitud media de plúmula la concentración 300 ppm fue la que estadísticamente mas afecto a la semilla ya que solo alcanzo 9.60 cm, mientras que los testigos 1 y 2 obtuvieron los mejores resultados con 12.38 y 12.49 cm respectivamente, en lo que se refiere a la longitud media de radícula los dos testigos alcanzaron los mejores valores con 13 cm, seguidos de las concentraciones 100 y 150 ppm que obtuvieron 12.82 cm y 12.89 cm y el que presento el más bajo nivel fue la concentración 300 ppm con tan solo 10.45 cm.

Para el tercer muestreo, para el caso de las variables LMP y LMR las concentraciones más bajas en cuanto a ppm se refiere fueron las que mejores resultados lograron, en cuanto a la longitud media de plúmula la concentración 7 fue la logro el mejor valor con 12.14 cm y la concentración 300 ppm con 10.30 cm logrando obtener el menor valor, para la variable longitud media de radícula, las concentraciones 5, 6 y 7 fueron quienes obtuvieron el mayor valor con 13 cm en esta variable, mientras que la concentración de 300 ppm volvió a presentar el más bajo valor con tan solo 11.39 cm.

Cuadro 4.9. Comparación de medias de las diferentes concentraciones para cada una de las variables de vigor en los tres muestreos.

C	Muestreo 1		Muestreo 2		Muestreo 3	
	Longitud Media de Plúmula (cm)	Longitud Media de Radícula (cm)	Longitud Media de Plúmula (cm)	Longitud Media de Radícula (cm)	Longitud Media de Plúmula (cm)	Longitud Media de Radícula (cm)
C1	9.24e	9.63d	9.60d	10.45c	10.30e	11.39c
C2	10.02d	10.72c	11.04c	11.85b	10.96d	12.45b
C3	10.45d	11.92b	10.99c	11.93b	11.10cd	12.89a
C4	11.25c	12.70ab	11.83b	12.82a	11.49bc	12.93a
C5	11.89b	12.88a	11.80b	12.89a	12.00ab	13.00a
C6	12.40ab	13.00a	12.38ab	13.00a	11.42cd	13.00a
C7	12.54a	12.82a	12.49a	13.00a	12.14a	13.00a

C = Concentraciones; C1= 300 ppm, C2= 250 ppm; C3 = 200 ppm; C4 = 150 ppm; C5 = 100 ppm, C6 = Agua (Testigo 1) y C7 = Agua+ tween (Testigo 2).

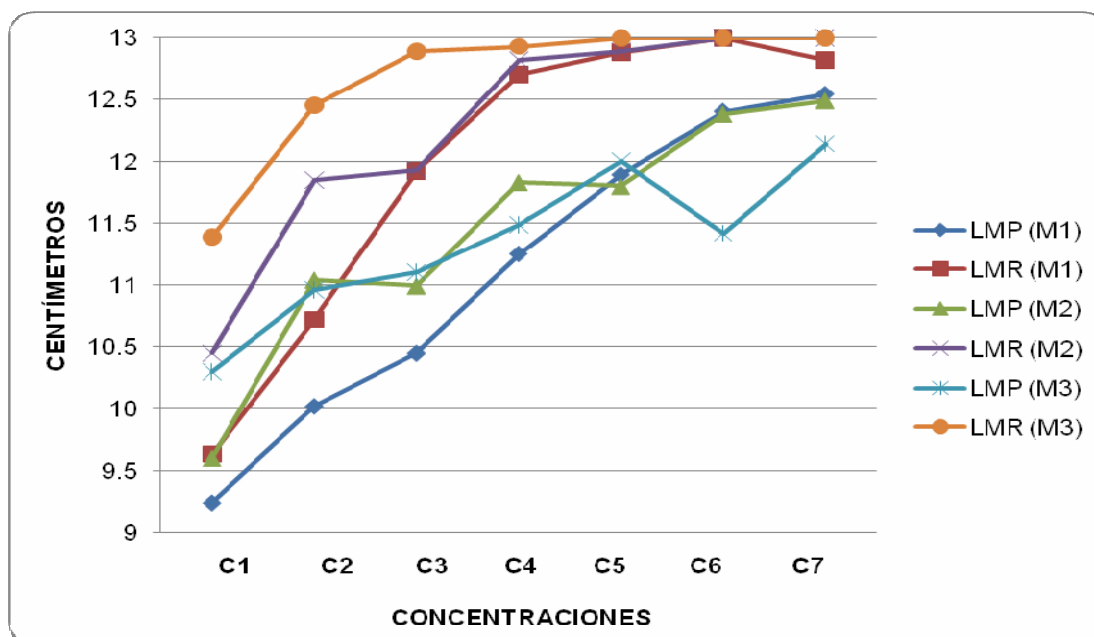
Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente. LSD= 0.05

En la Figura 4.8 se puede observar que en el caso del primer muestreo, que en la longitud media de plúmula y la de radícula los testigos y las concentraciones más bajas fueron los que mejores resultados brindaron para estas variables. Sin embargo fue la concentración 7, correspondiente al testigo 2 (agua mas tween) quien presentó el más alto valor en LMP con 12.54 cm y la concentración 6 (testigo 1) el que logro el mejor valor en LMR con 13 cm.

En lo que se refiere al segundo muestreo, puede observarse que la variable LMP obtuvo mejores resultados en comparación con la LMR, este comportamiento fue similar en todas las concentraciones, sin embargo los testigos fueron los que mejores resultados presentaron en ambas variables, la concentración 300 ppm obtuvo 9.60 cm en LMP y 10.45 cm en LMR, siendo estos los valores más bajos.

Y en lo que respecta al tercer muestreo, en donde puede apreciarse que la concentración 300 ppm obtuvo 10.30 cm de LMP y 11.39 cm de LMR, por el

contrario las concentraciones 6 y 7, correspondientes a los testigos fueron quienes mostraron mejores resultados con valores de 13 cm en el caso de LMR.



C = Concentraciones; C1= 300 ppm, C2= 250 ppm; C3 = 200 ppm; C4 = 150 ppm; C5 = 100 ppm, C6 = Agua (Testigo 1) y C7 = Agua+ tween (Testigo 2).

Figura 4.8. Resultados de vigor de cada una de las concentraciones utilizadas en semilla de maíz almacenada en los tres muestreos.

V. CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos en esta investigación se puede concluir que en la mortalidad de insectos (*Sitophilus zeamais*) el comportamiento de los productos fue diferente en cada muestreo, debido a que los resultados variaron en cada uno de ellos.

El aceite de orégano de Chihuahua aun cuando no alcanzo el 100 % de mortalidad, logro mantener su efecto bioinsecticida a través de los tres muestreos.

En cuanto a las concentraciones se refiere, las más altas (300 y 250 ppm) obtuvieron los mayores porcentajes de mortalidad de insectos en comparación con los testigos, aunque también afectaron mayormente la calidad fisiológica de la semilla.

En lo que respecta a la calidad fisiológica de la semilla tratada, se puede decir que la aplicación de los productos no afecto de forma considerable la calidad de la semilla esto en comparación con los testigos, ya que los resultados obtenidos fueron buenos en la mayoría de los productos (por encima del 90 % de plántulas normales), a excepción del carvacrol que fue el que obtuvo el porcentaje de germinación más bajo en los tres muestreos con 89.52 % siendo el más inferior durante los tres muestreos. En lo que se refiere a la

longitud media de plúmula y radícula todos los aceites mostraron un comportamiento similar, en donde se obtuvo mejores resultados en la LMR (hasta 13 cm) en comparación con la LMP, sin embargo en ambas variables los valores estuvieron por encima de los 9 cm.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. En donde se evaluó el efecto insecticida de cinco productos (P1 = Aceite de orégano Durango, P2 = Aceite de orégano Chihuahua, P3 = Carvacrol de Salaiques, Chihuahua, P4 = Timol de Salaiques, Chihuahua y P5 = Aceite de orégano Coahuila) para el control del *Sitophilus zeamais* Motschulsky en semilla de maíz. Los objetivos de la investigación fueron: determinar el efecto bioinsecticida de los aceites y metabolitos secundarios carvacrol y timol de orégano de diferentes regiones sobre *Sitophilus zeamais* M. en semilla de maíz almacenada y determinar la calidad fisiológica de la semilla de maíz almacenada por el efecto del aceite de orégano de diferentes orígenes y de los metabolitos secundarios carvacrol y timol. El trabajo de investigación se dividió en dos etapas, primero se realizó un bioensayo esto con el fin de establecer los productos y concentraciones con resultados sobresalientes. En la segunda etapa se utilizaron los mismos productos, las concentraciones se incrementaron basados en los resultados del bioensayo debido a que los porcentajes de mortalidad fueron muy bajos, por lo que las concentraciones en esta segunda etapa fueron 100, 150, 200, 250 y 300 ppm, además de los dos testigos (T1 = agua y T2 = agua + tween). Los parámetros a evaluar fueron la mortalidad de

insectos y la calidad fisiológica de la semilla. Se realizaron tres muestreos. Para el caso de mortalidad de insectos, el maíz se colocó en frascos de 250 ml en donde se agregó 50 g de semilla las cuales fueron tratadas con cada una de las concentraciones antes mencionadas, en donde los productos fueron diluidos con agua mas tween, posteriormente se le adicionaron 20 insectos por frasco, las evaluaciones de mortalidad de insectos se realizaron a las 24 hrs, 30 y 60 días, en las cuales se utilizo una criba y una lámpara para contabilizar el número de insectos vivos y muertos. En cuanto a la calidad fisiológica de la semilla los muestreos fueron a las 24 hrs, 40 y 80 días en cada uno de ellos se realizaron pruebas de germinación y de vigor (longitud media de plúmula y longitud media de radícula). Los datos de mortalidad así como los de calidad de la semilla se analizaron bajo un diseño de parcelas divididas, donde se utilizó el paquete estadístico SAS (2007) y la comparación de medias LSD ($\alpha \leq 0.05$).

En cuanto a la mortalidad de insectos, los mejores productos en el primer muestreo fueron el carvacrol y el aceite de orégano de Durango debido a que en la mortalidad acumulada obtuvieron el 100%. En el segundo muestreo el mejor producto fue el aceite de orégano de Chihuahua que alcanzó un 98.33% de mortandad acumulada. En el tercer muestreo los mejores productos fueron el aceite de Durango con 100% de mortalidad, seguido del aceite de Chihuahua que obtuvo 98.66%. En las concentraciones las de 300 y 250 ppm obtuvieron los mayores porcentajes de mortalidad de insectos en comparación con los testigos. En lo que respecta a la calidad fisiológica de la semilla tratada, se puede decir que la aplicación de los productos no afecto de forma considerable

la calidad de la semilla, ya que los resultados obtenidos fueron altos (ya que en algunos casos alcanzaron hasta el 100% de germinación) a excepción del carvacrol que fue el que obtuvo el porcentaje de plántulas normales más bajo en los tres muestreos con 89.52%. En lo que se refiere a las pruebas de longitud media de plúmula y de radícula todos los productos mostraron un comportamiento similar, en donde se obtuvo mejores resultados (en cm) en lo que es la LMR en comparación con la LMP. Debido a que en la longitud media de plúmula todos los aceites presentaron valores mayores a 9 cm y en el caso de la longitud media de radícula alcanzaron hasta 13 cm.

LITERATURA CITADA

- 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.
- Albuquerque, M. C. and Carvalho, N. M. 2003. Effect of the type of environmental stress on the emergence of sunflower *Helianthus annuus* L., soybean *Glycine max* L. Merrill and maize *Zea mays* L. seeds with different levels of vigor. *Seed Sci Technol.* 31(2):465-479.
- 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
- Allen, S. 2001. Inert dust offer safe insect control option. *Farming Ahead* N° 109 (Enero):49-50
- 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.
- 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.
- Bartlett M., S. 1947. The use of transformations, biometrics. pp. 39 - 52.

- Bergvinson, D. J. 2004. Opportunitites and challengus for IPM in developing conuntries. In: koul, O., Dhaliwal, G.S. and Cuperus, G. W. (eds.) Integrated pest management potential, constraints and challengues. Oklahoma, OK, USA, P. 281-312.
- Bergvinson, D. J. and Garcia-Lara, S. 2004.Genetic approaches to reducing losses of stored grain to insects and diseases. *Curr. Opin. Plant Biol.* 7:480-485.
- Boucias,D, J. Pendland. 1998. Principles of insect pathology. Kluwer Academics Publishers. Norwell. Massachussets. USA. 550p.
- Bourguet D., Genissel A., Raymond M., J. *Econ. Entomol.* 2000, 93, 1588-1595.Freemark K., Boutin C., *Agriculture,Ecosystems and Environment* 1995, 52, 67-91.
- Brooking, I. R. 1990. Variation amongst races of maize from Mexico and Peru for seedling emergence time at low soil temperatures. *Maydica* 35:35-40.
- 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.
- Carpinella, M. C., Ferrayoli, C., Valladares, G., Defago, M. and Palacios, S. M. Potent Limonoid Insect Antifeedant from *Melia azedarch*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 2002, 66, 1731-1736.
- Carpinella, M. C.;Defago, M. T.; Valladares, G. And Palacios S. M. Antifeedant and insecticide properties of a Limonoid from *Melia azedarach* (Meliaceae) with potential use for pest management. *J. Agric. Food Chem.* 2003, 51, 369-374.
- Castañera Domínguez, P. 1998. Protección natural de plantas contra plagas: metabolitos secundarios. Memorias del I Simposio Internacional y IV Nacional sobre Sustancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. Acapulco, Guerrero, México.
- Castañeda, Z. 2006. Una visión sobre la importancia de la diversidad del maíz en México. En línea:
http://www.sjsocial.org/crt/articulos/762castaneda.htm#_ftn2.
Fecha de consulta: 20 de mayo de 2008.
- Céspedes, C. L.; Calderón, J. S.; Lina, L. and Aranda, E. Growth effects on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* of some limonoids isolated from *Cedrela* spp.(Meliaceae). *J. Agric. Food Chem.*2000, 48, 1903-1908.

Coats, J.R. 1994. Risks from natural versus synthetic insecticides. *Annu. Rev. Entomol.* 39:489-515.

CONAFOR. 2009. México forestal 112. En la página: http://www.mexicoforestal.gob.mx/nuestros_arboles.php?id=29.

Copeland, L. O., and M. B. McDonlad. 2001. *Principles of seed science and technology*. 4th ed.. Kluwer Academic Publishers, EUA. 467 pp.

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.

D'Antonio, L. 1997. Principais pragas de graos armazenados. In: *Armazenamento de graos e sementes nas propriedades rurais*. XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Campina Grande. Paraíba. Brasil p 189-291.

Deloche J., C. 2002. *Revista Internacional de semillas*. En la página: http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed66/artigocapa66a_esp.shtml.

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

Dixon R. *Nature*, 2001, 411, 843.

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.

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.

Duke, S. O. *Natural pesticides from plants*. In: J. Janick and J. E. Simon (eds.), *Advances in new crops* Timber Press, 1990, 511-517.

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. 1985. 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.
- Finch-Savage, W. E. 1995. Influence of seed quality on crop establishment, growth and yield. *In*: Basra, A.S. (ed.). Seed quality: Basic mechanisms and agricultural implications. Food Products Press. New York, USA. p. 361-384.
- Freemark K., Boutin C., Agriculture,Ecosystems and Environment 1995, 52, 67-91.
- 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.
- García-Lara, C. Espinosa Carrillo y D.J. Bergvinson. 2007. Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternas para su manejo y control. México, D.F.: CIMMYT.
- Garcia,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. Tepotzotlán. Edo de México. México p 79-88.
- Golob,P; C. Hanks. 1990. Protection of farm stored maize against infestation by *Prostephanus truncates* (HORN) and *Sitophilus* species in Tanzania. *J. Stored Prod. Res.* 26(4):187-198.
- Gonzalez,O; 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.
- Gonzalez,U.1995. El maíz y su conservación. Editorial Trillas. México DF. 399p.

- 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.
- Hampton, J.G. 2001. Revista Internacional de semillas. En la página: http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed55/artigocapa55_esp.shtml.
- Heiden, P. Insecticidal constituents of *Azadirachta indica* and *Melia azedarach* (Meliaceae). In: Naturally occurring pest bioregulators. Heiden, P Ed. A C S Symp. Series, Washington, DC., 1991, pp 293-304.
- Helms, T. C.; Deckard, E. L. and Gregoire, P. A. 1997. Corn, sunflower, and soybean emergence influenced by soil temperature and soil water content. *Agron. J.* 89:59-63.
- Hernández del Ángel, F. A., Y. Jasso P., N. C. Cárdenas O., B. I. Juárez F., J. Fortanelli M. 2000. Actividad de *Chrysactinia mexicana* Gray y *Tagetes lucida* Cav. sobre *Sitophilus zeamais*. Memorias del VI Simposio Nacional sobre Sustancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. Acapulco, Guerrero, México.
- 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.
- Infoagro. 2009. Cultivo del orégano. En la página: <http://www.infoagro.com/aromaticas/oregano.htm>.
- Isman M. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection.* 2000; 19: 603-608.
- ISTA. 2004. International Rules for Seed Testing Ed. 2004. Brasserdorf, CH–Switzerland. 700 p.
- Izuru, Y. 1970. Mode of action of pyrethroids, nicotinoids and rotenoids. *Annu. Rev. Entomol.* 15:257-272.
- Jacobson, M. Botanical Pesticides: Past, present and future. En *Insecticides of Plant Origin*. Arnason, J. T.; Philogene, B. J. R. y Morand, P. ACS Symposium Series 1989, 387. 1-10.
- King, E. G; 1996. Control de insectos y ácaros plaga, en avances recientes en biotecnología de *Bacillus thuringiensis*. (Galán Wong, L.J; Rodríguez Padilla, C; Luna Olvera, H.A.); Ed. UANL. Monterrey, Nuevo León, México; 13-19.

- Klayman, D.L.; Lin A.J., Acton N., Scovill J.P., Hoch J.M., Milhous W.K., Theoharides, A.D., Dobek A.S.. Isolation of artemisinin (qinghaosu) from *Artemisia annua* growing in the United States. *J. Nat. Prod.* 1984, 47, 15-717.
- Korunic, Z. 1998. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *J. Stored Product Research* 34(2/3):87-97.
- 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
- 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.
- Lamiri A, Lhaloui S, Benjilali B, Berrada M. Insecticidal effects of essential oils against Hessian fly, *Mayetiola destructor* (Say). *Field Crops Res.* 2001; 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 Platina* 81:10-16.
- Llerena J. 2008. Biogeomundo. En la página:
<http://biogeomundo.blogspot.com/2008/08/bioinsecticidas-mata-plagas-naturales.html>.
- Lindblad, C; L. Druben. 1979. Almacenamiento del grano: manejo-secado-silos; Control de insectos y roedores. Editorial Concepto. México DF. 331p.
- Lucca, A., M. Picanção. 1995. Manejo Integrado de plagas do feijoeiro no armazenamento. *Rev. Brasileira de Armazenamento* 20(1/2):37-43.
- Mansaray, M. *Chem.* 2000, 677-8.
- 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.
- Martínez S., Juan P. Maíz (*Zea mays*, Lin) y Teocintle, una historia de 6 mil años. http://www.bioplanet.net/magazine/bio_enefeb_2001/bio_2001_enefeb_opinion1.htm. Consulta el 12 enero de 2002.

- McDonald, M. B. 1980. Assessment of seed quality. HortScience 15: 784- 788.
- McGimpsey, J. Oregano. *Origanum vulgare*. Crop & Food research. 1993. <http://www.crop.cri.nz/psp/broadshe/oregano.htm>
- Metcalf, R.L y E.R. Metcalf (1992) Plant kairomones in insect ecology and control. Chapman and Hall. New York. USA. p 169.
- 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.
- 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.
- Moreno, E. M. 1996. Análisis físicos y fisiológicos de semillas agrícolas. Tercera edición. UNAM. Ciudad universitaria, México, D. F. Pp 393.
- Oladimeji FA, Orafidiya OO, Ogunniyi TAB, Adewunmi TA. Pediculocidal and scabidical properties of *Lippia multiflora* essential oil. J. Ethnopharmacol. 2000; 72: 305-311.
- Ottaway, P. B. Chem. 2001 42-4
- 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.
- Paliwal L., R.; Granados, G.; Lafitte R., H.; Violic D., Alejandro y Marathée P., J. 2001. El maíz (*Zea mays, Lin*) en los trópicos: Mejoramiento y producción. Colección FAO: Producción y protección vegetal – 28. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación Roma, Italia. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/003/X7650S.htm> Consulta el 25 diciembre de 2005.
- Pascual ME, Slowing K, Carretero E, Sánchez Mata D, Villar A. *Lippia*: traditional uses, chemistry and pharmacology: A review. J. Ethnopharmacol. 2001: 76, 201-214.

- Perales Segovia, C., S. Soriano V., L. Valencia L. 2000. Control de plagas de hortalizas y frutales con extractos vegetales comerciales. Memorias del VI Simposio Nacional sobre Sustancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. Acapulco, Guerrero, México.
- 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.
- 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 HT, Santos JP, Waquil JM, Fabris JD, Oliveira AB, Foster JE. Insecticidal activity of monoterpenes against *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Tribolium castaneum* (Herbs). J. Stored Prod. Res. 1998; 34 (4): 243-249.
- Ramayo,L. 1983. Tecnología de granos. Departamento de insutrias agrícolas. Universidad Autonoma Chapingo. Chapingo. México. 216p.
- Rao, P.J, Maresh Kumar, K., Singh, S. and Subrahmanyam, S. Effect of *Artemisia annua* oil on development and reproduction of *Discercus koenigii* F. (Hem., Pyrrhocoridae). J. Appl. Entom. 1999, 5, 315-318.
- Roberts, E. H. 1972. Viability of seeds. Edited by H. Roberts. Department of Agriculture. Syracuse University Press. Pp. 448.
- Rodríguez, H.C. 1993. Fitoinsecticidas en el combate de insectos In: "Bases prácticas de la agroecología en el desarrollo centroamericano". Modulo II: Manejo de plagas en el sistema de producción orgánica. San Martín Zapotitlan, Retalhuelu. Guatemala pág 112-125.
- Rodríguez Hernández, C. 1998. Presentación de las Memorias del XXV Congreso de Entomología y II Simposio Nacional sobre Sustancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. Oaxaca, México.
- Rodríguez, C. 2000. Plantas contra plagas. RAPAM. Texcoco. México. 133 p.
- Ruso M, Galletti GC, Bocchini P, Carnacini A. Essential oil chemical composition of wild populations of Italian oregano spice (*Origanum vulgare* ssp. *Hirtum* (Link) letsvaart): A preliminary evaluation of their use in chemotaxonomy by cluster analysis. I. Inflorescences. J Agric Food Chem. 1998; 46: 3741-3746.

- 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.
- Shahidi F, Janitha PK, Wanasundara PD. Phenolic Antioxidants. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 1992; 32: 67-103.
- Simándi B, Oszagyán M, Lemberkovics É, Kéry Á, Kaszács J, Thyron F, Mátyás T. Supercritical carbon dioxide extraction and fractionation of oregano oleoresin. *Food Res. Int.* 1998; 31 (10): 723-728.
- Silva, G., A. Lagunes, J. C. Rodríguez y D. Rodríguez.. Insecticidas vegetales; Una vieja-nueva alternativa en el control de plagas. *Revista Manejo Integrado de Plagas (CATIE)* 2002 (en prensa).
- Silva, V. R. 2003. El Orégano (*Lippia belandieri*) como alternativa de producción agrícola sustentable para las zonas áridas y semiáridas de México. Folleto para productores. CIRENA. Saltaices, Chihuahua.
- 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.
- 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.
- Stoll, G. 1989. Protección natural de cultivos. Editorial Científica Josef Margraf. Ludswigsburg. Alemania. 186p.
- Tárrega I, Rivas F. Essential oils from wild and micropropagated plants of *Origanum bastetanum*. *Phytochem.* 1998; 48 (8): 1347-1349.
- Thomann RJ, Ehrich J, Bauermann U. Distillation and use of essential oils from dill, celery, lovage and parsley made in Germany. *Acta Hort.* 1993; 333:101-111.

- 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.
- Tripathi, A. K.; Prajapati, V; Aggarwal, K. K.; Khanuja, S. P. S. Repellency and toxicity of oil from *Artemisia annua* to certain stored-product beetles. *J. Econ. Entom.* 2000, 93, 43- 47.
- Tripathi, A. K.; Prajapati, V; Aggarwal, K. K.; Kumar, S. Toxicity, feeding deterrence, and effect of activity of 1,8-cienole from *Artemisia annua* on progeny of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *J. Econ. Entom.* 2001, 94, 979-83.
- Uribe-Hernández CJ. The essential oil of *Lippia graveolens* H.B. K. from Jalisco México. *J. Essential Oil Res.* 1992; 4 (6): 647-649.
- Valentin A, Pélissier Y, Benoit F, Marion C, Kone D, Mallie M, Bastide J-M, Bessière J-M. Composition and antimalarial activity in vitro of volatile components of *Lippia multiflora*. *Phytochem.* 1995; 40 (5): 1439-1442.
- Valladares, G.; Defagó, M.T.; Palacios, S.M. and Carpinella, M.C. Laboratory evaluation of *Melia azedarach* (Meliaceae) extracts against the Elm Leaf Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Econ. Entomol.* 1997, 90, 747-750.
- Vernin G, Lageot C, Gaydou E, Parkanyi C. Analysis of the essential oil of *Lippia graveolens* HBK from El Salvador. *Flavour Fragrance J.* 2001; 16 (3): 219-226.
- Waterhouse D., Carman W.J., Schottenfeld D., Gridley G., MacLean S. *Cancer*, 1996, 77, 763-770.
- WARE, W. G., AND M. D. WHITAKER. 2004. An introduction to insecticides (4th edition). *In: G. W. Ware and D. M.*
- 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.
- Zava DT, Dollbaum CM, Blen M. Estrogen and progestin bioactivity of foods, herbs and spices. *Soc. Exp. Biol. Med.* 1998; 217(3): 369-378.