

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Dosis y productos naturales aplicados a semillas de maíz para control del gorgojo
(*Sitophilus zeamais* Motschulsky), sin que se afecte la calidad fisiológica.

Por:

DANIELA MARTÍNEZ CAÑAVERAL

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Septiembre de 2007

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Dosis y productos naturales aplicados a semillas de maíz para control del gorgojo
(*Sitophilus zeamais* Motschulsky), sin que se afecte la calidad fisiológica.

Por:

DANIELA MARTINEZ CAÑAVERAL

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Tesis

Presidente del jurado

Sinodal

M.C. Federico Facio Parra

Dr. Ismael Hernández Betancourt

Sinodal

Sinodal

M.C. Alejandra Torres Tapia

M.C. Antonio Valdéz Oyervides

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Septiembre de 2007

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme salud, vida y por guiarme por el buen camino; la dicha de vivir esta vida tan maravillosa a lado de mis seres queridos.

A mi **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por haberme acogido, abrigado y formado con toda su infraestructura que posee, así como también por las bondades y servicios que me ha dado. Gracias, por darme la buena reputación que poseo como egresado tuyo, haré lo imposible por mantenerla.

Mis más sinceros y respetuosos agradecimientos al **MC. Federico Facio Parra** , por sus enseñanzas, consejos, por su aliento para mi superación y por lo más importante que es la amistad y la confianza que depositó en mí al darme la oportunidad de realizar este trabajo, además de brindarme su apoyo incondicional.

Al **MC. Gloria Hernández Cortés**, por ser una buena maestra, por sus valiosos consejos y aliento para ser cada día mejor. Además por su gran apoyo para la culminación de este trabajo, ya que contribuyó incansablemente para poder realizarlo.

Al **Dr. Ismael Hernández Betancourt**, por las facilidades y el apoyo que aportó para poder realizar todo el trabajo.

Al MC. **Alejandra Torres Tapia**, por su apoyo.

Al MC. **Antonio Valdéz Oyervides**, por su apoyo.

A todos los maestros, de cada uno de los niveles académicos que pasé, porque me brindaron y compartieron sus conocimientos conmigo, además que me instruyeron durante mi formación como estudiante.

A la **Lic. Sandra Roxana López Betancourt**, por su amistad y apoyo que me brindo.

A la Familia: Gómez Cepeda por abrirme la puerta de su casa, brindarme su amistad y por sus consejos.

A mis compañeros y amigos de la Generación “CI y CII” de Ing. Agrónomo en Producción, así como también a los compañeros de otras carreras de la misma u otra generación. Especialmente a Cuellar, Reynaga, Olivares, Pacheco (memo), Cabello, Carlos Amado, Carlos Rivera por ser unos de mis más grandes amigos y un ejemplo de fortaleza y superación.

A Roxana por su valiosa amistad brindada en mi carrera, por sus consejos y el apoyo recibido en la culminación de este trabajo.

A mis grandes amigas: Gloria Matilde Bello, Sara Girón, Candy Alfaro y Paola Ordóñez ya que los considero como verdaderas hermanas por su gran apoyo, consejos, vivencias y amistad incondicional que me han brindado.

A mis amigos: Daniel, Alberto, Abraham, Santiago, Ever (chino) por su amistad.



DEDICATORIA

Con cariño y afecto para las personas que mas amo.

A mis Padres: Sr. Joel Martínez López y Sra. Rosario Elena Cañaveral Hernández, por luchar incansablemente porque nada me haga falta, privándose de muchas cosas con tal de dárme las. Porque a pesar del tiempo y la distancia siempre han estado ahí cuando más los he necesitado, ya sea para compartir gratos momentos o para darme los consejos necesarios para poder andar en los caminos de la vida. Me han dado las herramientas necesarias para triunfar en la vida, además que han hecho de mí una profesionista, educándome siempre con el poder del ejemplo. Por eso y muchas cosas más, les agradezco sincera y profundamente con todo mi amor, respeto y cariño sus infinitas bondades, que me han regalado. Gracias por ser los mejores papás del mundo. Los Amo

A mis Hermanos: Manuel de Jesús Martínez Cañaveral y Joel Martínez Cañaveral por ser los mejores hermanos del mundo, por su cariño, palabras de aliento, confianza, comprensión y apoyo incondicional que me han brindado, por la unidad que hay entre nosotros y por los consejos que me han dado, además de hermanos los considero mis amigos, gracias por ser como son. A Carlitos y Claudia aunque no están a mi lado, siempre los tengo en mi corazón y mente sinceramente les deseo lo mejor.

A mis Abuelitos:

Sr. Federico Cañaveral M. † Y Sra. Trinidad Hernández García. †

Sr. Carlos Martínez M. Y Sra. Ma. Antonia López V.

Por el inmenso amor, cariño, cuidados, consejos y palabras de aliento que me han brindando desde mi niñez hasta el día de hoy, además de ser un gran ejemplo de sencillez, trabajo y bondad.

A mi Cuñada: Fabiola por su apoyo y amistad que siempre me ha brindado, para mi es como una hermana más que tengo.

A mis Sobrinos: Rosario A. Martínez y a mi nuevo (a) sobrinito (a) les deseo lo mejor y gracias por sus alegrías. Los quiero

A mis Tías: Ana que es como mi segunda mamá, le doy las gracias por todo el amor y cariño que me ha brindado en todo momento. Y a mí tía Adela por su cariño y consejos. Las quiero

A **Luis Valente Gómez Cepeda**, por ser el gran y único amor de mi vida, por haber compartido conmigo momentos tanto agradables como desagradables. Porque eres un ejemplo de fortaleza, carácter, inteligencia, valentía y superación digno de ser imitado, además de ser un ídolo para mí, ha sido pieza fundamental en mi inspiración, así como en mi superación personal. Gracias por el apoyo a la culminación de este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Índice de Cuadros.....	i
Índice de Figuras.....	ii
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	2
HIPÓTESIS.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Almacenamiento.....	4
Los insectos.....	6
Clasificación taxonómica del <i>S. zeamais</i>	7
Métodos de control.....	11
Productos naturales.....	16
Calidad de semillas.....	19
Germinación.....	21
El vigor.....	23
MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
Localización del área experimental.....	25
Materiales.....	25
Tratamiento.....	26
Metodología.....	27
Reproducción de insectos.....	27
Parámetros evaluados.....	27
Mortalidad de insectos	27
Calidad de la semilla.....	28
Germinación estándar.....	28
Longitud media de plúmula y radícula.....	28
Peso seco.....	29
Modelo estadístico.....	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
Mortalidad.....	31
Calidad de la semilla.....	43
CONCLUSIONES.....	54
LITERATURA CITADA.....	56

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Descripción	Página
1	Productos y dosis utilizados en el tratamiento de semilla de maíz.....	26
2	Resultados del análisis de varianza y comparación de medias de mortalidad empleando aceite de del lila.....	32
3	Resultados del análisis de varianza y comparación de medias de mortalidad empleando aceite de cítricos.....	33
4	Resultados del análisis de varianza y comparación de medias de mortalidad empleando aceite de cacahuete.....	35
5	Resultados del análisis de varianza y comparación de medias de mortalidad empleando aceite de coco.....	37
6	Resultados del análisis de varianza y comparación de medias de mortalidad empleando aceite de ricino.....	39
7	Resultados del análisis de varianza y comparación de medias de mortalidad empleando aceite de oliva.....	41
8	Resultados de la comparación de medias de los seis productos para cada una de las variables.....	44
9	Resultados de la comparación de medias de las seis dosis para cada una de las variables.....	47
10	Resultados del análisis de varianza de las variables evaluadas en lo que respecta a la interacción de Tratamientos* Dosis.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
1	Mapa de localización del Sitio Experimental.....	25
2	Mortalidad de <i>Sitophilus zeamais</i> usando Lila en diferentes dosis y días.....	32
3	Mortalidad de <i>Sitophilus zeamais</i> usando Cítricos en diferentes dosis y días.....	34
4	Mortalidad de <i>Sitophilus zeamais</i> usando Cacahuete en diferentes dosis y días.....	36
5	Mortalidad de <i>Sitophilus zeamais</i> usando Coco en diferentes dosis y días.....	38
6	Mortalidad de <i>Sitophilus zeamais</i> usando Ricino en diferentes dosis y días.....	40
7	Mortalidad de <i>Sitophilus zeamais</i> usando Oliva en diferentes dosis y días.....	42
8	Efecto en la germinación estándar, plántulas anormales y semillas sin germinar con la aplicación de seis productos.....	45
9	Longitud media de plúmula y radícula para los seis productos.....	46
10	Porcentaje de germinación de semilla de maíz tratada con seis diferentes dosis.....	49
11	Porcentaje de Plántulas anormales de semilla de maíz tratada con seis diferentes dosis.....	50
12	Porcentaje de semillas sin germinar de semilla de maíz tratada con seis diferentes dosis.....	50
13	Longitud media de plúmula de semilla de maíz tratada con seis diferentes dosis.....	51
14	Longitud media de radícula de semilla de maíz tratada con seis diferentes dosis.....	52
15	Peso seco de semilla de maíz tratada con seis diferentes dosis.....	53

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea Mayz. L*) es uno de los cultivos básicos mas importantes, ya que constituye la base de la alimentación para gran parte de la humanidad.

En el año 2003, se tuvo una producción mundial de 638 millones de toneladas de maíz (FAO 2003), en donde nuestro país aporta 20.7 millones de toneladas por año (SIAP/SAGARPA 2003); de lo anterior se tienen pérdidas de semillas cuando esta es almacenada, principalmente por insectos, los cuales en muchos casos, se constituyen como el principal factor limitante para la conservación de granos de semillas y que ocasiona grandes derrames económicos al productor.

El ataque de insectos trae como consecuencia también, la pérdida de la calidad del grano tanto para consumo humano como para semilla; concretamente *Sitophilus zeamais* que es una especie que genera pérdidas económicas por arriba del 15 al 20 por ciento, tanto en bodegas donde se almacena el grano para consumo humano o animal, así como, en centros de investigación para el mejoramiento genético y en la producción de granos y semillas.

El problema que a ocasionado este insecto afecta principalmente a los pequeños agricultores, ya que estos no tienen conocimientos sobre

almacenamiento de grano, no tienen marcas específicas, por la economía y sobre todo por los daños humanos.

El combate de las principales plagas de los granos almacenados a base de productos químicos, es una práctica común en casi todas las zonas productoras de granos y semillas en México, sin embargo, el uso de estos productos químicos conduce a problemas de resistencia en los insectos, contaminación del medio ambiente, presencia de residuos en los alimentos, generan efectos negativos en los seres humanos por su alta capacidad de bioacumulación y su poder residual prolongado.

Una alternativa al problema anterior es el uso de productos naturales derivados de plantas o minerales, ya que este no produce daños y puede controlar al insecto. Por esto es necesario realizar evaluaciones biológicas para reducir estos problemas y para demostrar su eficiencia en el control de este insecto.

OBJETIVO

- Evaluar, bajo condiciones de laboratorio, el efecto de diferentes dosis de aceites vegetales sobre *Sitophilus zeamais*, sin que se dañe la calidad fisiológica de la semilla de maíz.

HIPOTESIS

- Los aceites vegetales controlan el *Sitophilus zeamais* a través del tiempo sin dañar la calidad fisiológica de la semilla de maíz.

REVISIÓN DE LITERATURA

Almacenamiento

La importancia que tiene el almacenamiento y conservación de los granos y semillas, como un medio para que se llegue a utilizar estos con la efectividad y uso apropiado, tanto en su calidad nutricional como en lo fisiológico, nos preocupa de manera relevante en nuestro quehacer diario. Sin embargo la intromisión de los insectos en este trayecto, como un factor biológico de su desarrollo, requiere poner atención de sobre manera, lo cual impide que se cumpla los objetivos programados.

Siendo el alimento un factor limitante para la nutrición de todos los seres vivientes y la lucha constante para obtenerlo, es una característica biológica de estos organismos; de ahí que la conservación de semillas y granos alimenticios han sido, es, y será, motivo de preocupación del hombre por su significado en la dieta humana y por la necesidad de resguardar contra el peligro que significa su aprovechamiento por sus demás competidores.

D` Antonio (1997) menciona que la conservación y protección de los granos almacenados constituye una necesidad alimenticia, social y económica. Ya que la conservación de los granos se ve amenazada por los insectos que atacan

en almacén. Han surgido muchos problemas en el almacenamiento de granos y semillas debido a muchos factores entre ellos la presencia de insectos.

La presencia de plagas constituye un problema en granos almacenados y trae como consecuencia la pérdida de la calidad del grano tanto para consumo humano, así como para semilla. En el control de estos, ha sido necesario utilizarse en forma intensiva, haciendo uso de plaguicidas sintéticos lo cual ha derivado inevitablemente en el surgimiento de resistencia, acumulación en el ambiente e intoxicaciones (Silva et al., 2002).

Larraín (1994) dice que el mayor problema de almacenaje de granos es la pérdida producida por roedores, insectos, hongos y bacterias, que deterioran y destruyen los alimentos. Este problema es importante para los agricultores de subsistencia, ya que el maíz no tiene las condiciones apropiadas de almacenamiento, siendo este parte de los alimentos básicos consumidos durante el año.

Para elevar el nivel de producción depende del nivel de perfeccionamiento y calidad de los insumos, siendo las semillas el más importante. Por lo que el almacenamiento adecuado de este insumo es de suma importancia. (Kelly, 1982).

Los insectos

Según Appert. (1993), los insectos son pequeños animales entre los que encontramos algunos llamados “dañinos”, que le disputan al hombre los productos de la tierra, ya sea antes o después de la cosecha, y son responsables de pérdidas considerables. La clase insecta se divide en diversas órdenes; pero sólo dos de ellas comprenden especies que atacan a los productos almacenados y son: Coleópteros y Lepidópteros.

Comenta que los insectos que se alimentan de granos por lo general son clasificados entre categorías, que son:

Plagas primarias: insectos que tienen la capacidad de romper la cubierta externa de los granos y penetrarlos, o también pueden ovipositar sobre el grano y al emerger la larva, esta perforando el grano y se alimenta de él.

Plagas secundarias: son insectos que se desarrollan después de existir el daño en el grano por plagas primarias, normalmente se alimentan de harinas, granos rotos y granos perforados.

Plagas terciarias: se desarrollan después de que los insectos primarios y secundarios han efectuado su daño, se alimentan de impurezas, granos quebrados y residuos dejados por los otros.

Por lo anterior se considera a *S. zeamais* como una plaga primaria (Ramírez, 1990).

Clasificación taxonómica del *S. zeamais*

El gorgojo de los cereales esta citado según Borrer et al. (1981), en la siguiente:

Reino: Animal

Phylum: Artropoda

Clase: Insecta

Subclase: Pterigota

Orden: Coleóptero

Suborden: Pollyphaga

Súper familia: Curculionoidea

Familia: Curculionidae

Subfamilia: Rhincophorinae

Género: Sitophilus

Especie: Zeamais

El picudo del maíz o gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*) es de metamorfosis completa, el huevecillo es de forma de pera u ovoide de un color blanco opaco, ensanchando de la parte media hacia abajo y con fondo redondeado, mide aproximadamente 0.7 mm de largo y 0.3 mm de ancho. La

larva es blanca aperlada de cuerpo grueso, con cabeza pequeña café claro, no presenta patas.

El gorgojo, pasa por cuatro estadios, en el de huevo rara vez se observa ya que se desarrolla en el interior del grano infestado donde se alimenta, pasa a fase de pupa; la cual es de color blanco pálido al inicio y se torna después a café claro, mide de 2.75 a 3mm, presenta proboscis larga dirigida hacia la parte anterior y las patas dobladas hacia el cuerpo. El adulto mide de 2.5 a 4.5 mm de longitud, es de color café oscuro, cuerpo cilíndrico y alargado, cabeza prolongada en un pico o proboscis curva y delgada, antenas acodadas y de 8 segmentos, alas funcionales, el protórax densamente marcado con punturas redondas estas parecen estar uniformemente distribuidas, las punturas del pronoto son mas de 20 a lo largo de la línea media de cuello al escutelum (Boudreaux, 1969; Pérez, 1988; Ramírez, 1990; García, 1992).

La hembra perfora el grano con su aparato bucal y oviposita individualmente los huevecillos dentro del grano y posteriormente lo cubre con una sustancia gelatinosa, una hembra oviposita de 210 a 530 huevecillos durante todo su período de vida, dependiendo de la temperatura los huevecillos eclosionan entre los 3 y 7 días, emergen y completan su desarrollo, la larva utiliza mezcla de desechos y secreciones para construir la celda pupal, donde se tarda de 3 a 6 días dependiendo del medio ambiente, al emerger el adulto permanece dentro del grano varios días antes de dejarlo (Pérez, 1988; García, 1992).

Sedlacek et al. (1991) reportaron bajo condiciones de laboratorio que la temperatura es uno de los factores que más afecta a este insecto, mencionando también que el rango de temperatura para el desarrollo de este insecto es entre 15 y 30 °C.

Este insecto se alimenta de diferentes cereales, arroz, trigo, sorgo y maíz principalmente, granos que ataca tanto en campo como en almacén (Urrelo y Wright, 1989; Walgenbach y Burkholder, 1987). El daño es causado tanto por la larva como por el adulto y en maíz reduce a polvo y cáscara el grano (Urrelo y Wright, 1989; Grenier et al., 1994).

Appert, J. (1993) menciona que las larvas que viven en el interior de la semilla, producen daños invisible. Son los orificios de salida del adulto, agujeros irregulares de un milímetro y medio de diámetro, que van al exterior de la semilla con sus perforaciones lo que causa realmente el daño. El gorgojo del maíz representa un destructor de primera línea para los cereales almacenados, sobre los que provoca pérdidas ponderales, deterioro de la calidad y permite la instalación de infecciones criptogamitas.

Pérez (1988) señala que con un promedio de dos insectos por grano se ocasiona un 18.3 por ciento de pérdida en 48 días. Al respecto Coombs (1972) menciona que el número de picudos que se puede desarrollar dentro dependerá del tamaño del grano, normalmente en trigo sólo emerge un adulto por grano y en maíz pueden emerger más.

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

A diferencia de Ramírez (1990) que clasifica a los insectos por su forma de alimentación Ramayo, R. L. F. (1983), clasifica a los insectos como directos o indirectos, por el grado de daño que estos ocasionan a los granos y semillas, siendo estos en:

Daños directos:

- Contaminan a los granos con sus secreciones, excrementos y con fragmentos de insectos muertos. Los hacen aparecer polvosos, sucios e inaceptables como alimento humano.
- se alimentan del mismo grano.
- bajan el porcentaje de germinación.

Daños indirectos:

- Elevan la temperatura de los granos a consecuencia de su metabolismo, lo cual origina un mal olor debido al desarrollo de los microorganismos, y;
- transfieren y diseminan las esporas de los hongos en secreciones y tarso.

Métodos de control

Existen diferentes tipos de métodos para controlar este problema los cuales son mencionados por los siguientes autores; entre ellos están el control físico, cultural, biológico, genético, integrado y químico.

García (1992) menciona métodos de control físicos tradicionales como asoleo periódico del grano, humo y mezcla del grano con diversos materiales como ceniza, arena, tierra de diatomea y aceites.

Sin embargo algunas formas de control cultural se dan cuando se:

- Almacena los granos lejos de las áreas húmedas.
- Mantiene el grano almacenado o los envases que lo contengan alejados de los rayos del sol para que el grano se mantenga fresco.
- Asegurar que el área de almacenamiento éste libre de granos viejos y polvo.
- Reparar grietas en pisos, paredes y techos que sirvan de escondite a los insectos.
- Tapan los orificios que existan en el almacén. (Lindblad, C y Druben, L. (1986).

Algunas formas de control biológico se pueden dar; dentro los parasitoides que atacan al género *Sitophilus* se encuentran algunas especies pertenecientes a la familia Pteromalidae (Orden Himenóptera) como son: *Anisopteromalus calandrae* Howard, *Chaetospila elegans* Westwood y *Lariphagus distinguendus* Foerster. Desafortunadamente no son agentes de control efectivo ya que su ciclo de vida es más corto que el de sus hospedantes, aunado a esto tienen baja capacidad reproductiva (Pérez, 1988).

Brower (1996) menciona que una amplia variedad de depredadores atacan a plagas de los granos, semillas y productos almacenados en general. Las familias más importantes de coleópteros depredadores son Carabidae, Staphylinidae e Histeridae pero los depredadores mas comúnmente encontrados en productos almacenados son los chinches de la familia Anthocoridae y específicamente *Xylocoris flavipes*. En trabajos realizados se encontró que este depredador después de 16 semanas fue capaz de disminuir en un 97 a 99% la población de *Oryzaephilus surinamensis*, en un 97.6% la de *Tribolium casteanum* y en un 78.8% la de *Plodia interpunctella*.

Según Brower et al. (1996), los parasitoides en este contexto se pueden dividir en aquellos que parasitan a plagas que se alimentan del interior del grano y aquellas que atacan a las que se alimentan de la parte externa. De las primeras se destacan pteromalidos como *Anisopteromalus calandrae* (Howard), *Lariophagus distinguendus*, *Pteromalus cerealellae* y *Theocolax elegans*. Menciona a *Trichogramma pretiosum* y *Trichogramma evanescens* quienes atacan a los diferentes estados inmaduros de estas plagas pero especialmente huevecillos.

Con el uso de materiales genéticamente modificados en nuestro país, se busca que los maíces sean resistentes para que se disminuya el ataque de plagas. Se descubrió tres nuevos tipos de maíces resistentes al gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), donde ha encontrado que el ácido fenolito endurece las capas externas del núcleo, haciendo menos apetecible para el gorgojo del maíz

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

El control integrado contempla principalmente las condiciones de almacenamiento de las semillas, las que presentan una gran importancia desde el punto de vista económico, almacenando las semillas en condiciones adecuadas se evita la deterioración temprana y se mantiene la calidad durante más tiempo. Es un hecho comprobado que el manejo y el almacenamiento de los granos sin emplear procedimientos adecuados, conducen a pérdidas causadas por agentes como la humedad excesiva, temperatura, las impurezas, la temperatura y las plagas. Baur (1991)

Para un buen manejo de estos puntos se deben conocer las facilidades mecánicas para la limpieza, el transporte y el almacenamiento del grano, para que su secado sea eficiente, además de cuidar la limpieza de los sacos, costales o envases utilizados para el almacenamiento y un mejor manejo de las pilas de grano. Esto implica que los productores deben estar preparados con instalaciones y equipos adecuados para la cosecha y manejo del grano.

La práctica mas común de control de insectos es por medios químicos donde se ha usado diferentes sustancias que de una manera u otra protegen al grano contra estas plagas. El uso de productos químicos esta limitado al uso

posterior del grano, debido a esto las prácticas más comunes han sido el empleo de insecticidas, principalmente órganofosforados y a últimas fechas la utilización de los reguladores de crecimiento. El combate contra los insectos, en un sentido más amplio, incluye cualquier aspecto que hace su vida difícil en el grano, manteniendo situaciones que impidan que cause daños importantes o bien, destruyéndolos o evitando su crecimiento (Kadoum y Lahue, 1974; Lozoya et al., 1986).

Entre los insecticidas, la fosfamina está catalogada como uno de los más efectivos contra insectos que infestan productos almacenados. Para fumigar semillas, la dosis normalmente indicada es de 2,5 a 3 gramos de fosfamina por metro cúbico. El tiempo de exposición depende de la temperatura a la que se realice la fumigación. No obstante es necesario evaluar dosis y tiempo de exposición, ya que las diferentes especies de insectos y en cada especie los distintos estados de desarrollo presentan variada sensibilidad a la acción del fumigante (Reynold et al., 1967).

La utilización de control químico presenta desventajas ya que la gran mayoría de los agricultores dedicados a estos cultivos, no utilizan los productos químicos, ya sea por falta de recursos económicos o por los bajos rendimientos que obtienen. Debido a esto, se torna obligada la búsqueda de métodos de control de plagas acorde con la realidad del país. Lagunes (1994).

Los insecticidas organosintéticos a ocasionado grandes problemas como la inducción de resistencia en los insectos, alteración del equilibrio dinámico de los ecosistemas terrestres y acuáticos, acumulación de residuos tóxicos a lo largo de las cadenas tróficas, eliminación de enemigos naturales, la muerte de humanos y animales domésticos por intoxicación, causada por la exposición directa a los tóxicos, diversas afecciones humanas como cánceres, esterilidad, daños al sistema nervioso y en general, también producen un deterioro de la salud de quienes consumen alimentos con residuos de ellos. (Hernández et al., 2000).

Soto et al., (2000) menciona que es cada día mas evidente, el uso indiscriminado de este producto, ya que algunos son carcinogénicos, teratogénicos, producen esterilidad, dañan el sistema nervioso y afectan la salud de quienes los aplican y consumen alimentos con sus residuos químicos; por lo que no se piensa en la sustentabilidad.

Productos naturales

Silva (2001) considerar los insecticidas vegetales como una nueva alternativa valida para el control de insectos.

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 desde la antigüedad han sido utilizados para el control de

diferentes insectos a nivel doméstico y de agricultura de subsistencia. Siendo esto 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. 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. Por último alteraría la actividad enzimática del huevo produciéndose una coagulación del protoplasma. Como adulticida se plantea que cubre al adulto con una capa oleosa que tapa los espiráculos de respiración matándolo por asfixia (Davidson, et al, 1991; Larrain, 1982).

La eficiencia de los aceites vegetales ha sido reportada exitosamente contra insectos de granos almacenados (Gastelúm y Rodríguez, 1996). El modo de acción que se les atribuye es principalmente ovicida (FAO, 1983) y larvicida en instares tempranos (Aguilera, 1991). Existen variados antecedentes sobre el uso de estos compuestos en granos almacenados. Por ejemplo FAO (1983), señala que en el Caribe se utiliza aceite de maní en una concentración de 2 a 5% para el combate de *Callosobruchus maculatus*. A su vez Díaz (1985), evaluó aceites de algodón, cártamo, girasol, maíz, soya y olivo contra *Sitophilus zeamais* encontrando que los mejores resultados se obtienen con aceite de maíz a una concentración del 6%.

En la búsqueda de medios más económicos y efectivos para aplicar productos agroquímicos, los expertos hoy concentran su atención en los aceites vegetales, para sustituir a los aceites concentrados de petróleo, como para el control de plagas de granos almacenados (Qi y Burkholder, 1981; Thorne, 1983).

Cubas (2002) menciona que la utilización de aceites de diversas plantas, presenta un buen control en plagas de almacén, obtuvo resultados que nos muestran que con poca inversión se puede disminuir los daños que causan las plagas en los almacenes, Utilizó los siguientes productos: eucalipto 2ml/Kg, soya 10ml/Kg, maíz 10 ml / Kg los resultados que obtuvo fueron: 91.6 porciento, 73.2 y 71.5 porciento de mortalidad respectivamente.

El uso de aceites vegetales es cada vez más factible debido a su bajo costo y gracias a que es un producto agrícola y renovable, por lo que es especialmente aceptado por los agricultores (Thorne, 1983).

Díaz (1985) evaluó el efecto de los aceites de algodón, cártamo, girasol, maíz, soya y oliva para el combate de *S. zeamais*; quien concluyó que el aceite de maíz a dosis de 6 mL/kg., causó una mortalidad de 24.5 % respecto al testigo.

La aplicación de aceites extraídos de las cáscaras de los cítricos, aceites liofilizados de limón, lima, naranjilla china y mandarina ocasionó alta toxicidad a brúquidos y moderadamente toxicidad a *S. zeamais* (Su et al, 1972).

Calidad de semillas

Una semilla desde el punto de vista botánico es un óvulo maduro contenido dentro del ovario maduro o fruto; está compuesta por tres partes básicas que son: el embrión, los tejidos de reserva y la testa o cubierta de la semilla.

El embrión se desarrolla del huevo fertilizado, el cual, es formado por la unión del huevo del saco embrionario con el esperma del tubo polínico. La planta rudimentaria o embrión difiere grandemente en apariencia en diferentes semillas; dichas diferencias son en cuanto a forma y desarrollo de sus partes, sin embargo, con pocas excepciones los embriones están compuestos de los mismos órganos, los cuales, en la mayoría de la semilla son: plúmula o brote rudimentario, cotiledones que puede haber uno o dos, el hipocotilo, que es la parte que está entre los cotiledones y la terminación superior de la yema o brote rudimentario, y la radícula o raíz rudimentaria. La plúmula, el hipocotilo y la radícula forman el eje del embrión.

Las cubiertas de la semilla se desarrollan del integumento o integumentos del óvulo. En gramíneas, la cubierta externa del grano se desarrolla del ovario y las membranas internas son en realidad las cubiertas de la semilla.

Moreno (1984) menciona como semilla a toda clase de grano, fruto y estructura más compleja que se emplee en las siembras agrícolas.

Los principales parámetros que determinan la calidad de la semilla son la pureza física, la calidad genética, el poder germinativo y vigor, la latencia, la homogeneidad del lote, el estado fitosanitario y el contenido de humedad (Thomson, 1979).

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1991) define la calidad de las semillas es el conjunto de cualidades genéticas, fisiológicas, sanitarias y físicas, que dan su capacidad para dar origen a plantas productivas.

- Calidad genética

Las cualidades genéticas representan el primer componente de calidad de la semilla; determinan en gran medida su capacidad para producir plantas con las mismas bondades genéticas a través del tiempo.

- Calidad física

La pureza física nos indica el grado de contaminación que hay en un lote de semilla. El peso de la semilla es también un indicador de calidad, así como el tamaño.

- Calidad fisiológica

El resultado tangible de la calidad fisiológica esta en la calidad de la semilla para germinar, emerger y dar origen a plantas uniformes y vigorosas. El CIAT (1991) confirma que una buena calidad fisiológica implica integridad de estructuras y procesos fisiológicos que le permiten a la semilla mantenerse no solo viva, sino con alto índice de vitalidad. Mencionando que los principales parámetros para medir la calidad fisiológica lo constituyen las pruebas de germinación y vigor de las semillas.

Germinación

La Asociación Internacional de Analistas de Semillas (ISTA, por sus siglas en ingles) (1996), define a la germinación de la semilla en una prueba de laboratorio, es la emergencia y desarrollo de la plántula hasta un estado donde el aspecto de sus estructuras esenciales indica si es capaz o no de desarrollar una planta normal bajo condiciones favorables en el suelo.

Moreno, M. E. (1996) define a la germinación como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión, y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables.

La germinación de las semillas se mide en porcentaje y se refiere a la proporción de semillas puras que germinan, en un lapso de tiempo determinado bajo condiciones estándar de laboratorio. Se continua señalando que desde punto de vista de calidad de la semilla, ésta se define por la proporción de semillas en una muestra, capaces de germinar y formar nuevas plantas y por la proporción de semillas de otras especies, material muerto, semillas rotas, tierra, piedras, insectos y residuos vegetales incluidos como impurezas (Humphreys, 1980).

Hartman y Dale (1982) mencionan tres estadios en el proceso de germinación que son:

1. La semilla seca absorbe agua con lo que el contenido de humedad aumenta y se estabiliza.

Se continúa mencionando que los componentes del sistema se activan para sintetizar proteínas de las células con la imbibición, permitiendo la continuación de esta actividad; las enzimas producidas controlan las actividades metabólicas de la célula.

2. Implica digestión y traslocación; por la síntesis aparecen enzimas que empiezan a digerir materiales de reserva para transformarlos en compuestos más sencillos.

Estos compuestos son traslocados a los puntos de crecimiento del eje embrionario para usarse en el crecimiento y formación de nuevas partes de la planta.

3. Existe la división celular en los puntos de crecimiento separados del eje embrionario, seguida de la expansión de las estructuras de la plántula.

Germinación estándar. Este parámetro se lleva a cabo mediante el método de papel como sustrato, (ISTA, 2004), se basa en que la semilla con alto vigor tolere los tratamientos con altas temperaturas y humedad relativa para producir plántulas normales que se considera que reúne las características tanto fisiológicas como morfológicas para desarrollar una planta normal.

El vigor

Moreno (1996) menciona que esta propiedad es la suma total de aquellas propiedades que determinan el nivel de actividad y comportamiento de la semilla o lote de semillas durante su germinación y emergencia de la plántula. Las que se comportan bien se llaman semillas de alto vigor y las que se comportan pobremente son denominadas semillas de bajo vigor.”

Las pruebas de germinación se hacen en condiciones óptimas para que ocurra la germinación. Estas condiciones ideales no siempre se dan en el campo de siembra, sino que por el contrario, la semilla encuentra en la cama de siembra condiciones desfavorables para la germinación y emergencia. De ahí que sea necesario medir la capacidad de la semilla de germinar bajo condiciones poco favorables, la respuesta a las pruebas de vigor está determinada por el complemento genético de la variedad, la madurez de la semilla, edad, presencia de patógenos, daño mecánico y otros. (Faeth, 1978)

Peso seco. Es el peso que cualquier material adquiere después de haber pasado por un proceso de deshidratación por un tiempo determinado.

Longitud media de plúmula y radícula. Estos son parámetros que se toman en cuenta para saber si una planta es normal o anormal es considerada normal cuando su plúmula y radícula alcanza una altura de dos centímetros. Se considera anormal cuando no se cumple esto de los dos centímetros, y es un indicativo de calidad.

MATERIALES Y METODOS

Localización del Área Experimental

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de almacenamiento de granos y semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología en Semillas (CCDTS), de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

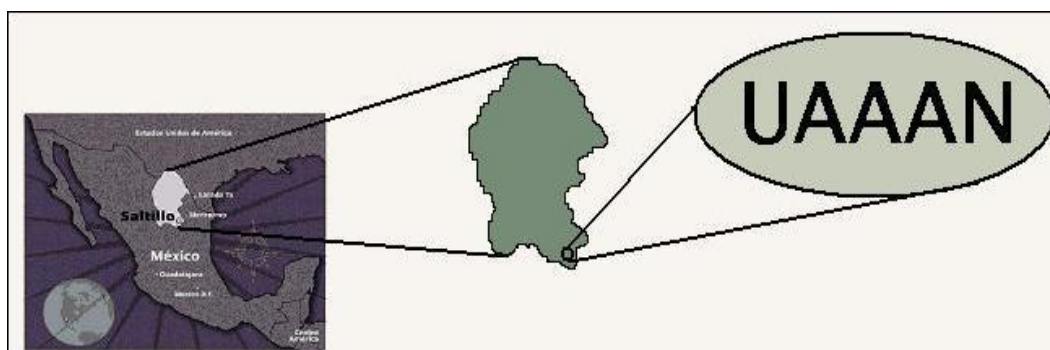


Figura No 1. Mapa de localización del Sitio Experimental.

Materiales

Se utilizó semilla de maíz del híbrido AN – 447 producido en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro que tiene la característica de ser semiduro, 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*, que se recolectaron del estado de Guanajuato, que es una zona que tiene un fuerte problema con esta plaga.

Tratamiento

Se utilizaron aceites comerciales:

Cuadro 1. Productos y dosis utilizados en el tratamiento de semilla de maíz.

PRODUCTOS	DOSIS (ppm)
1. Aceite de lila (<i>Syringa vulgaris</i>)	100, 150, 200, 300, 400
2. Aceite de citricus (<i>Citrus spp.</i>)	100, 150, 200, 300, 400
3. Aceite de cacahuete (<i>Arachis hypogea</i>)	100, 150, 200, 300, 400
4. Aceite de coco (<i>Cocos nucifera</i>)	100, 150, 200, 300, 400
5. Aceite de olivo (<i>Olea europaea</i>)	100, 150, 200, 300, 400
6. Aceite de ricino (<i>Ricinus communis</i>)	100, 150, 200, 300, 400
7. Testigo	Sin tratamiento

Los seis productos se evaluaron a 5 dosis mas un testigo que no contenía tratamiento alguno, se tomaron con sus tres repeticiones de cada tratamiento. Las dosis evaluadas fueron para los aceites 100, 150, 200, 300 y 400 ppm. de semilla de maíz, cuadro 1.

Metodología

Reproducción de insectos

Los adultos de *S. zeamais* que se utilizaron, se recolectaron y se incrementaron en frascos de 4 L con maíz cacahuazintle, con una humedad de 13 ± 1 %, con temperatura de 25 ± 1 °C y un fotoperiodo de 12-12 horas luz y oscuridad esto es para su mejor reproducción, después de 10 días ya que ovipositaron los adultos fueron extraídos y se colocaron en otro frasco con maíz del mismo tipo y con el mismo contenido de humedad para que se continuara la reproducción y así tener una colonia lo suficientemente grande para iniciar el trabajo de investigación.

Parámetros evaluados

Mortalidad de insectos

El maíz se colocó en frascos de 250 mL en donde se agregó 30 g de semilla ya tratada a las diferentes dosis antes mencionadas y posteriormente se le adicionaron 40 insectos adultos por frasco. Las evaluaciones en esta primera fase del trabajo de investigación se realizaron a 1 , 7, 14, 21 y 28 días; en cada evaluación con ayuda de una criba, se separaban del maíz los insectos contabilizando el número de insectos muertos y vivos de cada unidad experimental.

Calidad de la semilla

En lo que se refiere la calidad de la semilla se evaluó después de haber terminado con el periodo de cada evaluación a los 28 días; se realizaron pruebas de germinación estándar, longitud media de plúmula, longitud media de radícula y peso seco.

- **Germinación estándar**

Se colocaron 3 repeticiones de 25 semillas cada una, se colocaron en papel de germinación húmedo, distribuyendo las semillas uniforme sobre el papel, cubriendo posterior con otro papel húmedo. Se hizo el enrollamiento para hacer el tradicional taco y se dejó por 7 días en una cámara germinadora a una temperatura de 25 °C con 16 horas luz y 8 horas de obscuridad, después de este tiempo 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 maskintape de doble pegamento esto para evitar

movimiento de las mismas, procurando colocar todas para un mismo lado, se tapo con otra hoja de papel húmedo y se enrolló para hacer tacos, después se colocaron en una cámara germinadora a una temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ con 16 horas luz y 8 horas de obscuridad, 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.

- **Peso seco**

Se utilizaron las plántulas a las que se les midió longitud media de plúmula y radícula; en cada repetición las plántulas se les eliminó la semilla junto con el mesocotilo, para posteriormente colocarlas en bolsas de papel destaza perforadas, estas se pusieron en una estufa a $75^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, después se procedió a sacarlas de la estufa se colocaron en un desecador, de ahí se pesan las bolsa con plántula y después la bolsa sola para así restársela al peso anterior y al resultado obtenido convertirlo en miligramos que es como se reporta este.

Modelo estadístico

Para la evaluación de mortalidad se utilizó un diseño completamente al azar, para su normalización los valores porcentuales se transformaron previamente en ángulos Bliss y estos datos se retransformaron en porcentaje.

El diseño experimental utilizado fue un diseño completamente al Azar con arreglo Factorial A x B, con 3 repeticiones, siendo el factor A los aceites utilizados y el factor B las dosis.

El diseño que se utilizó para calidad de semilla, fue un diseño completamente al azar con arreglo factorial:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha_i\beta_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Observaciones del ij... esimo tratamiento

μ = Media general

α_i = Efecto del i... esimo nivel del factor A (Tratamientos)

β_j = Efecto del j... esimo nivel del factor B (Dosis)

E_{ij} = Error Experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mortalidad

En el cuadro 2 se muestra, el análisis de varianza y la media en cada uno de los muestreos en el producto de lila, para obtener la dosis que registre mayor índice de mortalidad de insectos. Esto nos muestra que hay diferencias altamente significativas.

En el primer día hubo un porcentaje alto de mortalidad numérica y estadística con las dosis mas altas 400, 300 y 200 ppm con un 100 % y enseguida con la dosis 150 ppm con un 89.58 %, la mas baja numéricamente es la dosis 100 ppm con un 86.40 %. Así para los días 7, 14, 21 y 28 ya había un 100% de mortalidad.

Pérez, P. (2004) Menciona que en la evaluación de aceite de lila obtuvo resultados del 85 %de mortalidad con la dosis 0.1 % a las 24 horas de haber colocado las larvas en el recipiente, en larvas de mosquito *Cx. Quinquefasciatus* con la aplicación de cuatro dosis.

Cuadro 2. Resultados del análisis de varianza y comparación de medias de mortalidad empleando aceite de del lila.

Lila	Dosis (ppm)	Datos transformados (Ángulos Bliss)	Datos retransformados (%)
1 Día	200	80.90	100.00a
	150	71.16	89.58ab
	100	68.36	86.40b
	2		
GL	2		
CM	129.905**		
CV	6.35		

La figura 2 muestra la mortalidad del *Sitophilus zeamais* por efecto que del aceite de lila , e indica que los mejores resultados numéricamente son las dosis 200, 300 y 400 ppm, en el primer día. En el séptimo día tenemos un 100 % de mortalidad, por lo cual en los demás días no hay insectos. En lo que respecta al testigo no hubo mortalidad.

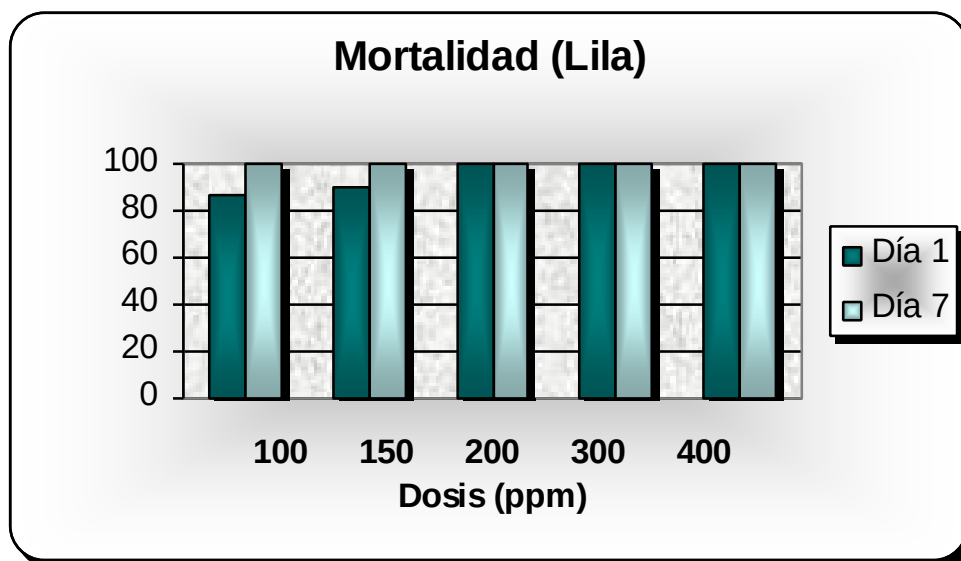


Figura No 2. Mortalidad de *Sitophilus zeamais* usando Lila en diferentes dosis y días.

En el cuadro 3 se muestra, los resultados obtenidos del análisis de varianza y la comparación de media que respecta a al producto cítricos, esto nos presenta que las variables evaluadas hay diferencias altamente significativas.

En el primer día encontramos un alto porcentaje de mortalidad en la dosis 400 y 300 ppm que obtuvo un 96.12%; la dosis más baja numéricamente es 100 ppm con un 14.34 %; enseguida la dosis 150 y 200 ppm los cuales son estadísticamente iguales. Para los demás muestreos ya había un 100 % de mortalidad.

Cuadro 3. Resultados del análisis de varianza y comparación de medias de mortalidad empleando aceite de cítricos.

Cítricos	Dosis (ppm)	Datos transformados	Datos retransformados
1 Día	400	78.64	96.12a
	300	78.64	96.12a
	150	47.83	54.93b
	200	45.96	54.67b
	100	22.25	14.34b
GL	4		
CM	1741.796**		
CV	19.06		

La figura 3 nos muestra los resultados obtenidos en mortalidad por el efecto del aceite de cítricos, nos señala que las mejores dosis estadísticamente son 300 y 400 ppm en el primer día. Encontramos en el séptimo día un 100 % de mortalidad para todas las dosis. La dosis que obtuvo un porcentaje mas bajo de mortalidad son 100 ppm y enseguida la de 200 ppm, estas son las dosis mas bajas.

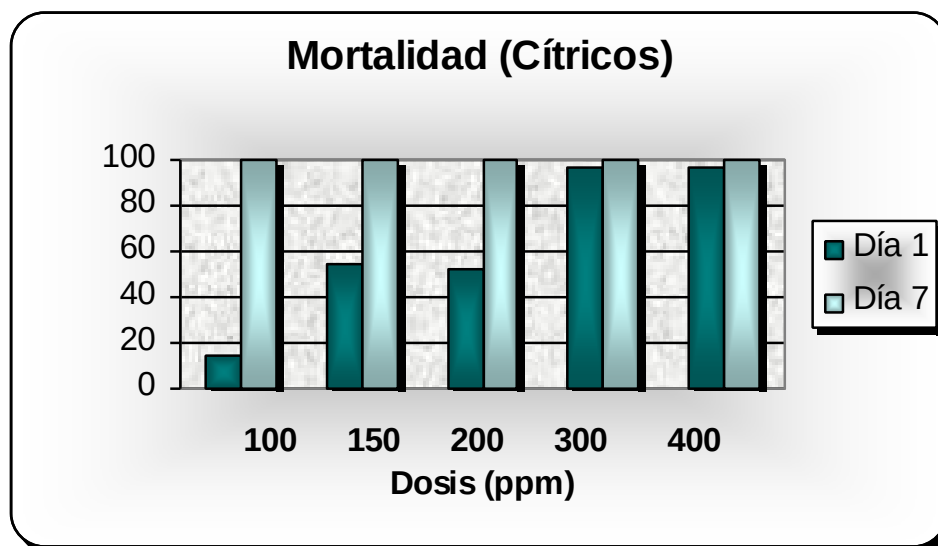


Figura No 3. Mortalidad de *Sitophilus zeamais* usando Cítricos en diferentes dosis y días.

En el cuadro 4 se muestra, el análisis de varianza y la comparación de media del producto cacahuete, esto nos muestra que hay diferencia altamente significativa en el primer día y en los siguientes días no hay diferencia significativa.

En el primer día encontramos un porcentaje bajo de mortalidad, en el cual nos muestra la dosis que obtuvo más número de muertos, estadística y numérica que es la dosis 400 ppm con un 93.95 % y la más baja numéricamente es 100 ppm con un 5.04 %. En el séptimo día ya hubo un porcentaje más alto de mortalidad, en el cual nos muestra la respuesta más alta de mortalidad numéricamente en las dosis 400 y 150 ppm con un 100 %, la dosis más baja es 100 ppm con un 88.18 % y todas son estadísticamente iguales. En el catorceavo día hay un 100 % de mortalidad, donde todos son estadísticamente iguales.

Cuadro 4. Resultados del análisis de varianza y comparación de medias de mortalidad empleando aceite de cacahuete.

Cacahuete	Dosis (ppm)	Datos transformados	Datos retransformados
1 Día	400	75.76	93.95a
	150	34.82	32.60b
	300	24.08	16.65b
	200	22.74	14.94b
	100	12.97	5.04b
	GL	4	
	CM	1809.053**	
	CV	24.71	
7 Días	400	80.90	100.00a
	150	80.90	100.00a
	300	78.64	96.12a
	200	78.64	96.12a
	100	69.89	88.18a
	GL	4	
	CM	62.390NS	
	CV	11.42	
14 Días	400	80.90	100.00a
	200	80.90	100.00a
	150	80.90	100.00a
	300	78.64	96.12a
	100	72.86	91.32a
	GL	4	
	CM	36.369NS	
	CV	8.20	

La figura 4 nos señala el porcentaje obtenido del efecto de aceite de cacahuete para el control del *Sitophilus zeamais* , el primer día hubo baja mortalidad mostrando las mejores dosis numéricamente es la de 400 ppm enseguida de la 150 ppm, la dosis mas baja 100 ppm fue la que obtuvo un porcentaje menor de mortalidad. En el séptimo y en el catorceavo día hubo mayor mortalidad con un 100 %.

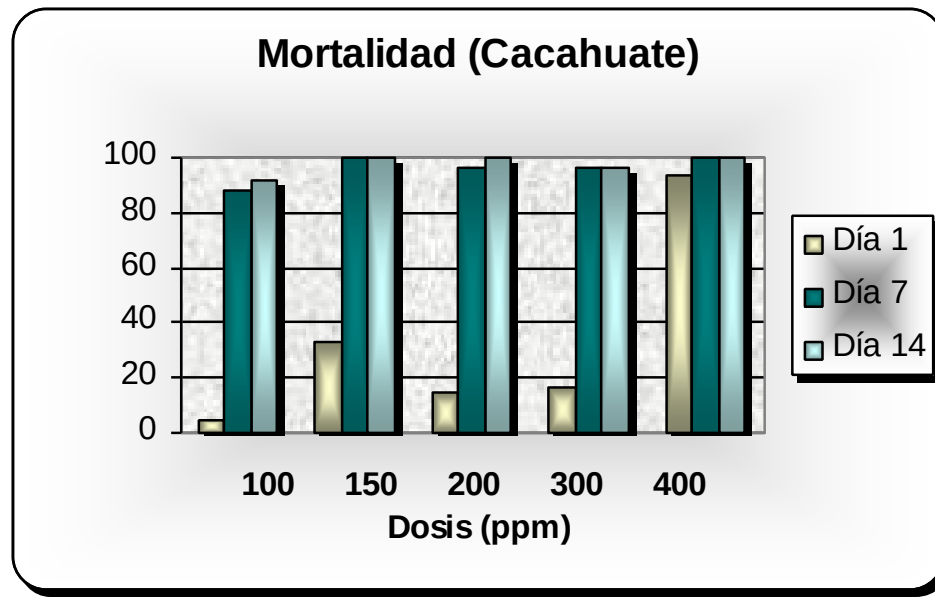


Figura No 4. Mortalidad de *Sitophilus zeamais* usando Cacahuete en diferentes dosis y días.

En el cuadro 5 se muestra, el análisis de varianza y la media en cada uno de los muestreos y en el producto de coco, para obtener la dosis que registre mayor índice de mortalidad de insectos. Esto nos muestra que hay diferencias altamente significativas.

En el primer día se obtuvo un porcentaje muy bajo de mortalidad en el cual nos señala que dosis fue mayor índice de muertos siendo la de 400 ppm con un 52.50 % de mortalidad y la más baja numéricamente es la dosis 200 ppm con un 0 %. Para el séptimo día se obtuvo casi un 100 % de muertos, tomando en cuenta la dosis que obtuvo una mortalidad baja que es la 100 ppm con un 63.41 %. También para los 14 y 21 días siguió siendo la dosis donde no hubo un 100 % de mortalidad.

Cuadro 5. Resultados del análisis de varianza y comparación de medias de mortalidad empleando aceite de coco.

Coco	Dosis (ppm)	Datos transformados	Datos retransformados
1 Día	400	46.43	52.50a
	300	33.41	30.32ab
	150	22.28	14.37bc
	100	13.63	5.55c
	200	9.10	0.00c
	GL CM CV	4 689.767** 24.09	
7 Días	400	80.90	100.00a
	300	80.90	100.00a
	200	80.90	100.00a
	150	80.90	100.00a
	100	52.78	63.41b
	GL CM CV	4 474.553** 8.86	
14 Días	150	80.90	100.00a
	200	80.90	100.00a
	100	56.90	70.18b
	GL CM CV	1 901.600** 12.30	
21 Días	150	80.90	100.00a
	100	63.10	79.53b
	GL CM CV	1 475.260** 5.27	

En la figura 5 se observa que en el primer día hubo un porcentaje muy bajo de mortalidad, la dosis que obtuvo mayor número de muertos es la de 400 ppm, y la de menor porcentaje es la de 200 ppm. En el séptimo día se presentó un mayor porcentaje de mortalidad en la mayoría de las dosis siendo estas las de 150, 200, 300 y 400 ppm y la más baja fue la de 100 ppm. Para el día 14 y 21 se observó en la mayoría de las dosis el 100 % de mortalidad a excepción de la dosis 100 ppm.

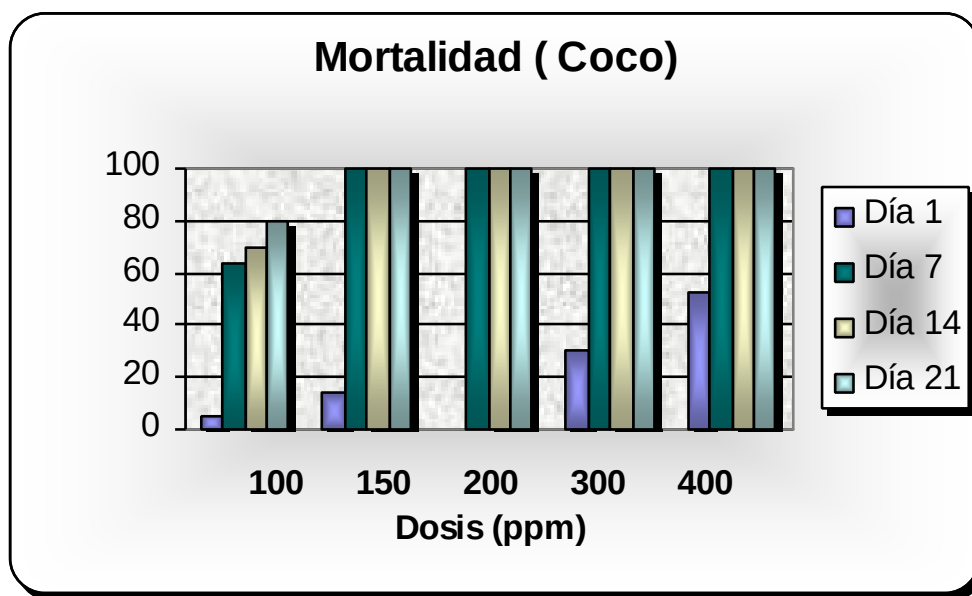


Figura No 5. Mortalidad de *Sitophilus zeamais* usando Coco en diferentes dosis y días.

En el cuadro 6 se muestra, el resultado del análisis de varianza y la comparación de media del aceite de ricino donde si hubo diferencia altamente significativa en 1 día y 7 días; en cambio en los días 14 y 21 no hay significancia.

En el resultado que obtuvimos en el primer día hay baja mortalidad, la dosis que obtuvo una mortalidad mas alta numéricamente es la 400 ppm con un 69.47 % siguiendo la de 300 ppm con un 45.76 % estas son estadísticamente iguales y las dosis de 200, 150 y 100 ppm son estadísticamente iguales aun cuando numéricamente la de 100 ppm tiene el menor valor. En lo que respecta al séptimo día hay un índice de mortalidad mas alto, donde nos muestra la dosis que tubo una respuesta mayor numéricamente es la 300 ppm con un 97.50 % y le sigue 200 y 150, siendo estas estadísticamente iguales, la dosis que obtuvo menor

respuesta es 100 ppm con un 72.83 %. Como su muestra en el cuadro siguiente para los días 14 y 21 ya hay un 100 % de mortalidad.

Cuadro 6. Resultados del análisis de varianza y comparación de medias de mortalidad empleando aceite de ricino.

Ricino	Dosis (ppm)	Datos transformados	Datos retransformados
1 Día	400	56.46	69.47a
	300	42.57	45.76a
	200	16.20	7.78b
	150	9.10	0.00b
	100	9.10	0.00b
	GL CM CV	4 1400.515** 26.56	
7 Días	300	80.90	100.00a
	200	78.64	96.12a
	150	71.81	90.26a
	100	58.58	72.83b
	GL CM CV	3 302.367** 5.55	
14 Días	200	80.90	100.00a
	150	78.35	95.92a
	100	71.82	90.27a
	GL CM CV	2 65.756NS 6.30	
21 Días	150	79.63	96.76a
	100	77.36	95.21a
	GL CM CV	1 7.684NS 3.65	

En la figura 6 nos muestra el resultado que se obtuvieron de las mejores dosis en el aceite de ricino.

En el primer día en las dosis mas baja no hay mortalidad y en las siguientes si hay en menor porcentaje de mortandad; en el séptimo día hay un

mayor numero de mortalidad, la dosis que es mas alta en porcentaje numéricamente es la 200, 300 y 400 ppm, la mas baja es 100 ppm. En el día 14 se observa que la dosis mas baja es la que presenta menor índice de muertos y las dosis siguientes ya hay un 100 % de mortalidad. En el día 21 hay 100 % de mortalidad.

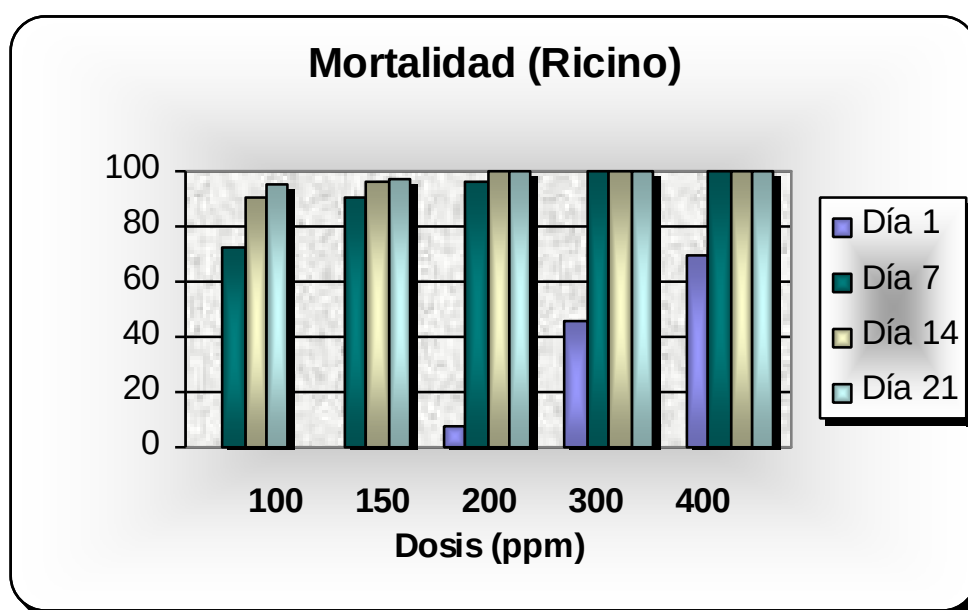


Figura No 6. Mortalidad de *Sitophilus zeamais* usando Ricino en diferentes dosis y días.

En el cuadro 7 se muestra, el análisis de varianza y la media en cada uno de los muestreos y en el producto de coco, para obtener la dosis que registre mayor índice de mortalidad de insectos. Esto nos muestra que hay diferencias altamente significativas en el 1 día y 7 días, para los siguientes días no hay significancia.

En el primer día nos señala que aun no hay un 100 % de mortalidad, en la dosis 400 y 300 ppm si hay un porcentaje muy alto de mortalidad estadísticamente

iguales y nos muestra cual fué el más bajo porcentaje 100 ppm con un 0 %. En el séptimo día hay un índice mas alto de mortalidad indicando la dosis que obtuvo una baja mortalidad siendo la misma del primer día. Para el catorceavo día aun no se alcanza el 100 % de mortalidad afectando la dosis 100 ppm , en el día 21 se obtiene el 100% de mortalidad.

Cuadro 7. Resultados del análisis de varianza y comparación de medias de mortalidad empleando aceite de oliva.

Oliva	Dosis (ppm)	Datos transformados	Datos retransformados
1 Día	300	65.87	83.29a
	400	64.03	80.82a
	200	23.98	16.52b
	150	10.37	3.24b
	100	9.10	0.00b
	GL CM CV	4 2395.564** 32.22	
7 Días	400	80.90	100.00a
	300	80.90	100.00a
	200	72.15	90.61b
	150	67.48	85.33b
	100	48.17	55.52b
	GL CM CV	4 543.952** 15.88	
14 Días	200	76.52	94.57a
	150	71.67	90.11a
	100	56.17	69.01a
	GL CM CV	2 338.744NS 18.50	
21 Días	200	80.90	100.00a
	150	80.90	100.00a
	100	72.53	90.99a
	GL CM CV	2 70.056NS 5.83	

En la figura 7 se presenta los resultados de mortalidad que se obtuvieron de las mejores dosis del aceite de oliva.

El primer día nos señala una mortalidad menor por las dosis mas bajas 100 y 150 ppm enseguida la de 200 ppm, las de mayor resultado son las de 300 y 400 ppm. En el día 7,14 y 21 varía el porcentaje de mortalidad mas bajas en las dosis 100, 150 y 200 ppm, la de 300 y 400 ppm se obtuvo un 100 % de mortalidad.

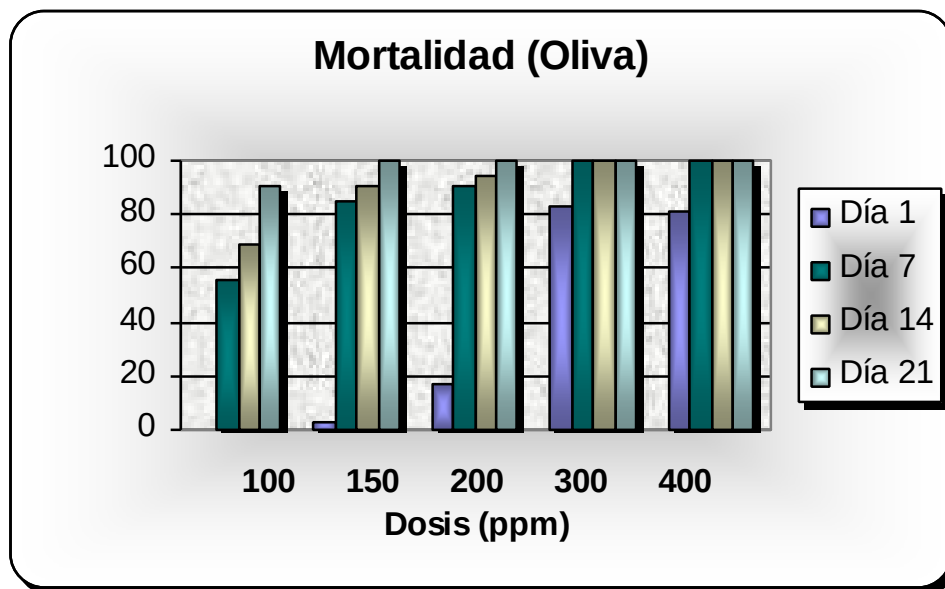


Figura No 7. Mortalidad de *Sitophilus zeamais* usando Oliva en diferentes dosis y días.

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 horas de realizada la aplicación.

Calidad de la semilla

En el cuadro 8 muestra, los resultados del análisis de varianza y la comparación de medias para las variables evaluadas.

La comparación de medias nos puede mostrar claramente que el producto que obtuvo mayor germinación numéricamente fue oliva con 91.333% y cacahuete con 91.111% juntamente con coco y ricino estos cuatro son los mejores estadísticamente, esto muestra que los aceites no dañan el porcentaje de germinación comparándolo con la germinación inicial en la cual se un obtuvo 89.556 %, también se muestra que el producto que obtuvo menor germinación numérica y estadística es lila con 66.667%, como se observa este producto si daño a la semilla. El producto que obtuvo mayor plántulas anormales numéricamente diferentes fue ricino con 5.333% y oliva con 4.889%, y en los que se obtuvo menor porcentaje cacahuete 3.333%, lila 3.111%, coco 3.111% y cítricos con 2.889% todos son estadísticamente iguales. El producto que tiene mayor semillas sin germinar numérica y estadística es lila con 30.222% y los que obtuvieron el mas bajo porcentaje numéricamente fueron oliva con 3.556% y ricino con 3.778%, cacahuete con 5.333% y coco con 7.778% los cuales son estadísticamente iguales. En longitud media de plúmula nos muestra que el producto que tiene mejor resultados numéricos y estadísticos fue cacahuete con 12.061cm y el menor fue lila con 8.527cm. En lo que se refiere a longitud media de radícula la respuesta numéricamente mayor la obtuvo cacahuete con 12.066cm,

en seguida coco, ricino y oliva siendo estadísticamente iguales y el que reporto menor resultado es lila con 8.466cm. En peso seco el aceite de cacahuate numéricamente fue el mejor con un peso de 1455.65 mg y el aceite que obtuvo menor respuesta es el de lila con 920.48 mg.

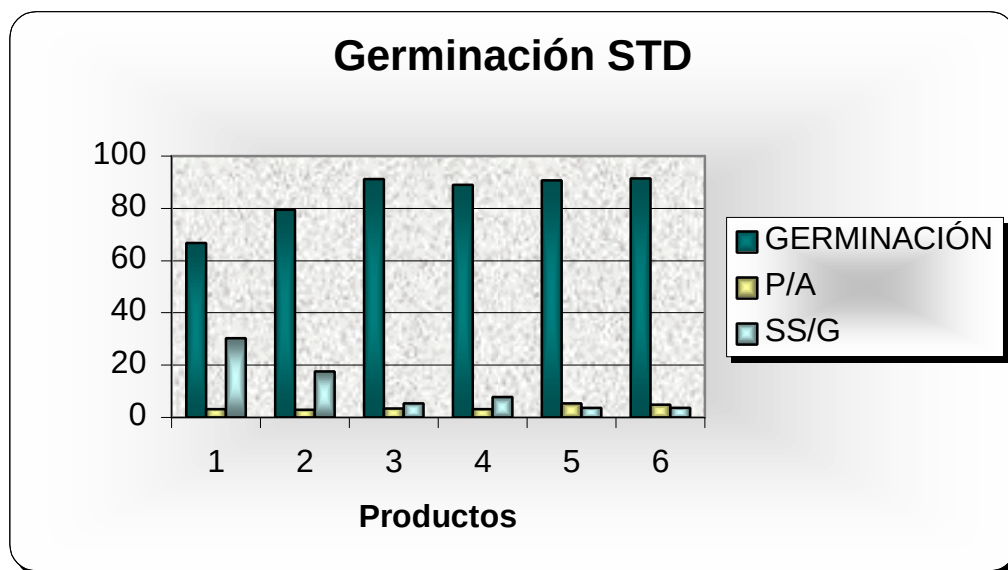
El producto que no daño la calidad fisiológica de la semilla es el aceite de oliva seguida del aceite de cacahuate, el aceite de lila fue el que afecto más la semilla de maíz.

Cuadro 8. Resultados de la comparación de medias de los seis productos para cada una de las variables.

No.	Producto	Germinación (%)	Plántulas Anormales (%)	Semillas Sin Germinar (%)	Longitud Media de Plúmula (cm)	Longitud Media de Radícula (cm)	Peso Seco (mg)
1	Oliva	91.333a	4.889a	3.556c	11.761ab	11.861a	1406.69a
2	Cacahuate	91.111a	3.333a	5.333c	12.061a	12.066a	1455.65a
3	Ricino	90.667a	5.333a	3.778c	11.177bc	11.777a	1428.63a
4	Coco	89.111a	3.111a	7.778c	11.872ab	11.605a	1306.56a
5	Cítricos	79.556b	2.889a	17.556b	10.383c	10.061b	962.99b
6	Lila	66.667c	3.111a	30.222a	8.527d	8.466c	920.48b
	GL	5	5	5	5	5	5
	CM	1770.548**	19.911NS	2022.192**	32.335**	36.525**	1054261.597**
	CV.	8.069	35.052	51.337	7.529	8.246	14.552

En la figura 8 se muestra claramente los porcentajes de germinación, plántulas anormales y semillas sin germinar para los seis productos; donde se observa que los aceites con mas alto nivel de semillas sin germinar son lila y cítricos, en comparación a los demás aceites que tienen un mayor número de

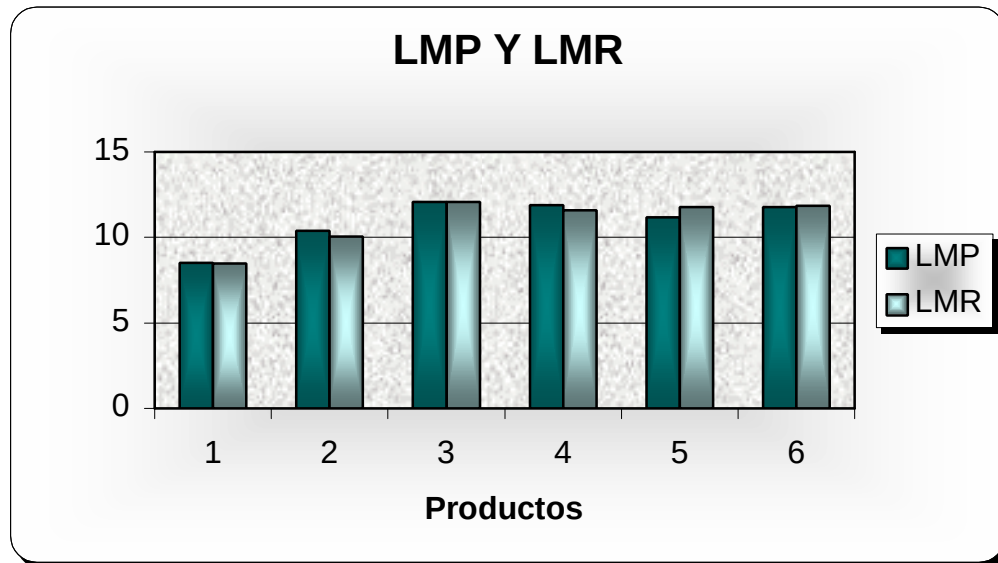
plántulas anormales y con altos porcentajes ricino y oliva; el aceite que muestra menor germinación es el lila.



1 = Lila, 2 = Cítricos, 3 = Cacahuete, 4 = Coco, 5 = Ricino, 6 = Oliva.

Figura No 8. Efecto en la germinación estándar, plántulas anormales y semillas sin germinar con la aplicación de seis productos.

En la figura 9 se muestra la variable de longitud media de plúmula y longitud media de radícula para los seis aceites; el aceite de cacahuete es el que nos muestra los mas altos resultados en las dos variables evaluadas, esto nos indica que la semilla tratada con el aceite no afecta al vigor y lila nos presenta los resultados mas bajos en las dos variables, esto significa que este aceite si nos daña la semilla ya que el vigor es muy bajo.



1 = Lila, 2 = Cítricos, 3 = Cacahuete, 4 = Coco, 5 = Ricino, 6 = Oliva.

Figura No 9. Longitud media de plúmula y radícula para los seis productos.

El cuadro 9 muestra, los resultados obtenidos del análisis de varianza y la comparación de medias con respecto a las dosis, encontrando que en las variables evaluadas hay diferencias altamente significativas.

El resultado de la variable germinación la mejor dosis numérica y estadística fue la de (100 ppm) con mayor porcentaje de 93.77 y la más baja fue (300 ppm), que tuvo menor porcentaje de germinación con un 71%. En lo que respecta a plántulas anormales en el testigo es la que tiene mayor porcentaje con 8.22% y la dosis (400 ppm) es la que tiene un porcentaje menor con un 2.44 por ciento y todos los demás son iguales. En semillas sin germinar los resultados nos presenta que la dosis que estadísticamente tuvo mayor numero de semillas es la cinco y la seis (300 y 400 ppm) con 25.55 y 23.55 % y la de menor número de semillas sin germinar es el testigo libre de tratamientos con 2.22%. Para longitud

media de plúmula la mejor dosis estadística y numérica es la (100 y 200 ppm) con 11 y 11 cm y numéricamente el (testigo) fue el más bajo con 8 cm en cada variable evaluada. Para Longitud media de radícula la dosis mas alta estadísticamente es (150 ppm) con 12 cm y la más baja dosis es (400 ppm). En lo que respecta al peso seco se muestra en el cuadro que, la que estadísticamente tuvo un mejor resultado es la dosis uno (testigo libre de tratamiento) y dos (100 ppm) con 1428 mg respectivamente siendo la uno la mejor dosis estadísticamente hablando y coincidiendo con las variables anteriormente discutidas la dosis que más afectó la calidad de la semilla fue la seis (400 ppm) con el nivel más bajo de 888 mg. Las dosis que más efecto obtuvo para las variables y no daño a la semilla es (100 - 150 ppm), el testigo tuvo buenos resultados, las dosis mas altas (300 - 400 ppm) son las que dañaron la calidad de la semillas.

Cuadro 9. Resultados de la comparación de medias de las seis dosis para cada una de las variables.

No.	Dosis (ppm)	Germinación (%)	Plántulas Anormales (%)	Semillas Sin Germinar (%)	Longitud Media de Plúmula (cm)	Longitud Media de Radícula (cm)	Peso Seco (mg)
1	100	93.778a	2.667b	3.556c	11.761a	12.216ab	1428.55b
2	150	93.111ab	2.889b	3.778c	11.327ab	12.561a	1221.31c
3	Testigo	89.556ab	8.222a	2.222c	8.972c	11.544bc	1644.27a
4	200	86.889b	3.333b	9.556b	11.861a	11.311c	1266.92bc
5	400	73.778c	2.444b	23.556a	10.633b	9.005d	888.37d
6	300	71.333c	3.111b	25.556a	11.227ab	9.200d	1031.58d
	GL	5	5	5	5	5	5
	CM	1726.103**	87.111**	1999.437**	20.587**	41.486**	1320691.517**
	CV.	8.069	35.052	51.337	7.529	8.246	14.552

En el cuadro 10 se muestran los resultados del análisis de varianza para todas las variables evaluadas en la interacción tratamiento por dosis en donde se observa que para todas las variables existe diferencia altamente significativa.

Cuadro 10. Resultados del análisis de varianza de las variables evaluadas en lo que respecta a la interacción de Tratamientos* Dosis.

F.V	Germinación (%)	Plántulas Anormales (%)	Semillas Sin Germinar (%)	Longitud Media de Plúmula (cm)	Longitud Media de Radícula (cm)	Peso Seco (mg)
GL	25	25	25	25	25	25
CM	676.005**	41.528**	559.508**	10.157**	17.646**	245654.027**
CV	8.069	35.052	51.337	7.529	8.246	14.552

En la figura 10 se muestran los resultados de la variable germinación en semilla de maíz tratada con seis dosis diferentes y seis diferentes aceites, en donde se observa gradualmente fue bajando el porcentaje de germinación, la dosis que afecto mas la germinación fue la (300 ppm) que es una de las mayores concentraciones, la dosis que afecto numéricamente en menor grado es la (100 ppm) que es la concentración mas baja.

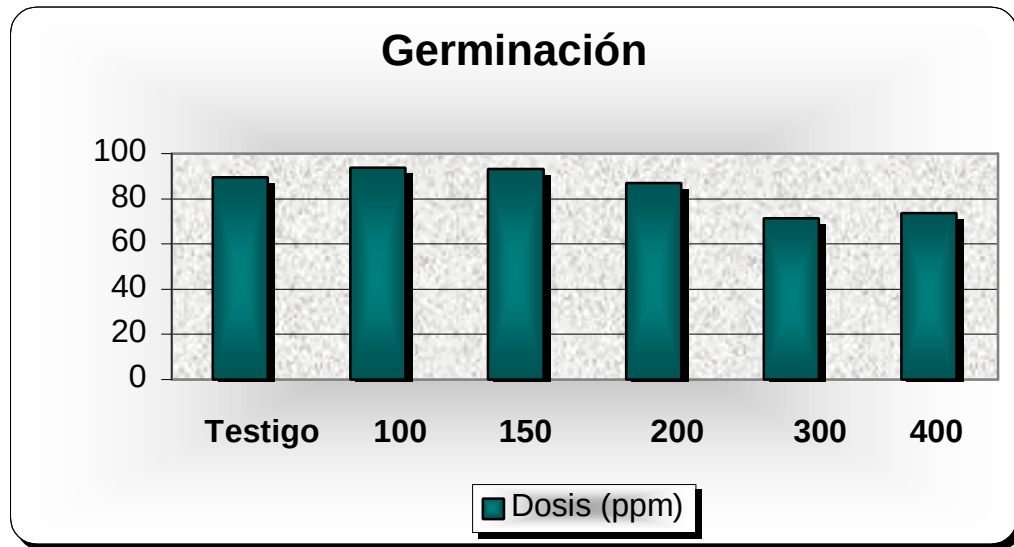


Figura No 10. Porcentaje de germinación de semilla de maíz tratada con seis diferentes dosis.

En la figura 11 se muestran los resultados de plántulas anormales de la prueba de germinación estándar que se hizo, en donde se presenta el numero de plántulas anormales. (Testigo y 200 ppm) fueron las que mostraron mas numero de plántulas anormales y la dosis que presento menor numero de plántulas anormales fue la (400 ppm).

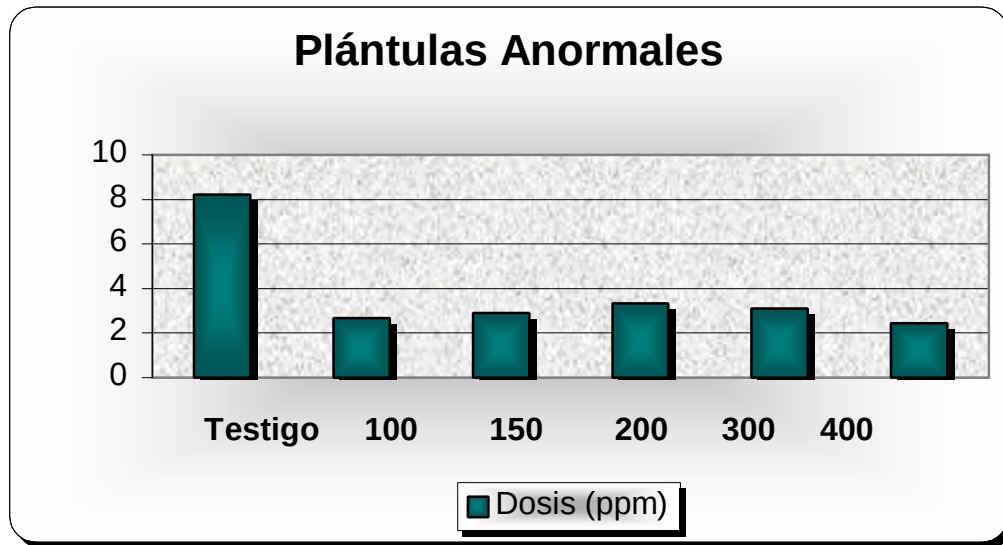


Figura No 11. Porcentaje de Plántulas anormales de semilla de maíz tratada con seis diferentes dosis.

En la figura 12 se muestran los resultados de la variable evaluada de semillas sin germinar, donde se observó que la dosis (300 y 400 ppm) es la que mayor semillas sin germinar presentó y la dosis que menor semillas sin germinar obtuvo fue el (testigo).

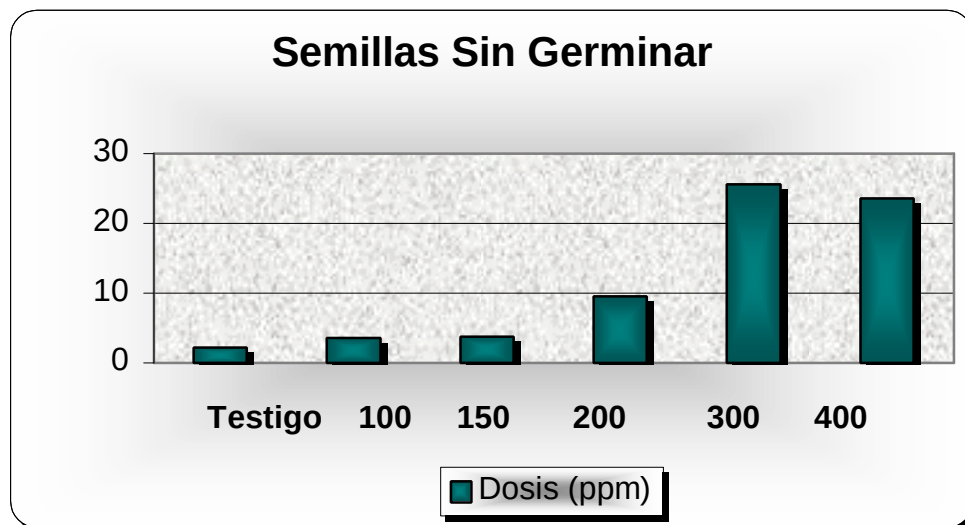


Figura No 12. Porcentaje de semillas sin germinar de semilla de maíz tratada con seis diferentes dosis.

En la figura 13 se muestran los resultados de la longitud media de plúmula, en donde se observa que la dosis la (100 y 200 ppm) es la que presenta mejores resultados y la dosis que nos muestra el menor resultado fue el (testigo).

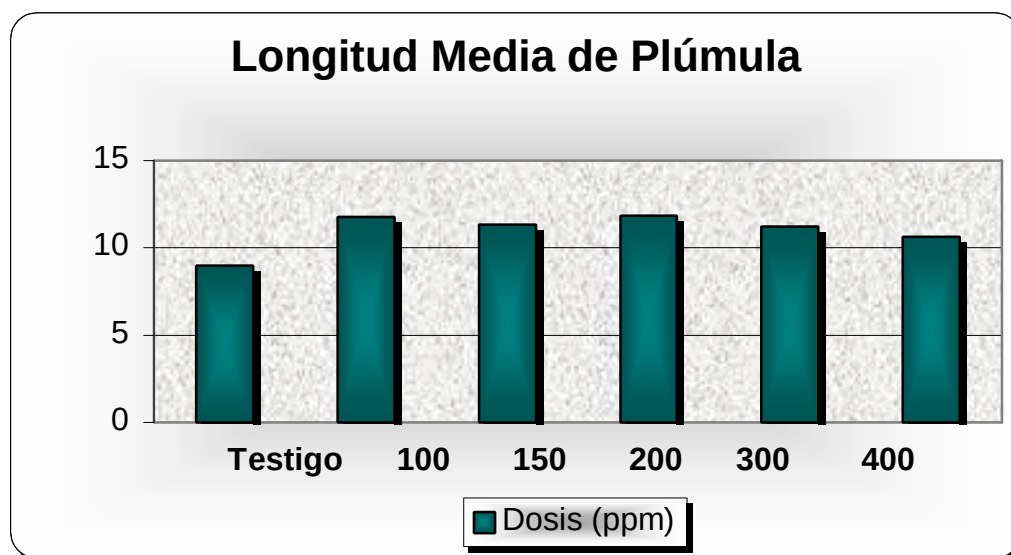


Figura No 13. Longitud media de plúmula de semilla de maíz tratada con seis diferentes dosis.

En la figura 14 se muestran los resultados de longitud media de radícula, en donde se muestra que la dosis (100 y 150 ppm) tienen los resultados mas altos y la dosis que tiene los resultados mas bajos fue la 300 y 400 ppm)

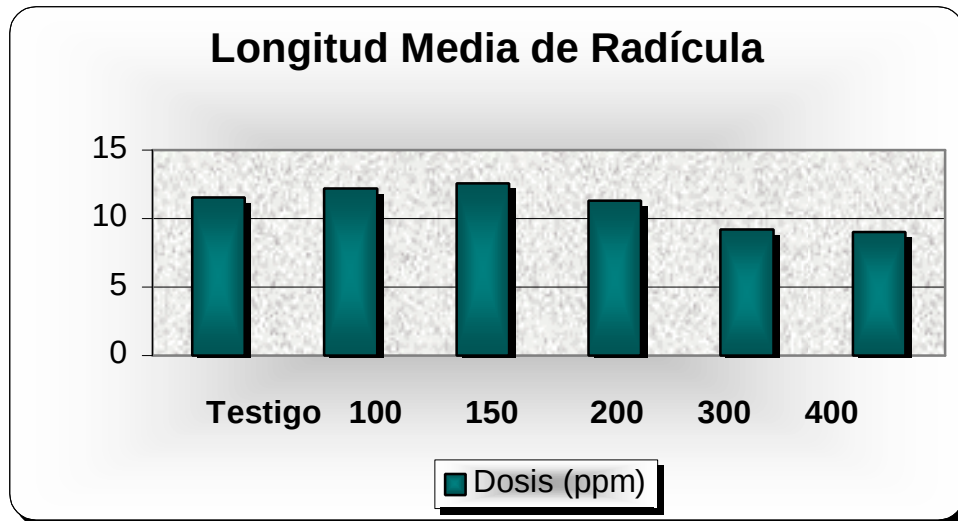


Figura No 14. Longitud media de radícula de semilla de maíz tratada con seis diferentes dosis.

En la figura 15 se muestra el peso seco de plántulas de maíz en almacenamiento tratada con seis productos diferentes y seis dosis cada una, donde se observa que la dosis (300 y 400 ppm) es la que afecta al peso seco de las plántulas y la dosis que menos afecta al peso seco de la plántula fue el (testigo).

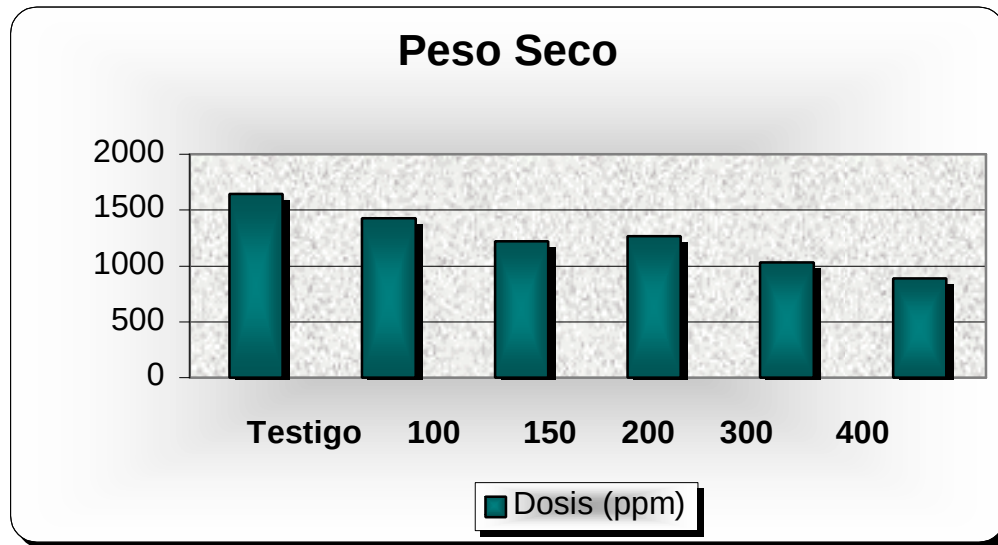


Figura No 15. Peso seco de semilla de maíz tratada con seis diferentes dosis.

CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos en esta investigación, se puede concluir que:

Los mejores aceites para el porcentaje de mortalidad del adulto *S. zeamais* fueron lila y cítricos, en el primer día se obtuvo una mortalidad total en las dosis más altas, para el séptimo día hay un comportamiento igual en todas las dosis; sucede lo mismo en el aceite de cacahuete hasta los 14 días en todas las dosis y en coco, ricino y oliva se obtuvo el 100 % de mortalidad, pero hasta los 21 días.

En lo que respecta a la calidad de la semilla los mejores resultados se obtuvieron con los aceites de oliva, cacahuete, ricino y coco en la variable germinación; no así para los aceites lila y cítricos con los cuales se obtuvieron el menor porcentaje en la germinación y son los que mejor actuaron en el control, por lo que se requiere tal vez bajar un poco la dosis.

El aceite de cacahuete fue mejor en mortalidad hasta los 14 días y no daña la calidad fisiológica de la semilla durante ese periodo; por lo tanto este es recomendado a dosis de 400 ppm por cada 50 gr. para combatir la plaga del *S. zeamais* del maíz.

Se recomienda repetir el trabajo con la dosis que se han encontrado confiables para mortalidad, pero realizando siembras cada 20 días con sus evaluaciones a las 24 hrs., dejarlo en almacén por 6 meses mínimo y evaluar la calidad de semillas también en cuatro a seis períodos.



LITERATURA CITADA

- Aguilera, M. 1991 Validación semicomercial de polvos vegetales y minerales para el combate de *Sitophilus zeamais* Motsc, *Prostephanus truncatus* (HORN) y *Rhyzopertha dominica* (FABR). Tesis Magíster en Ciencias. Colegio de Postgraduados. México. 138p.
- Appert, J. 1993. El almacenamiento de granos y semillas alimenticios. Edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. Pp. 11-97.
- Baur F. J. 1991. Ecology and management of food-industry pests. Edited by J. Richard Gerham. F. D .A. technical bulletin 4. association of official analytical chemists. Virginia. Pp. 427-440.
- Bergvinson (1998) en colaboración con el CIMMYT y Canadian Research Centres.
- Boudreaux, H. B. 1969. The identity of *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 62 (1): 169-172.
- Borror, D. J; De Long, D, and Triplehorn, C. A. 1981. An Introduction to the study of insects. 5th. Ed. Saunders.
- 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.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1991. Elementos Esenciales para el Éxito de un Programa de Semillas. Guía de Estudio para ser Usada como Complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo Tema. Cali, Colombia. 7-9.
- CIMMYT, 1998. "finding resistance to maize storage pest", <http://1928.93.203/about/AR97Finding.htm>.
- Coombs, C. W. 1972. The interpretation of experiments assessing the susceptibility of stored cereals to attack by *Sitophilus* spp. (Coleoptera: Curculionidae). J. Stored Prod. Res. 8:81-82. U.S.A.
- Cubas, M. 2002. Plantas que protegen a otras plantas una alternativa a los cultivos Genéticamente Modificados resistentes a plagas. Revista agroecología LEISA. 17 (4).
- Davidson, N.; J. Dibble, M. Flint, P. Marere, A. Guye. 1991. Managing insects and mites with Spray oils. IPM Education and Publications. División of Agriculture and Natural Resources. Publication 3347. USA. 47p.

- D'ANTONIO, L. Principais pragas de grãos armazenados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande, Paraíba. Armazenamento de grãos e sementes nas propriedades rurais. Campina Grande, 1997. p.189-291.
- Díaz, V. G. 1985. Actividad de aceites vegetales para proteger maiz almacenado contra el gorgojo *Sitophilus zeamais* Motsh. (Coleoptera: Curculionidae). Tesis de Maestría del Colegio de Postgraduados. Chapingo México. 73p.
- Faeth, 1978. Análisis de Calidad. Seminario Internacional sobre Tecnología de Semillas para Centro América, Panamá y el Caribe. P 183.
- FAO. 2003. Consulta de bases de datos de producción mundial y comercio internacional de Maíz.
- FAO. 1983. Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha. Manual de Capacitación. Roma .Italia.250p.
- García, R. I. 1992. Susceptibilidad de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) a insecticidas de diferentes grupos toxicológicos de tres áreas de Veracruz. Tesis de licenciatura. Inst. de Ciencias y Cultura. División de Ciencias Biológicas. Saltillo, Coahuila. 54 p.
- 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.
- Grenier, A. M., B. Pintureau and P. Nardon. 1994. - Enzymatic variability in three species of *Sitophilus* (Coleoptera: Curculionidae) J. Stored Prod. Res. 30(3):201-213.U.S.A.
- Hartman, H. T. y K. E. Dale. 1982. Propagación de Plantas, Principios y Practicas. México, D. F. Editorial CECSA. P. 162.
- Hernandez, et al. 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, Mexico.
- Humphreys, L. R. 1980. A Guide to better pastures for the Tropics and Subtropics. Wright Stephenson and Co. New South Wales, Australia. P. 95.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International rules of seed testing. Seed Science and Technology. 24 Suplument. 335p.

- ISTA 2004, International Rules for Seed Testing. Bassendorf, CH-Switzerland 7 p.
- Kadoum, A. M. And D. W. LaHue. 1974. Penetration of Malathion in stored corn, wheat and Sorghum grain. Jour. Econ. Entomol. 67:477-81.
- Kelly, a.f. 1982. Mejoramiento de la producción de semillas. Memorias de la FAO sobre programas de semillas, Roma, Italia.
- Larrain, P. 1982. Control de bruco con aceites vegetales IPA La Platina (11):36-37.
- Larraín, P. 1994. Manejo integrado de plagas en granos almacenados. IPA. La platina (81): 10-16.
- LAGUNES, A.T.; VILLANUEVA, J. J. Toxicología y manejo de insecticidas. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Texcoco, México. 1994. 350p.
- Lindblad, C y Druben, L. 1986. Almacenamiento del grano. Manejo. Secado. Silos. Control de insectos y roedores. Editorial Concepto S.A. México. D.F. P.p 153-161.
- Lozoya S., A., A. L. Guzmán L. y L. A. Aguirre V. 1986. Mezcla de insecticidas, su toxicidad, resistencia y potenciación del piretroide decametrina. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., Méx. 26 P.
- Moreno, M. E. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. P 383.
- Moreno, M. E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Universidad Nacional Autónoma de México. P 113 – 237.
- Pérez, M. J. 1988. Susceptibilidad a insecticidas en poblaciones del picudo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) de varias localidades de México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 142 pp.
- Pérez, P. 2004. Toxicidad de aceites, esencias y extractos vegetales en larvas de mosquito CULEX QUINQUEFASCIATUS SAY (Diptera: Culicidae). Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Oaxaca, México. 20(1): 141-152.
- Qi, Y and Burkholder, E.W. 1981. protection of stored wheat from the granary weevil by vegetable oil. Jour. Econ. Entomol 74: 502-515.

- Ramírez, M. M. 1990. Biología y hábitos de insectos de granos almacenados. Curso sobre insectos de granos y semillas de almacén. Aguascalientes, Ags. México.1-51.
- Ramayo, R. L. F. 1983 TECNOLOGIA DE GRANOS. Universidad Autónoma Chapingo. INDUSTRIAS AGRICOLAS CHAPINGO, MEXICO. 68-69 P.
- Reynolds et al. 1967. The effect of *Sitophilus granarius* (L) of exposure to low concentrations of phosphine. J. Stored Prod. Res. 2: 177_185.
- 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.
- Sedlacek, J. D., R. J. Barney and M. Siddiqui. 1991. Effect of several management tactics on adult mortality and progeny production of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) on stored corn in the laboratory. J. Econ. Entomol. 84(3): 1041-1046. U.S.A.
- Silva, A. G. 2001. Insecticidas Vegetales: “Volver al futuro” en el combate de insectos pp. 101-107 in: Memorias del Segundo Simposio Internacional y Séptimo Nacional sobre Sustancias Vegetales y Minerales en el combate de plagas.
- SILVA, G.; LAGUNES, A.; RODRÍGUEZ, J.; RODRÍGUEZ, D. Insecticidas vegetales: una vieja y nueva alternativa para el manejo de plagas. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología, v.66, p.4- 12, 2002.
- SIAP, SIACON, SAGARPA. 2003. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. Consulta de Indicadores de Producción Nacional de Maíz.
- SOTO R.N.; JUÁREZ, B.I.F.; PINEDA, Y.J. Evaluación insecticida de *Pathenium incanum* y de *Zinnia spp* en *Sitophilus zeamais*. In: C. RODRÍGUEZ H Memorias del VI Simposio Nacional sobre sustancias vegetales y minerales en el combate de plagas. Consejo Mexicano de agroinsumos biorracionales. Acapulco, Guerrero, México. 2000, p. 89-93.
- Su, F. C., Speirs, R. y Mahany, P. G. 1972. Toxicity of citrus Oliz several stored-product insects: Laboratory evaluation. J. Stored Prod. Res. 65 (5): 1438 – 1441.
- Thorne, A. 1983. Aceites vegetales y plaguicidas. Agricultura de las Américas. Dic.:30-3.

- Thomson, J. R. 1979. Introducción a la Tecnología de Semillas. Editorial Acribia. Zaragoza, España. P. 30.
- Urrelo, R. and V. F. Wright. 1989. Development and behavior of immature stages of the maize weevil (Coleoptera: Curculionidae) within kernels of resistant and susceptible maize. Ann. Of the Entomol. Soc. of Am. 82(6):712-716. U.S.A.
- Walgenbach, C. A. and W. E. Burkholder. 1987. Mating behavior of the maize weevil *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 80:578-583. U.S.A.