

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**



**EVALUACIÓN DE DIFERENTES POLVOS VEGETALES PARA EL CONTROL  
DEL GORGOJO DEL MAÍZ (*Sitophilus zeamais* Motschulsky)**

**Por:**

**JOSÉ MIGUEL MOO MOO**

**T E S I S**

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo del 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA

EVALUACIÓN DE DIFERENTES POLVOS VEGETALES PARA EL CONTROL  
DEL GORGOJO DEL MAÍZ (*Sitophilus zeamais* Motschulsky)

Presentada por:

JOSÉ MIGUEL MOO MOO

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

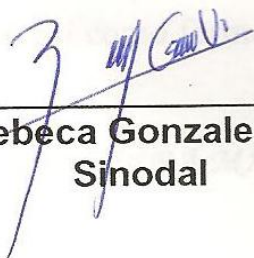
Aprobada por:




Dr. Ernesto Cerna Chávez  
Presidente del Jurado



Dr. Jerónimo Landeros Flores  
Sinodal

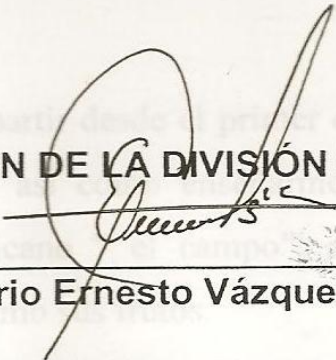


M.C. Rebeca Gonzales Villegas  
Sinodal



Dra. Yisa Maria Ochoa Fuentes  
Sinodal

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMIA



Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Marzo 2011



## AGRADECIMIENTOS

### *A Dios*

Por concederme lo más maravilloso de la vida, la vida misma, la de **MIS PADRES** y **MI FAMILIA**. Por tender tu mano a ayudar a levantarme, para seguir adelante y obtener un triunfo más, en esta vida; porque tu señor siempre has estado en los momentos más difíciles de mi vida y nunca me abandonas, gracias **DIOS MÍO**, gracias por tus bendiciones **SEÑOR**.

### *A MIS ASESORES:*

Mi más sincero agradecimiento cordial y sencillo al **Dr. Ernesto Cerna Chávez**. Por aceptarme como su tesista; además de su valioso apoyo, consejos y dedicación que me brindo durante la realización del presente, y así culminar exitosamente mi tesis profesional.

Agradezco a la **M.C. Rebeca González Villegas** quien siempre tuvo la disponibilidad de brindarme el apoyo y la amistad necesaria para que este trabajo se lograra y formar parte del jurado calificador.

Agradezco al **Dr. Jerónimo Landeros Flores** por su apoyo que brindo a mi trabajo y formar parte del jurado calificador.

Agradezco a la **Dra. Yisa María Ochoa Fuentes** por su colaboración para la revisión de la tesis, así como formar parte del jurado calificador.

### *A mi "ALMA TERRA MATER"*

Por abrigarme en su seno a partir desde el primer día que ingrese hasta el final de mi carrera; por permitir superarme, así como enseñarme a trabajar, lo más hermoso que alimenta a nuestro pueblo mexicano " el campo", además de obtener la herramienta necesaria para aprovechar al máximo sus frutos.

A los maestros de la **carrera de parasitología agrícola** Que día con día compartieron sus conocimientos con todos y cada uno de nosotros. Los cuales son fundamentos para desempeñarse en el ámbito profesional.

A mis **compañeros de Generación**: Por los momentos que pasamos juntos tan emotivos, el compañerismo, las desveladas y los momentos que convivimos juntos pero sobre todo una amistad que durara toda la vida. Rubén Jaimes (El cocho), Andrés Briones, Juan Carlos, Fernando Barreto, Florencio Espínola (Florens), y Jorge Martin (Moche). Las travesuras, los momentos agradables y la amistad que me brindaron gracias Omegar, Daniel (Chino), Epifanio (Pifas), Abraham, Bernardo y Oscar (El pelón), la amistad y las convivencias en las aulas Armando Vázquez, Agustín y Ervin Morales (Trilo) y arriba los ingenieros agrónomos parasitólogos.

A las **chicas de mi generación** Por su amistad, los momentos gratos, la desesperación pero siempre salimos adelante, las experiencias vividas en la casa de parasitólogo que será parte de mi vida, eso y más, Paloma Santana (Palomita), Juliana (La China), Hortensia, Yanira Jiménez (Yanis), Magdalena Sánchez, Yaneth Hernández, Leticia Morales, Marina Luna, Ana Karen, Yoseni Martínez (Yos), Anayeli (Ana), Flor Silvestre (Florecita) y Lourdes Altunar. Nunca las olvidare.

A mis **amigos del cuarto**: Rudy, Willy (Willidae), Eduardo (Chulin), Moo Che y los que ya egresaron Robert, José Ruiz (peicut), Abnal, Uh Moo, Tzec Che y Chemo. Por convivir momentos de alegría, vivimos como hermanos y siempre nos apoyamos unos con otros, seremos amigos por siempre.

A mis **amigos de la universidad**: Beto (Macoy), Uriel (Uri), Alexis (Cocho), Efrén, Adán, Poncho, Ochoa, Charli, Maguito, Chendo, Tardi, Tobal etc. Por compartir agradables momentos juntos, y gracias por la amistad brindada. Ya forman parte de esta historia, y por ser buenos amigos.

A mis **amigos de Xculoc**: Felipe (Chinorio), Manuel (Burrito), Willy (Ran), Alberto (Tontín), Marcos (Maquin), Rudy (Rodach), francisco (Pancho) Ángel (Gringo) son mis amigos y hermanos con quien siempre he compartido parte de mi vida, gracias por todo amigos.

En especial a un gran amigo que siempre recordare donde quiera que me encuentre **Manuel Enrique Moo Ucan** (Alias el Burrito) por ser una persona a todo dar; por los momentos agradables que hemos compartido juntos, desde la primaria hasta el día de hoy, eres una persona muy especial gracias por tu amistad. Va por dos.

**A FUNDEC** (ahora **AVANZA**) Por brindarme la oportunidad de otorgarme una beca para continuar con mi estudio profesional. Estoy muy agradecido en especial al presidente: **Lic. Ignacio Manuel Sánchez Núñez**. MIL GRACIAS.

A **todos mis familiares** y amigos y demás personas que de una u otra forma tengo a bien agradecer por su amistad durante mi carrera profesional.

**“El Triunfo Del Verdadero Hombre Surge De Las Cenizas Del Error”  
(Pablo Neruda)**

## DEDICATORIA

### *A DIOS:*

Por brindarme la oportunidad de vivir y darme su bendición donde quiera que me encuentre para lograr mis sueños.

Especialmente con todo mi cariño, respeto y amor a quienes me dieron la herencia más grande del universo **la vida** y un gran ejemplo a seguir:

### *A MIS PADRES:*

*Sr. Victoriano Moo Ché*

*Sra: Eufracia Moo Moo*

### *A TI PADRE*

Por ser una persona muy especial en mi vida, tú que has sabido guiarme por el buen camino, por darme la oportunidad de superarme y de ser una persona de bien y por creer en mí, por todo gracias A TI, PAPÁ.

### *A TI MADRE*

Por ser lo más hermoso de tenerte a ti madre, porque me diste la vida, tu cariño, cuidados, desvelos, sacrificios; porque siempre has estado conmigo en todo, por tus consejos que siempre los tengo presentes; por todo lo que has hecho por mi GRACIAS MADRE MIA.

### *A MIS HERMANOS:*

**Juana Elena**

**Francisco Javier**

**Ángel Rosario,**

**Geny Yanina**

**María de los Ángeles**

**Mario Ramón**

**Elsy Graciela**

**y**

**Wendy Marisela.**

Alguien con quien siempre he compartido alegrías y tristezas, alguien que siempre está conmigo en las buenas y en las malas, con mucho cariño a ustedes que gracias a su apoyo he concluido mi mas anhelado sueño, en especial a mi hermana Juana (xchuli) y mis hermanos Francisco (Panchito) y Ángel (Gringo) en realidad jamás podre pagar todo lo que hicieron por mi, su sacrificio y su trabajo, mil veces gracias, los quiero mucho y los amo. Que diosito me los guarde y los bendiga.

*A MIS ABUELOS:*

*Sr. Mariano Moo Huchin*

*Sra: Susana Che Canul*

Por los sabios y sinceros consejos que me dieron y el aliento para seguir mis estudios, que siempre se preocuparon por mi bien, es lo más valioso que pudiera recibir de ustedes, estoy totalmente agradecido, los quiero mucho abuelitos. Y gracias a los dos y con la ayuda de dios consiguieron engendrar a un gran hombre que ahora es mi padre.

*Sr. Alejandro Moo Chin †*

*Sra. Saturnina Moo*

Por el apoyo y consejos que me brindaron durante mi infancia. GRACIAS abuelitos.

*A MIS TIOS:*

*Ing. Antonio Moo Che*

*Y Guadalupe Masías*

A ti **Tío Antonio**, por los apoyos brindados y sin pedir algo a cambio y tus consejos que nunca me faltaron, fueron alimento a mi autoestima, eso y más, te agradezco todo lo que hiciste por mí y lo estaré siempre. Te quiero mucho. MIL GRACIAS.

A mi **tía Lupe** también le agradezco sus buenos consejos que siempre los tome en cuenta. GRACIAS.

*Maximiliano Moo Moo*  
*Y Matilde Damián Huchin*

Por su apoyo y la ayuda que me brindaron en la culminación de mi carrera profesional. Ustedes me apoyaron cuando más lo necesitaba. GRACIAS.

*Graciliano Moo Che*  
*Y Matilde Moo Moo*

Por los alientos consejos que me brindaron durante mi estudio. GRACIAS.



## ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	iii
<b>DEDICATORIA.....</b>	vi
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	ix
<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	xii
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	xiii
<b>APÉNDICE.....</b>	xiv
<b>RESUMEN.....</b>	xvi
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	1
<b>REVISION DE LITERATURA.....</b>	3
Origen e importancia del maíz.....	3
Descripción botánica de la planta de maíz.....	4
Plagas y enfermedades del maíz en campo.....	5
Principales plagas de granos almacenados.....	6
Importancia de plagas del almacén.....	6
Origen y evolución de los insectos del almacén.....	7
Infestación y daños.....	7
Tipos de daños.....	8
<b>Picudo del maíz <i>Sitophilus zeamais</i>.....</b>	8
Origen y distribución.....	8
Ubicación taxonómica.....	9
Descripción morfológica.....	9
Biología y Hábitos.....	10
Importancia económica.....	11
Métodos de control.....	11
Control biológico.....	11
Control cultural.....	12

Control físico.....	12
Control químico.....	13
Control alternativo.....	14
Variedades resistentes.....	16
<b>Polvos vegetales evaluados.....</b>	<b>17</b>
Chicalote ( <i>Argemone mexicana</i> L.).....	17
Ubicación taxonómica.....	17
Descripción morfológica.....	17
Distribución.....	17
Metabolitos secundarios.....	17
Antecedentes de actividad insecticida.....	18
Tabaquillo ( <i>Nicotiana glauca</i> Grah.).....	18
Ubicación taxonómica.....	18
Descripción morfológica.....	18
Distribución.....	19
Metabolitos secundarios.....	19
Antecedentes de actividad insecticida.....	19
Gobernadora ( <i>Larrea tridentata</i> ) (Seese&Moc.Ex DC).....	19
Descripción morfológica.....	19
Ubicación taxonómica.....	20
Distribución geográfica.....	20
Pirul ( <i>Schinus molle</i> L.).....	21
Ubicación taxonómica.....	21
Descripción morfológica.....	21
Distribución.....	21
Metabolitos secundarios.....	21
Antecedentes de actividad insecticida.....	22
Higuerilla ( <i>Ricinus communis</i> ).....	22
Descripción.....	22

Distribución.....	22
Usos.....	23
Actividad biológica en insectos.....	23
<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>26</b>
Ubicación del experimento.....	26
Colecta del material vegetal.....	26
Polvos vegetales utilizados.....	26
Incremento de la colonia madre de <i>Sitophilus zeamais</i> .....	27
Método de aplicación.....	27
Variables a evaluar.....	27
Mortalidad de <i>Sitophilus zeamais</i> .....	27
Porcentaje de granos sanos, dañados y quebrados.....	28
Análisis estadístico.....	28
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>29</b>
Mortalidad de <i>Sitophilus zeamais</i> .....	29
Mortalidad a los 8 días.....	29
Mortalidad a los 15 días.....	30
Mortalidad a los 21 días.....	31
Mortalidad a los 28 días.....	33
Porcentaje de granos sanos, dañados y quebrados.....	35
Granos sanos.....	35
Granos dañados.....	36
Granos quebrados.....	37
<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>39</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>40</b>
<b>APENDICE.....</b>	<b>51</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Página.</b>
1	Moléculas presentes en distintas partes de la higuera con actividad biológica sobre insectos.....	24
2	Uso y efecto de higuera sobre insectos de importancia agrícola de la Familia Curculionidae.....	25
3	Dosis por gramo de maíz en cada tratamiento del polvo vegetal.....	26

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Porcentaje mortalidad media de los diferentes polvos usados contra poblaciones de <i>Sitophilus zeamais</i> a los 8 días de exposición.....	29
2	Porcentaje Mortalidad media de los diferentes polvos usados contra poblaciones de <i>Sitophilus zeamais</i> a los 15 días de aplicación.....	31
3	Porcentaje Mortalidad media de los diferentes polvos usados contra poblaciones de <i>Sitophilus zeamais</i> a los 21 días de exposición.....	32
4	Porcentaje Mortalidad media de los diferentes polvos usados contra poblaciones de <i>Sitophilus zeamais</i> a los 28 días de exposición.....	33
5	Porcentaje de granos de maíz sanos, dañados y quebrados a los 28 días de infestados con <i>Sitophilus zeamais</i> .....	35
6	Porcentaje de granos de maíz sanos a los 28 días de infestados con <i>Sitophilus zeamais</i> .....	36
7	Porcentaje de granos de maíz dañados a los 28 días de infestados con <i>Sitophilus zeamais</i> .....	37
8	Porcentaje de granos de maíz quebrados a los 28 días de infestados con <i>Sitophilus zeamais</i> .....	38

## APÉNDICE

<b>Cuadro</b>	<b>Pág.</b>
<b>A1</b> Calendario de actividades efectuado durante el estudio de las aplicaciones de los diferentes polvos vegetales para el control de <i>Sitophilus zeamais</i> Motsch.....	52
<b>A2</b> Análisis de varianza de diferentes extractos vegetales del primer conteo (8 días) sobre la Mortalidad de <i>Sitophilus zeamais</i> Motsch.....	52
<b>A3</b> Comparación de medias de diferentes extractos vegetales del primer conteo (8 días) sobre la mortalidad de <i>Sitophilus zeamais</i> Motsch.....	53
<b>A4</b> Análisis de varianza de diferentes extractos vegetales del segundo conteo (15 días) sobre la Mortalidad de <i>Sitophilus zeamais</i> Motsch.....	53
<b>A5</b> Comparación de medias de diferentes extractos vegetales del segundo conteo (15 días) sobre la Mortalidad de <i>Sitophilus zeamais</i> Motsch.....	54
<b>A6</b> Análisis de varianza de diferentes extractos vegetales del tercer conteo (21 días) sobre la Mortalidad de <i>Sitophilus zeamais</i> Motsch.....	54
<b>A7</b> Comparación de medias de diferentes extractos vegetales del tercer conteo (21 días) sobre la Mortalidad de <i>Sitophilus zeamais</i> Motsch.....	55

<b>A8</b>	Análisis de varianza de diferentes extractos vegetales del cuarto conteo (28 días) sobre la Mortalidad de <i>Sitophilus zeamais</i> Motsch.....	55
<b>A9</b>	Comparación de medias de diferentes extractos vegetales del cuarto conteo (28 días) sobre la Mortalidad de <i>Sitophilus zeamais</i> Motsch.....	56
<b>A10</b>	Porcentaje de granos sanos, dañados y quebrados por <i>Sitophilus Zeamais</i> Motsch. A los 28 días de aplicación.....	56
<b>A11</b>	Análisis de varianza del porcentaje de granos sanos a los 28 días de infestados con <i>Sitophilus zeamais</i> Mostch.....	57
<b>A12</b>	Análisis de varianza del porcentaje de granos dañados a los 28 días de infestados con <i>Sitophilus zeamais</i> Motsch.....	57
<b>A13</b>	Análisis de varianza del porcentaje de granos quebrados a los 28 días de infestados con <i>Sitophilus zeamais</i> Motsch.....	58

## RESUMEN

Este trabajo se realizó en el laboratorio de Toxicología, del Departamento de Parasitología Agrícola, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; en donde se evaluó el efecto de cinco polvos vegetales sobre la mortalidad del picudo del maíz, *Sitophilus zeamais* Motsch; así como el porcentaje de granos sanos, dañados y quebrados. Con la finalidad de observar los niveles de incidencia de granos enteros y granos quebrados por adultos de *Sitophilus zeamais* Mostch. Para la obtención de los polvos, el material vegetal se dejó dos semanas a la sombra en condiciones ambientales para su secado, posteriormente se procedió a triturarlos con una licuadora, después se tamizó hasta obtener polvos finos, finalmente se pasaron por un tamiz de 100 mallas para trabajar con partículas del mismo tamaño. Para los tratamientos se mezcló cada polvo con los granos de maíz, en dosis de 1 g de polvo por cada 300 g de maíz a esto se le agregaron 50 insectos de la misma edad, se tenían 5 tratamientos con 4 repeticiones y un testigo absoluto. Se realizaron cuatro conteos a los 8, 15, 21 y 28 días, se determinó el porcentaje de mortalidad a los 28 días. Al finalizar el conteo de mortalidad se tomaron porcentajes de granos sanos, dañados y quebrados para observar el nivel de daño. Los polvos vegetales evaluados que presentaron los mejores resultados a los 28 días con mortalidades superiores fueron Higuierilla (*Ricinus communis*) con 97.0 % y Tabaquillo (*Nicotiana glauca*) 82.5 %, mientras que el Pirul (*Schinus molle*) y Chicalote (*Argemone mexicana*) presentaron mortalidades similares de 67.8 % y 67.7 % respectivamente, por otra parte el polvo de Gobernadora (*Larrea tridentata*) presentó los niveles mas bajos de mortalidad siendo este de 35.0 %, en el testigo se obtuvo un 4.1 % el cual no es significativo. Se pudo concluir que el mejor polvo vegetal es el de Tabaquillo e Higuierilla a los 28 días de la aplicación, esto puede ser debido a la composición de los polvos. Los granos dañados presentaron mayor susceptibilidad al ataque de insectos en comparación con los granos enteros.

**Palabras clave:** Mortalidad, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, *Ricinus communis*, *Nicotiana glauca*, *Schinus molle*, *Argemone mexicana* y *Larrea tridentata*.



## INTRODUCCIÓN

El maíz, *Zea mays* L., pertenece a la familia de las Poaceas, tribu Maydeas y es la única especie cultivada de este género de gran importancia económica. Es una planta que tiene múltiples usos y puede ser utilizada en varias etapas de su desarrollo desde las mazorcas jóvenes, mazorcas verdes tiernas hasta los granos ya maduros. El grano de maíz principalmente el blanco, es un cereal importante para el consumo humano, en todo el planeta; se siembra en más de 161, 016, 542 hectáreas en el mundo (FAOSTAT-Agric. 2008), y México aporta 24, 410, 278 .53 toneladas por año (SIAP/SAGARPA, 2008). El maíz es sin duda, el grano que ocupa el primer lugar en cultivo y consumo en México, al igual que en los países de África del sur, Guatemala, Honduras y El Salvador (Guzmán, 2009).

El grano de maíz es una fuente importante de carbohidratos y proteínas para la dieta humana. Sin embargo, existen factores que limitan su producción, entre ellos: los insectos, roedores y las enfermedades, que no solo menguan los rendimientos al alimentarse del grano, sino que lo contaminan y reducen su calidad (García, 2007). Las pérdidas de granos en el almacenaje, es el principal problema que enfrenta el agricultor, después de la cosecha. La situación es especialmente importante en países en desarrollo, entre los productores a pequeña escala, quienes ven mermadas sus cosechas a causa de la destrucción de los granos, en los lugares de almacenaje, por roedores, insectos, hongos y bacterias (Pérez *et al.*, 2007).

Los insectos causan daños considerables a los granos almacenados, en el mundo se han reportado 227 especies que afectan estos productos y en México se ha reportado 66 especies que atacan a granos almacenados de maíz, entre ellas *Sitophilus zeamais* y se sabe que las pérdidas que ocasiona este insecto oscilan entre un 15 y un 20 % dependiendo de la región (Guerrero *et al.*, 2003).

Para el control de esta plaga, se utilizan diversos insecticidas sintéticos, los cuales han derivado en el surgimiento de resistencias, acumulación de residuos en el ambiente, intoxicaciones y aumento de los costos de producción; por lo anterior se hace necesario buscar nuevos métodos de control que no causen efectos antes señalados, siendo una buena alternativa el uso de extractos vegetales, lo cual constituye una opción muy útil para agricultores de escasos recursos, que poseen superficies pequeñas, por lo que el objetivo del presente trabajo es:

- Evaluar la capacidad insecticida de cinco polvos vegetales para el control de *Sitophilus zeamais* bajo condiciones de Laboratorio.

**PALABRAS CLAVES:** *Sitophilus zeamais*, Extractos Vegetales, Insecticidas Sintéticos, Residuos, etc.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Origen e importancia del maíz

El maíz ha sido estudiado intensamente y aun no se ha encontrado una explicación satisfactoria de su origen. Darwin determinó que el origen de los vegetales y animales puede estar donde se desarrollan sus antecesores silvestres más cercanos. El origen de las plantas cultivadas están en los centros de diversificación y para el caso del maíz se reconoce que el lugar de origen está en México y América central, esta diversidad tiene un patrón que fue descrito a finales de los años 20 y principios de los 30 del siglo pasado por el reconocido genetista (Vavilov 1926,1931 y 1992).

Otras teorías afirman que el origen del maíz está ubicado en las zonas de México y Centroamérica, al haberse encontrado parientes como el *Tripsacum* y *Euchlaena*, que crecen especialmente muy cerca del maíz, aunque actualmente se acepta que uno de los teocintles, probablemente *Zea mays* (Arford y Horn, 2004).

El maíz es una de las plantas más útiles al hombre. Su importancia puede analizarse en diversos aspectos como son: el académico, el científico, el social y el económico (Reyes, 1990).

Es la principal fuente de nutrimento de un amplio sector de la población rural y urbana marginada; además constituye el soporte fundamental de la economía campesina, ya que el 85 % de la superficie cultivada se ubica en áreas de temporal (Villar *et al.*, 1994). Datos de la confederación nacional campesina indican que 12.5 millones de personas están vinculadas directa o indirectamente a este cultivo lo que representa 55.2% de la población dedicada a la agricultura (Cevallos, 2006).

El maíz es el segundo cultivo del mundo por su producción, después del trigo, mientras que el arroz ocupa el tercer lugar. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y es el segundo, después del trigo, en producción total. El maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento del humano, ganado o como

fuelle de un gran número de productos industriales. La diversidad de los ambientes bajo los cuales es cultivado el maíz es mucho mayor que la de cualquier otro cultivo (Paliwal *et al.*, 2001).

La superficie mundial sembrada es de 161, 016,542 hectáreas, con un rendimiento es de 822,712,527 ton, siendo los principales países productores: E.U.A. con 307,383,552 ton, 166,035,097 ton para china, Brasil con 59,017,716 ton (FAO, 2008) y México presentó una producción de 24,410,278.53 ton en 7,344,345.64 ha; los estados con mayor producción son: Sinaloa 5, 368,861.92 ton, Jalisco 3, 205,017.05 ton, Edo. De México 1, 902,018.58 ton, Chiapas 1, 625,349.87 ton, Michoacán 1, 608,916.07 ton (SAGARPA, 2008).

## **Descripción botánica de la planta del maíz**

### **Sistema radical**

Las raíces representan un importante componente funcional y estructural de la planta de maíz (Cabrera, 2002); en la planta madura, las raíces pueden profundizar hasta 1.8 m y explorar una superficie de 2 m de diámetro (Salazar, 1990). El sistema radical de la planta de maíz presenta varios tipos de raíz, como son; Raíz seminal o principal, Raíces adventicias, Raíces sostén o soporte y Raíces aéreas.

**Tallo:** El tallo es simple, cilíndrico, erecto, de elevada longitud, sin ramificaciones. Interiormente es carnoso, filamentosos y con alto contenido de agua (Salazar, 1990), formado por nudos y el número de estos nudos varía de 8 a 25 (Bejarano, 2000); pueden desarrollarse hijos basales, los cuales cobran importancias en plantíos que resultan de baja densidad, puesto que ayudan a compensar el rendimiento; estos macollos también son de interés en la producción de híbridos. El tallo alcanza su máximo desarrollo cuando la panoja ha emergido completamente y se ha iniciado la producción del polen.

**Hoja:** Las hojas son largas, anchas y planas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Crecen en la parte superior de los nudos, abrazando al tallo mediante estructuras llamadas vainas. La cara superior de la hoja es pilosa, adaptada para la absorción de energía solar, mientras que la cara inferior, glabra, tiene numerosos estomas que permiten el proceso respiratorio.

Las hojas son mantenidas en ángulos apropiadamente rectos con respecto al tallo mediante una fuente de nervadura central. En la superficie foliar de la hoja, en la unión del limbo con la vaina, existe una proyección delgada y semitransparente llamada lígula que envuelve al tallo. La lígula restringe la entrada de agua y reduce las pérdidas por evaporación (Bejarano, 2000).

Su color usual es verde pero pueden encontrarse hojas rayadas de blanco y verde o verde y púrpura. El número de hojas por planta varía entre 8 a 35, Anónimo, 1988. La lámina de la hoja puede llegar a medir hasta 150 cm de largo (Salazar, 1990).

**Inflorescencia:** La inflorescencia masculina (espiga) y femenina (mazorca) se encuentra en la misma planta, pero en sitios diferentes, por esto se dice que es una planta monoica (Salazar, 1990).

**Semilla:** La cubierta o capa de la semilla, se llama pericarpio, esta es dura, por debajo se encuentra la capa de aleurona, que le da el color al grano (blanco, amarillo o morado) el cual contiene proteínas, interiormente está el endospermo, con el 85-90% del peso del grano. El embrión está formado por la radícula y la plúmula, ubicándose en el escutelo, localizado en la parte inferior del grano donde va adherido a la tusa o raquis. (Salazar, 1990).

## **Plagas y enfermedades del maíz en campo**

### **Enfermedades**

Lesur (2005) menciona que las enfermedades del maíz son producidas por hongos, bacterias y virus. Afortunadamente ya se dispone de variedades de híbridos que resisten buena parte de las enfermedades por hongos y virus, de manera que la mejor manera de evitar esos males es usando variedades resistentes, semillas desinfectadas y una buena labranza y que menciona: Las principales enfermedades producidas por hongos en el maíz son; Carbón del maíz (*Sphacelotheca reiliana*), Pudriciones del tallo y la mazorca (*Gibberella zae*, *Diplodia zae*), Tizón de la hoja (*Helminthosporium madys*), Chahuixtle (*Puccinia sorghi*), Cuitlacoche (*Ustilago maydis*), Marchitez (*Erwina stewartii*).

Reyes (1990) menciona que múltiples publicaciones indican cuales son las principales problemas entomológicos en México en el cultivo del maíz destacando: Araña

roja (*Oligonychus* spp), Gusano cogollero (*Laphigma* spp), Gusano medidor (*Mocis latipes*), Gusano soldado (*Pseudaletia unipuncta*), Gusano trosador (*Agrotis ípsilon*), Trips o tabaquito (*Frankliniela* spp.), Barrenador del tallo (*Diatrea* spp), Gusano elotero (*Heliothis zea*), Barrenador europeo (*Phyrausta nubilalis*).

### **Principales plagas de granos almacenados**

*Gorgojo confuso* (*Tribolium confusum*), Gorgojo del arroz (*Sitophilus orizae* L.), Gorgojo de los granos (*Sitophilus granarius* L.), Palomilla dorada de los granos (*Sitotroga cerealella*), Barrenador menor de los granos (*Rhyzopertha dominica* F), Gorgojo plano de los granos (*Cryptolestes pusillos* Sch), Gorgojo aserrado (*Oryzaephilus surinamensis* L.) y Carcoma grande de los granos (*Tenebroides mauritanicus* L.) y el Gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motsch) Baur (1992).

### **Importancia de plagas de almacén**

Durante el almacenamiento los porcentajes de pérdidas son altos y varían dependiendo de la zona; en zonas frías el efecto de los insectos sobre los granos es menor que en las zonas templadas.

Existen números insectos asociados a los granos almacenados que están adaptados a las condiciones secas de estos productos, y que son capaces de vivir y reproducirse en alimentos que están desprovistos de agua.

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

Villegas (1989) cita que 11 especies de las que atacan al maíz almacenado, principalmente en zonas rurales, en donde no se utilizan métodos de control adecuado debido a la carencia de recursos económicos; dichas especies son; gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais*, gorgojo de los graneros *Sitophilus granarius*, barrenador menor de los granos *Rhyzopertha dominica*, barrenador mayor de los granos *Prostephanus truncatus*, palomilla dorada *Sitotroga cerealella*, gorgojo castaño de la harina *Tribolium castaneum*, gorgojo confuso de la harina *Tribolium confusum*, gorgojo aserrado *Oryzaephilus*

*surinamensis*, gorgojo plano de los granos *Criptolestes pusillus*, palomilla bandeada *Plodia interpunctella*, y palomilla del mediterráneo *Anagasta kuehniella*.

Las plagas de maíz almacenado que representan la mayor amenaza a nivel mundial, son las especies de *Sitophilus* spp, y en menor grado *Sitotroga cerealella*, en tanto que, en zonas secas y tropicales, las especies que causan mayor daño son *Rhizopertha dominica* y *Tribolium castaneum*.

### **Origen y evolución de los insectos de almacén**

Se cree que los insectos de almacén hacen su aparición en la era neolítica, cuando el hombre empieza a criar los animales domésticos, cultivar plantas y almacenar cereales. Se asume que las especies conocidas hoy como plagas de almacén fueron desarrolladas primeramente en hábitats naturales, y después se trasladaron o fueron trasladadas a los lugares de almacenaje, ya que estos les proporcionaban condiciones adecuadas para su desarrollo (Salomón, 1965). Algunas especies de insectos actualmente asociados con los productos almacenados han sido encontrados en tumbas del antiguo Egipto; insectos como *Tribolium ssp* y *Sitophilus granarius* alrededor del 2300 a 2500 a. C. respectivamente (Chaddick y Leek, 1972).

### **Infestación y daños**

Principalmente la infestación se inicia desde el campo, cuando los granos están alcanzando su madurez fisiológica. Gran parte de los huevecillos dejados por las hembras sobre los granos, sobreviven a las operaciones propias de la recolección, al desgrane y al acondicionamiento posterior hasta que finalmente son depositados en la bodega y si las condiciones son favorables los huevecillos eclosionan. (Ramayo, 1983). Otra causa es cuando permanecen granos o desperdicios infestados de un año a otro en los almacenes, lo que ocasiona que al momento de almacenar el grano, la infestación se reactive fácilmente (Pérez, 1988).

A las especies plaga de almacén, se les llama insectos de infestación primaria, cuando tiene la capacidad de atacar el grano sano y producen el primer daño. Al completar

su ciclo dejan el grano picado y al emerger la larva empieza a alimentarse, lo cual intensifica el problema.

A los insectos de infestación secundaria, se les llama de esta manera por que no pueden penetrar por la estructura de la protección del grano. Atacan granos dañados por insectos de infestación primaria, rotos, productos y subproductos de la molienda y procesados; se alimenta principalmente de harinas.

### **Tipos de daños**

Larraín en 1994 clasifica en daños directos e indirectos:

#### **1.- Daños Directos**

Son los causados por la actividad de alimentación, la contaminación, con excremento, secreciones y fragmentos de plagas o bajar el porcentaje de germinación.

#### **2.- Daños Indirectos**

Calentamiento y migración de humedad, el alimento básico de los insectos es el almidón, este y otros componentes del grano se metabolizan liberando calor y humedad, pudiendo generar intensos focos de calor, esta diferencia de temperatura en la masa de granos conlleva movimientos de aire que termina con incrementos de humedad en las zonas mas frías e incluso atacar y dañar el material de empaque y estructuras de las bodegas (Serna, 1996).

### **Picudo Del Maíz *Sitophilus Zeamais* Motschulsky**

#### **Origen y distribución**

Existe confusión en cuanto al origen de este insecto, se cree que es originario de la india, lugar del cual se distribuyó a todo el mundo en embarques de granos, convirtiéndose en un insecto cosmopolita (Metcalf y Flint, 1982).

Su distribución es mundial, afectando principalmente a las zonas tropicales y subtropicales húmedas, así como en zonas templadas. En el Estado de México se localiza en las zonas sur y noroeste (García, *et al.*, 2007).

En México García (1992) reporta la presencia de *S. zeamais* en los estados de Aguascalientes, Campeche, Coahuila, Edo. De México, Guerrero, Michoacán, Morelos,



Oaxaca, Puebla, Quinta Roo, Tabasco, Veracruz, Yucatán, por lo que reviste de gran importancia, debido a que se encuentra diseminado en los estados de mayor producción de maíz.

### **Ubicación taxonómica**

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

Reino: Animal

Phylum: Artrópoda

Clase: Insecta

Subclase: Pterigota

Orden: Coleóptero

Suborden: Pollyphaga

Super familia: Curculionoidea

Familia: Curculionidae

Subfamilia: Rhincophorinae

Género: *Sitophilus*.

Especie: *S. zeamais*

### **Descripción morfológica**

Las características morfológicas del gorgojo del maíz (*S. zeamais*) son como se citan a continuación:

#### **Huevo**

El huevecillo rara vez se observa ya que se desarrolla en el interior del grano infestado donde se alimenta, es en forma de pera u ovoide de un color blanco opaco, ensanchado de la parte media hacia abajo y con todo redondeado, mide aproximadamente 0.3 mm de ancho.

### **Larva**

La larva es un gusano pequeño de 2.5 a 2.75 mm de largo, blanco aperlado; de cuerpo grueso y apodo, con cabeza pequeña de color café claro, más larga que ancha y cuneiforme; centralmente casi recta y dorsalmente muy convexa. Pasa por cuatro estadios larvales.

### **Pupa**

La pupa es de color blanco pálido al inicio hasta tornarse a color café claro al final, mide de 2.75 mm a 3mm, presenta proboscis larga dirigida hacia la parte anterior y las patas dobladas hacia la parte anterior y las patas dobladas hacia el cuerpo.

### **Adulto**

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 del pronoto son más de 20 a lo largo de la línea media del cuello al escutelum (Boudreaux, 1969; Pérez, 1988; Ramírez, 1990; Garcia 1992). Presenta alas funcionales. El adulto es muy semejante en forma al gorgojo de los graneros pero difieren en color y marcas, además de que este tiene bien desarrolladas el segundo par de alas.

### **Biología y hábitos**

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. Una hembra produce 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 (Garcia *et al.*, 2007).

Bajo condiciones de laboratorio la temperatura es uno de los factores que afecta el desarrollo de este insecto el rango de temperatura para su desarrollo es entre 26 a 30 °C su ciclo de vida dura de 30 a 42 días bajo condiciones favorables (Sedlacek *et al.*, 1991).

### **Importancia económica**

El maíz, *Zea mays* L. es considerado actualmente como la base de alimentación en los países en desarrollo, sin embargo su producción y conservación esta limitada por factores bióticos como las plagas. *S. zeamais* Motsch. (Coleóptera: Curculionidae) o el gorgojo del maíz es el insecto considerado como la plaga de maíz almacenado mas importante a escala mundial. Se estima que genera pérdidas del 20 al 90% en áreas subtropicales y tropicales (Markham *et al.*, 1994) afectando principalmente a productores de escasos recursos. En México, la incidencia de esta plaga supera el 80% en regiones húmedas y es la primera causa de daño de postcosecha (Tigar *et al.*, 1994).

Así como pérdidas durante el periodo de postcosecha (10-20%) (Bergvinson *et al.*, 2004) y es considerado como plaga primaria ya que es capaz de perforar el grano y favorecer la aparición de otras plagas (Ebecil, 1993)

El daño es causado tanto por la larva como el adulto y el maíz se reduce a polvo y cascara (Grenier *et al.*, 1994).

### **Métodos de control**

#### **Control biológico**

García *et al.*, (2009) Los agentes de control biológico de plagas de granos almacenados, la cual se puede tomar como referencia para investigaciones regionales o locales de México. Se reportan 23 agentes de los cuales 17 son parasitoides, 3 depredadores y 3 parásitos. Los parasitoides encontrados fueron *Anisopteromalus calandrae* Howard, *Apanteles taragamae* Viereck, *Bassus asper* Chou & Sharkey, *Bracon hebetor* Say, *Cephalonomia waterstoni* Gahan, *Choetospila elegans* Westwood, *Dolichogenidea sp.* Ashmead, *Habrobracon hebetor* Say, *Plectochorus sp.* Kusigemati, *Theocolax elegans* Westwood, *Trichogramma embryophagum* Hartig, *Trichogramma cacoeciae* Marchal, *Trichogramma deion* Pinto & Oatman, *Trichogramma evanescens* Westwood,

*Trichogramma pretiosum* Riley, *Trichomma* sp Uchida y *Triclistus* sp. Holmgren pertenecientes a las familias Bethylidae, Braconidae, Ichneumonidae, Pteromalidae y Trichogrammatidae. Dos especies de chinches piratas *Lyctocoris campestris* y *Xylocoris flavipes*, de la familia Anthocoridae y una especie de ácaro *Acarophenax lacunatus* de la familia Acarophenacidae, fueron los depredadores. Además se encontraron tres especies de parásitos protozoarios del grupo Coccidia (*Adelina castana*, *A. palori* y *A. picei*).

### **Control cultural**

Para el gorgojo del maíz se recomienda aplicar mezclas de agentes protectores (cal o tierra diatomea) 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 (Aguilera, 1991).

### **Control físico**

#### **1.- Temperatura**

Las temperaturas extremas son usualmente las más utilizadas como método de control físico ya que los insectos no pueden desarrollarse y reproducirse bajo los 13 °C y sobre los 35 °C (Fields and Muir, 1996). Dentro de la agricultura tradicional una práctica común es la exposición del grano al sol debido a que los insectos no toleran las elevadas temperaturas (Lindbland y Druben, 1979). Un ejemplo del uso de las bajas temperaturas se da en lugares de otoños e inviernos fríos donde se exponen las semillas al ambiente debido a que las bajas temperaturas reducen la tasa de desarrollo, la alimentación, fecundidad y porcentaje de supervivencia de los insectos (Fields and Muir, 1996).

#### **2.- Radiación**

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

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

### **3.- Almacenamiento hermético**

En un recipiente completamente hermético los insectos plaga que pudiera haber en el grano mueren por falta de oxígeno (Hall, 1980). En algunos lugares los agricultores almacenan los granos en depósitos subterráneos y secos que pueden resultar completamente herméticos (Lindbland y Druben, 1979). Aunque cabe señalar que este método presenta la desventaja que las semillas que quedan cerca de las paredes se humedecen formándose hongos y alterándose el sabor.

#### **Control químico**

**1.- Tratamiento de instalaciones.-** Generalmente son líquidos o polvos residuales que se pulverizan en pequeñas gotas o se espolvorean sobre las instalaciones. Los autorizados por CICLOPLAFEST (1994) son como: clorpirifos metil, deltametrina, diclorvos (Naled), fenitrotion, foxim, malatión y pirimifos metil

**2.- Tratamiento preventivo.-** Se realizan sobre grano en movimiento, tratando de generar condiciones inadecuadas para el desarrollo de las plagas. En este caso, también se trata de líquidos o polvos residuales como Carbaryl y endosulfán que se espolvorean o fumigan sobre el grano en movimiento, generalmente se prefiere la pulverización porque de esta manera se logre la distribución más uniforme. En muchos casos, los inertes que acompañan a los plaguicidas en polvo pueden afectar la residualidad del mismo; además, la tensión del vapor de los líquidos les otorga a estos la posibilidad de actuar con mayor rapidez y ejercer control parcial sobre las formas jóvenes u ocultas. Cabe citar que algunos inertes minerales que se encuentran en la formulación de los polvos pueden disminuir el peso hectolitrico del grano, esto en el caso del trigo cobra mayor importancia puesto que una de las formas de comercialización se da en función de este parámetro (sobre todo si se está en el límite de grado) (Guía para el manejo adecuado de plaguicidas en almacenes de granos 2009).

**3.- Tratamiento curativo.-** Se realiza con fumigantes tales como: bromuro de metilo, fosforo de aluminio y fosforo de magnesio. Con el objetivo de eliminar una plaga presente. Controla la infestación pero no brinda ningún tipo de protección contra futuras infestaciones. Generalmente para este tipo de control se utilizan gases que actúan por inhalación. Requiere el mayor grado de hermeticidad posible y un tiempo de exposición determinado. Son influenciados por temperatura, método de aplicación, etc.

Dentro de esta rama el producto más difundido comercialmente es Fosforo de aluminio, este se presenta en pastillas, comprimidos y bolsitas; esta última forma es más aconsejable puesto que el Fosforo de aluminio deja como residuos óxidos de aluminio, hasta un uno por ciento de fosforo sin reaccionar. La utilización de este compuesto en bolsitas evita el contacto del grano con dichos residuos.

### **Control alternativo**

#### **Polvo vegetal**

El uso de polvos vegetales es una técnica recuperada de la agricultura de sobrevivencia de países principalmente de África y América Central (Lagunes y Rodríguez, 1989). Según Rodríguez (2000), las plantas que tradicionalmente se han utilizado en graneros rústicos para evitar el daño del grano por insectos son; cebolla (*Allium cepa*), ajo (*Allium sativum*), neem (*Azadirachta indica*), ají o chile (*Capsicum spp*), cedro (*Cedrela spp*), *Croton spp*, colorín (*Erythrina americana*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), paraíso (*Melia azedarach*), menta (*Mentha spicata*), tabaco (*Nicotiana tabacum*) hierba santa (*Piper auritum*), homeoquelite (*Piper sanctum*), saúco (*Sambucus mexicana*), jaboncillo (*Sapindus spp*) y ramatinaja (*Trichilia havanensis*). Sin lugar a dudas este es un método de control que ha tenido una segunda época, pues se podría decir que ya está quedando atrás el tiempo en que hablar de insecticidas vegetales se limitaba al uso de piretro (*Tanacetum cinerariifolium*), tabaco (*Nicotiana tabacum*) y rotenona (*Derris spp*) entre otros, ya que hoy en día en varios lugares del mundo hay grupos de investigación trabajando en la búsqueda de nuevas plantas con propiedades insecticidas. La mayoría de las especies de plantas que se utilizan en la protección vegetal, exhiben un efecto insectistático más que insecticida (Silva *et al.*, 2002). Es decir, inhiben el desarrollo normal de los insectos. Sin embargo, no se puede olvidar que algunas sustancias vegetales si provocan un efecto

insecticida como sucede con las piretrinas, la nicotina o la rotenona (Izuru, 1970). Según Coats (1994), los compuestos naturales tienen un efecto protector que principalmente se debe a repelencia, disuasivo de la alimentación u oviposición y regulador de crecimiento. Además, Metcalf y Metcalf (1992) también señalan el efecto confusor o disruptor. Por lo tanto, debemos considerar a todos aquellos compuestos que sabemos que su efecto es insectistático como preventivos más que como curativos (Rodríguez, 1993).

Silva *et al.*, (2003a), mencionan que el control de *Sitophilus zeamais* (Coleóptera: Curculionidae) con polvos vegetales utilizados por separado y se mezcla con carbonato de calcio almacenados en maíz. Trece plantas se molieron a polvo y evaluados bajo condiciones de laboratorio por separado y en combinación con carbonato de calcio contra el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais*. Veinte parejas de siete días de *S. zeamais* fueron colocados en un contenedor con 250 g de maíz mezclada con el polvo. 44 tratamientos con tres repeticiones se evaluaron en un diseño completamente al azar con arreglo factorial.

Los tratamientos que causó al menos 40 % de mortalidad de los adultos o por lo menos el 50 % de reducción de la F1 emergencia en relación con el testigo sin tratar fueron considerados promisorios, y se sometieron a un análisis de varianza y una prueba múltiple de Tukey de comparación ( $p=0,05$ ). Los niveles más altos de mortalidad en los tratamientos con polvos vegetales solos fueron obtenidos con *Chenopodium ambrosioides* L, *Peumus boldus* M. y semillas de *Azadirachta indica* J., con valores de mortalidad de 100, 99.1 y 88.4 %, respectivamente. En cuanto a los porcentajes de reducción de la F1, los mejores tratamientos fueron *Ocimum basilicum* L, *Laurus nobilis* L. y *Piper auritum* K., con 97.5, 98.2 y 100 % de reducción en la progenie F1, respectivamente. Mezcla de polvos vegetales con carbonato de calcio aumentaron su actividad. Pérdida de peso de maíz grano no fue un buen parámetro para evaluar la eficacia de estos tratamientos.

### **Polvo inerte**

Gonzalo, *et al.*, (2004) Se evaluaron, en laboratorio, siete polvos inertes (0.1 %, 1 % y 2 % (p/p)) para el control de *Sitophilus zeamais* M. Las variables evaluadas fueron mortalidad y emergencia de adultos, pérdida de peso y germinación del grano, y efecto residual. El diseño experimental fue completamente al azar, los tratamientos tuvieron tres repeticiones y el grupo de tratamientos fue repetido tres veces. La mayor mortalidad se

obtuvo con tierra de diatomeas a 1 % (92.6 %) y 2 % (98.8 %), y con carbonato de calcio a 1 % (70.2 %) y 2 % (84.2 %). La menor emergencia de insectos adultos se obtuvo en los mismos tratamientos y con talco a 1 % y 2 %. La pérdida de peso del grano tratado con tierra de diatomeas y carbonato de calcio fue menor a 5 %. La germinación de los granos no cambió significativamente, y la efectividad de los polvos inertes se mantuvo durante 90 d.

### **Variedades resistentes**

García *et al.*, (2003). *Sitophilus zeamais* (Motsch), el gorgojo del maíz es uno de los insectos más destructivos del grano almacenado y cuyo control es difícil de lograr. Sin embargo, se han caracterizado variedades de maíz resistentes a esta plaga. Estructuralmente, los mecanismos de resistencia en estas variedades se localizan en el pericarpio, la aleurona y el endospermo. Las bases bioquímicas de estos mecanismos de resistencia se deben en parte a los niveles elevados de compuestos fenólicos que limitan la entrada del insecto al grano y disminuyen la disponibilidad de nutrientes. Los ácidos fenólicos se encuentran enlazados con los carbohidratos de la pared celular y son considerados particularmente importantes en el fortalecimiento del pericarpio. La herencia de este mecanismo es poligénica con efectos maternos dominantes. La investigación en curso sugiere que los marcadores moleculares y genes asociados con la resistencia podrán en un futuro utilizarse en el desarrollo de nuevas variedades de maíz resistentes a esta plaga.

Actualmente existen variedades nativas y criollos con resistencia al gorgojo del maíz, entre los cuales se cuentan accesiones de Sinaloa y Yucatán, y de regiones del Caribe.



## Polvos vegetales evaluados

### Chicalote (*Argemone mexicana L.*)

**Ubicación taxonómica.** De acuerdo a Cronquist (1981) la posición taxonómica del chicalote es la siguiente:

Reino-----Vegetal

División-----Magnoliophyta

Clase-----Magnoliopsida

Orden-----Papaverales

Familia-----Papaveraceae

Genero-----*Argemone*

Especie----- *A. mexicana L.*

### Descripción morfológica

Planta herbácea muy espinosa de hojas glaucas irregularmente recortadas y picudas; flores blancas con seis pétalos y cáliz caedizo; estambres numerosos; el fruto es una capsula espinosa, con semillas redondas, rugosas de 1-2 mm (Martínez, 1994). Las hojas sin peciolo, tienen espinas en los márgenes y en las nervaduras; esta planta puede llegar a medir hasta 1 m.

### Distribución

Se encuentra distribuida en todos los estados de México con climas templados; en el estado de Coahuila es muy abundante en la región de Huachichil (Martínez, 1994)

### Metabolitos secundarios

Raffauf (1970) cita que en el género *Argemone* están presentes los siguientes alcaloides: argemone base, argemone base-a, argemonina, argemonina bisnor-, berberina, chelerythrina, coptisina, cryptopina, alpha-allo-cryptopina, beta-allo-cryptopina, morfina, muramina, munitagina I-, protopina, sanguinarina dihydro-, platicerina, rotundina, sanguinarina. Por su parte Gioanetto et al (1999) reportan que los componentes bioactivos

de *A. mexicana* son una mezcla de 12 alcaloides, entre los cuales se encuentran; scopelina, berberina y alantolactona.

### **Antecedentes de actividad insecticida**

Arenas (1984) cita que *A. mexicana* se ha evaluado contra *Periplaneta americana*, *Spodoptera frugiperda* y *Sitophilus oryzae* presentando ligera toxicidad. Gioanetto *et al.*, (1999), han demostrado su acción insecticida contra *Bemisia tabaci* en tomate.

Guevara *et al.*, (2000), menciona que *A. mexicana* y *A. achoroleuca*, mostraron una alta toxicidad contra larvas de *Culex quinquefasciatus* al provocar una mortalidad de 92 y 89 % respectivamente.

## **Tabaquillo (*Nicotiana glauca* Grah.) SOLANACEAE**

### **Ubicación taxonómica**

De acuerdo a Cronquist (1981) la posición taxonómica del tabaquillo es la siguiente:

Reino-----Vegetal

División-----Magnoliophyta

Clase-----Magnoliopsida

Orden-----Solanales

Familia-----Solanaceae

Genero-----*Nicotiana*

Especie----- *N. glauca* Grah.

### **Descripción morfológica**

Es un arbusto siempre verde, de color verde azulado de 2 a 4 m de altura. Sus tallos son delgados y vagamente ramificados. Las hojas son alternas, de 4 a 15 cm de largo y de 2 a 10 cm de ancho, sostenida por peciolo de 2 a 8 cm de largo. Son de forma ovada, de color verde azulado, sin pubescencia, pero cubierta con un polvo blanquecino que se desprende fácilmente; sus márgenes son lisos o suavemente onduladas. Las flores son largas, tubulares, de color amarillo, como de 4 cm de largo y dispuestas en grandes tallos

florales hacia de la punta de la planta. El tubo floral es bastante vellosa en el exterior, pero esos pelos son cortos.

Los pétalos son angostos, los sépalos de cáliz son desiguales, en número de 5, dentados y como de 1 a 1.5 cm de largo. Las capsulas son de color café, con numerosos semillas, de 1 a 1.5 cm de largo, algo aplanadas u oblongas, sostenidas por pedúnculos encorvados de tal manera que cuelgan hacia abajo. Las semillas son arrionadas, de color café oscuro, como de 1 mm de largo, con la superficie erizada y arrugada (CEUC, 1998)

### **Distribución**

Se encuentra en casi todo el país, es muy abundante en lugares secos; en Coahuila se le encuentra muy abundante en Saltillo y Ramos (Martínez, 1994).

### **Metabolitos secundarios**

De acuerdo a Raffauf (1970) se cita que el género nicotiana están presentes los alcaloides; anabasina, anabaseina, anatabina, anatabina n-metil-, anatabina, miosmina, nicotina, iso-nicotellina, nicotina, nor-nicotina, nicotirina, pirrolidina, n-metil pirrolidina.

### **Antecedentes de actividad insecticida**

Cruz (1997) evaluó el efecto insecticida de varios extractos de plantas sobre *B. brassicae*, reportando que la *N. glauca* mostro el mayor efecto insecticida. A su vez Rivera (1992) menciona que el extracto acuoso de frutos de *N. glauca* posee efectos insecticidas contra *Aedes aegypti*, mostrando efectos de 6.6 y 5 % de mortalidad. Por otro lado, Marcos (1996) cita que el extracto vegetal de esta planta mostró buenos resultados en la reducción de daños de la pudrición de la corona y raíz del tomate.

## **Gobernadora (*Larrea tridentata*) (Seese&Moc.Ex DC); ZYGOPHILLACEAE**

### **Descripción morfológica**

Es una planta con hojas trifoliadas, flores de color amarillo y frutos globosos cubiertos por una pubescencia. Las hojas de esta planta presentan una resina que desprende

un olor penetrante. Se multiplica por semilla, aunque tiene la facultad de hacerlo también por tallos subterráneos, pudiendo originarse un manchón del mismo genotipo a partir de un arbusto. Es un arbusto perenne que se desarrolla en los desiertos del sur de EUA y norte de México. Normalmente se le encuentra muy asociado con *Floarensia cernua*. (Martínez, 1994). *L. tridentata* presenta variación cromosómica entre regiones donde se encuentra. Las hojas y los tallos verde de gobernadora contienen aproximadamente 12 por ciento de resina, siendo un constituyente de ella un compuesto fenólico tóxico llamada ácido nordihidroguayarático que tiene un punto de ebullición de 184 °C (García *et al.*, 2005).

### **Ubicación taxonómica**

De acuerdo a (Seese& moc.Ex DC); (Coville 1893) la posición taxonómica del tabaquillo es la siguiente:

Reino..... plantae  
 Phylum.....Spermatophyta  
 Subphylum. ....Magnollophytina  
 Clase. ....Magnollpsida  
 Subclase. ....Rosidas  
 Orden. ....Sapindales  
 Familia..... Zygophyllaceae  
 Genero.....Larrea  
 Especie..... *L. tridentata*

### **Distribución geográfica**

*Larrea tridentata* domina aproximadamente 17.5 millones de hectáreas el oeste de Texas hasta el sur de California en los Estados Unidos (Duisberg, 1952). Su rango en el desierto Monjave va desde la parte sur de California y Nevada a la parte central de Arizona y nuevo México, limitada por heladas invernales o lluvias excesivas de invierno. En la república mexicana, la gobernadora se encuentra en parte del desierto sonorenses, incluyendo los estados de baja california norte, baja california sur y sonora, y en el desierto chihuahuenses incluyendo los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Zacatecas,

San Luis Potosí y Durango, se estima que el 25% (500,000 km<sup>2</sup>) del territorio nacional esta cubierto con este arbusto de las zonas Áridas (Belmares et al., 1979).

### **Pirul (*Schinus molle*); ANACARDIACEAE**

#### **Ubicación taxonómica**

De acuerdo a Cronquist (1981) la posición taxonómica del pirul es la siguiente:

Reino-----Vegetal

División-----Magnoliophyta

Clase-----Magnoliopsida

Orden-----Sapindales

Familia-----Anacardiaceae

Genero-----*Schinus*

Especie----- *S. molle* L.

#### **Descripción morfológica**

Es un árbol con tronco tortuoso, ramillas colgantes; hojas angostas y agudas; las flores son generalmente unisexuales, las masculinas en un árbol y las femeninas en otro, son pequeñas y de color amarillentas; los frutos son globosos de unos 7 mm de diámetro, con el pericarpio brillante, de color rosado-rojizo, con una semilla de sabor parecido al de la pimienta, rodeada de escaza pulpa (Martínez, 1994)

#### **Distribución**

Es árbol sudamericano, aclimatado en México, principalmente en los lugares secos; se encuentra ampliamente distribuido en estado de Coahuila (Martínez, 1994)

#### **Metabolitos secundarios**

La planta *S. molle* contiene taninos, alcaloides, flavonoides, saponinas de esteroides, esteroides; además el aceite esencial presente en las hojas, la corteza y la fruta, son una fuente rica de triterpenos, sesquiterpenos y monoterpenos (poder natural, 2005).

### **Antecedentes de actividad insecticida**

Sánchez (1987) reporta que en *Aedes aegypti*, *S. molle* no posee propiedades efectivas en el control de este. Por su parte Steinbauer (1995) reporta que el aceite esencial extraído de semillas de *S. molle* fueron analizadas para la actividad insecticida contra el adulto de *D. melanogaster*, la mortalidad mostrada fue de 75.0 a 100 % en todas las concentraciones evaluadas (0.025-0.005 mL). Por otro lado, García *et al.*, (2005) menciona que el extracto etanólico se produjo inhibición en todas las cepas de 5 especies de la bacteria de *Listeria*.

### **Higuerilla (*Ricinus communis*); EUFORBIÁCEA**

#### **Descripción**

La higuerilla (*Ricinus communis*) es una planta anual que se encuentra como arbusto o árbol, llegando a medir de 1 a 12 m de altura. Sus hojas son alternas y palmeadas (Aguilar y Zolla, 1982). Su raíz es tipo pivotante. Las flores se encuentran arregladas en panículas o racimos terminales; las masculinas se encuentra abajo y las femeninas en la parte superior de los racimo. Presentan frutos globosos, triloculares y con espinas suaves. Dentro de cada fruto se encuentran 3 semillas casi ovals con una rígida testa rojiza-café. Dependiendo de la variedad, el tamaño de la semilla varia de 0.8 a 2.2 cm de largo y de 0.4 a 1.2 cm de ancho (Frohne y Pfander, 1983).

#### **Distribución**

Aunque su origen aun no se ha determinado, de Souza *et al.*, (2007) afirman que la higuerilla es originaria de África, India o China (Scarpa y Guerci, 1982). Por su cultivo con fines industriales, crecimiento rápido y su uso como planta ornamental, la higuerilla presenta una amplia distribución, principalmente en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Brasil, China, India, Rusia y Tailandia son sus principales productores (Anadón y Martínez-Larrañaga, 2004).

En México la higuerilla se distribuye en Baja California, Chiapas, Chihuahua, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, San Luis

Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán, en forma silvestre, y de manera cultivada en los estados de Oaxaca, Colima y Tamaulipas (Aguilar y Zolla, 1982).

### **Usos**

Esta planta es una maleza en zonas agrícolas y urbanas, no obstante se ha estudiado por sus propiedades secantes, medicinales y el uso de su aceite en la industria para la elaboración de biocombustible, para la fabricación de pinturas, jabones, cosméticos, barnices, fibras sintéticas, resinas y lubricantes en el área automotriz y aeronáutica (Turner *et al.*, 2004; Conceicao *et al.*, 2005). En el área agrícola. La torta o bagazo de la higuierilla se utiliza como fertilizante orgánico, además de que hojas y semillas son usadas como materia prima para la elaboración de extractos para el control de insectos plaga, roedores, moluscos y fitopatógenos, con resultados exitosos (Cuadra, 1981; Upasani *et al.*, 2003; Rodríguez, 2005).

### **Actividad biológica en insectos**

Los metabolitos secundarios de las plantas tienen diversos mecanismos de acción sobre insectos, los cuales pueden ser al nivel hormonal, reproductivo, neurológico, nutricional o enzimático (Agnihotri, 1999).

En la higuierilla se han identificado distintas moléculas con actividad insecticida y/o insectistática (De Oliveira *et al.*, 2002; Upasani *et al.*, 2003; Rodríguez, 2005) las cuales sean extraído y evaluado como extractos o de forma aislada para el control de insectos plaga de importancia económica. En el cuadro 1 se presentan las moléculas producidas en distintas partes de la higuierilla y el efecto que provocan sobre los insectos.

Las partes de la higuierilla más utilizadas para la elaboración de extractos aplicados al control de plagas han sido las semillas y las hojas, aunque en algunas ocasiones se utilizan raíces, bagazo y frutos (Aragón *et al.*, 1995; Ramos, 2006). La toxicidad de los extractos a partir de distintas partes de la higuierilla ha sido comprobada en diferentes especies de insectos plaga pertenecientes a los órdenes Coleóptera, Díptera, Hemíptera, Himenóptera, y Lepidóptera (Rodríguez, 2004).

En especies de importancia agrícola, pertenecientes al orden coleóptera, la higuierilla se ha empleado como método de control. Por ejemplo, Sánchez (1990) reporta el control de poblaciones de la broca de café *Hypothenemus hampei* (Scolytidae) a base de aplicaciones de macerados acuosos de la hoja, fruto y tallo tierno de higuierilla al 10 % después de ser fermentados por 3 horas.

Cuadro 1. Moléculas presentes en distintas partes de la higuierilla con actividad biológica sobre insectos.

Molécula	Actividad biológica	Parte de la planta
Acido clorogenico	Actúa sobre la hormona juvenil Estimula la oviposicion Larvistico Repelente	Toda la planta
Acido elagico	Actua sobre la hormona juvenil	Hoja
Acido ferulico	Repelente	Hoja
Acido linoleico	Repelente	Semilla
Acido oleico	Repelente	Semilla
Beta-amirina	Mosquicida	Hoja
Acido cianhidrico	Insecticida	Semilla
Isoquercitrina	Atrayente	Hoja
Kaempferol	Insecticida inhibidor de la JNK Ovicida y disuasor de la oviposicion	Toda la planta
Quercetina	Actua sobre la hormona juvenil Ovicida y disuasor de la oviposicion Larvistico Insecticida	Toda la planta
Quercitrina	Atrayente	Hoja
Ricina	Insecticida	Semilla
Ricinina	Insecticida	Hoja
Rutina	Actua sobre la hormona juvenil Estimulante de la oviposicion Larvistico Insecticida Atrayente	Hoja



Por otra parte Palma (1998) reporta a la higuierilla como alternativa de control del picudo barrenador del chile *Anthonomus eugenii* (Curculionidae) mediante la aplicación de extracto acuoso de hoja y semilla al 20 %, con la cual disminuyó el consumo foliar del picudo en la planta de chile, en tanto que el mismo autor reporta 60 % de mortalidad por contacto de adultos provocado por el extracto de semilla.

Nava y Luna (1998) reportan la recuperación al 100 % de las plantas de *Agave cupreata* dañadas por el picudo del maguey *Scyphophorus sp* (Curculionidae), al ser tratadas con una infusión de hoja al 5% de higuierilla dirigida al cogollo de la planta, mientras que las plantas testigo murieron en un lapso de 6 semanas. Al respecto sugieren que la higuierilla actúa en el estómago del insecto, provocando su muerte. Otros trabajos realizados sobre insectos plaga de importancia agrícola pertenecientes a la familia Curculionidae son descritos en el cuadro 2.

Cuadro 2. Uso y efecto de higuierilla sobre insectos de importancia agrícola de la Familia Curculionidae

Especie	Higuierilla	Efecto	Referencia
Picudo de la caña ( <i>Rabdoscelus obscurus</i> )	Extracto acuoso de hoja	mortalidad por contacto	Grainge <i>et al.</i> , (1985)
Picudo del ejote ( <i>Apion sp</i> )	Macerado acuoso de toda la planta al 10%	Repelencia	Caro <i>et al.</i> , (1990)
Picudo del arroz ( <i>Sitophilus oryzae</i> )	polvo de la semilla al 1% aplicado al grano de trigo almacenado	Mortalidad por ingestión	Niber, (1994)
Picudo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> )	Infusión y macerado de hoja y fruto al 10% polvo de la semilla 1%	Mortalidad disminución de emergencia	Aragón <i>et al.</i> , (1995)
Picudo de la guayaba ( <i>Conotrachelus sp</i> )	Producto comercial VIORAM(aceite de higuierilla)4ml/L agua aplicado sobre follaje	repelencia	Perales, (2000)

## MATERIALES Y METODOS

### Ubicación del experimento

El presente Trabajo se realizó en el Laboratorio de Toxicología en el Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

### Colecta de material vegetal

Se realizó la extracción de cinco polvos vegetales en plantas de diferente familia taxonómica, donde se utilizó la hoja de las diferentes plantas, *Larrea tridentata* (Gobernadora), *Schinus molle* (Pirul) y la *Nicotiana glauca* (Tabaquillo) las que fueron recolectadas en los campos de la UAAAN, mientras que *Argemone mexicana* (Chicalote) y *Ricinus communis* (Higuerilla) fueron recolectados en el estado de Morelos. Los materiales se trasladaron al laboratorio de toxicología, donde se pusieron a secar a la sombra, sobre las mesas de trabajo a temperatura ambiente durante 15 días, posteriormente se procedió a licuar las muestras hasta dejar el material vegetal en polvo, el cual se pasó por el tamiz de 100 mallas, con la finalidad de trabajar con un tamaño de partícula uniforme.

Cuadro 3. Dosis por gramo de maíz en cada tratamiento del polvo vegetal utilizados.

TRATAMIENTO	POLVO VEGETAL	DOSIS gr/300 grs maíz
1	Chicalote ( <i>Argemone mexicana</i> )	1
2	Tabaquillo ( <i>Nicotiana glauca</i> )	1
3	Gobernadora ( <i>Larrea tridentata</i> )	1
4	Pirul ( <i>Schinus molle</i> )	1
5	Higuerilla ( <i>Ricinus communis</i> )	1
6	Testigo	0

### **Incremento de la colonia madre de *Sitophilus zeamais***

*Sitophilus zeamais* Mostchulsky se obtuvo de la colonia permanente del Laboratorio de Toxicología, en el departamento de parasitología, la cual se encuentra en una cámara de cría LAB-LINE a una temperatura de  $30\pm 2$  °C y a un fotoperiodo de 12:12, para el incremento de colonias, se colocaron en frascos de vidrio de 2 L y se colocó el maíz, para posteriormente depositar los adultos, a los cinco días se retiraron los adultos, con la finalidad de tener insectos de la misma edad para la realización de las pruebas.

### **Método de aplicación**

Para los cinco tratamientos que son: Pirul (*Schinus molle*), Gobernadora (*Larrea tridentata*), Tabaquillo (*Nicotiana glauca*), Chicalote (*Argemone mexicana*) e Higuierilla (*Ricinus communis*) una vez obtenido el polvo fino. Se procedió a distribuir los tratamientos (5 tratamientos con 4 repeticiones y un testigo absoluto) en 24 frascos de plástico de 1 L, en donde se colocaron 300 g de maíz y se adicionó un gramo de polvo según el tratamiento y se procedió a agitarlo por 30 segundos para que los granos quedaran totalmente cubiertos por el polvo (Cuadro 3).

Después de cubrir los granos con cada uno de los polvos se adicionaron 50 insectos a cada uno de los tratamientos y posteriormente se colocaron en una cámara bioclimática Laboline Mark® II, modelo 844 con condiciones favorables para los gorgojos a una temperatura controlada de  $30 \pm 2$  °C y el fotoperiodo de 12:12 horas luz oscuridad.

Finalmente se realizaron los 4 conteos cada siete días para observar insectos vivos y muertos, también se contaron granos sanos, dañados y quebrados.

### **Variables a evaluar**

#### **Mortalidad del *Sitophilus zeamais***

En relación al nivel de mortalidad de *Sitophilus zeamais* se realizaron cuatro evaluaciones: a los 8, 15, 21 y 28 días de ser aplicado los tratamientos. Para las evaluaciones se tamizó y contó el número de insectos vivos y muertos que había en cada uno de los frascos, eliminándose estos últimos y dejándose los vivos.

Los conteos realizados consistieron en la inspección visual directa con la ayuda de una plancha metálica en donde se colocaban los insectos a una temperatura de 60 °C. Se consideró como individuo muerto a aquel insecto que no presenta movilidad alguna.

### **Porcentaje de granos sanos, dañados y quebrados**

La evaluación de esta variable se realizó con la finalidad de considerar cual de los tratamientos protegen a los granos al ataque de estos insectos, ya que el periodo de prueba fue largo (28 días) y también poder observar, si la condición física de los granos (Enteros, dañados y quebrados) influye en el ataque del insecto *Sitophilus zeamais*.

Para obtener esta variable se realizó un conteo en dos repeticiones de cada tratamiento al azar, a los 28 días de haberse aplicado el producto e infestado con *Sitophilus zeamais*, en la cual se separaron los granos sanos, granos dañados y granos quebrados. Con los resultados se determinó el porcentaje y las diferencias de cada una de las variables.

### **Análisis estadístico**

Se realizó un análisis de varianza (ANVA) con un diseño completamente al azar con 4 repeticiones, Cuando el ANVA indicó la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para la separación de medias.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Mortalidad del *Sitophilus zeamais*

A continuación se describen los datos obtenidos en la Mortalidad del *Sitophilus zeamais* y los porcentajes de los granos sanos, dañados y quebrados a través del tiempo, de la siguiente manera:

**Mortalidad a los 8 días**, a nivel general se obtuvieron porcentajes de mortalidad bajos como se observa en la gráfica 1, obteniendo el nivel más alto con el polvo de *Nicotiana glauca*, con un 17.0 % de mortalidad, seguido por *Argemone mexicana* con un 16.2 %, *Larrea tridentata* y *Schinus molle* ambos con un 13.2 %; finalmente *Ricinus communis* con el menor porcentaje de mortalidad (2.4 %). Al realizar la comparación de medias se observó que todos los tratamientos se comportan de manera similar, a excepción de *R. comunis* quien fue el que presentó una menor mortalidad.

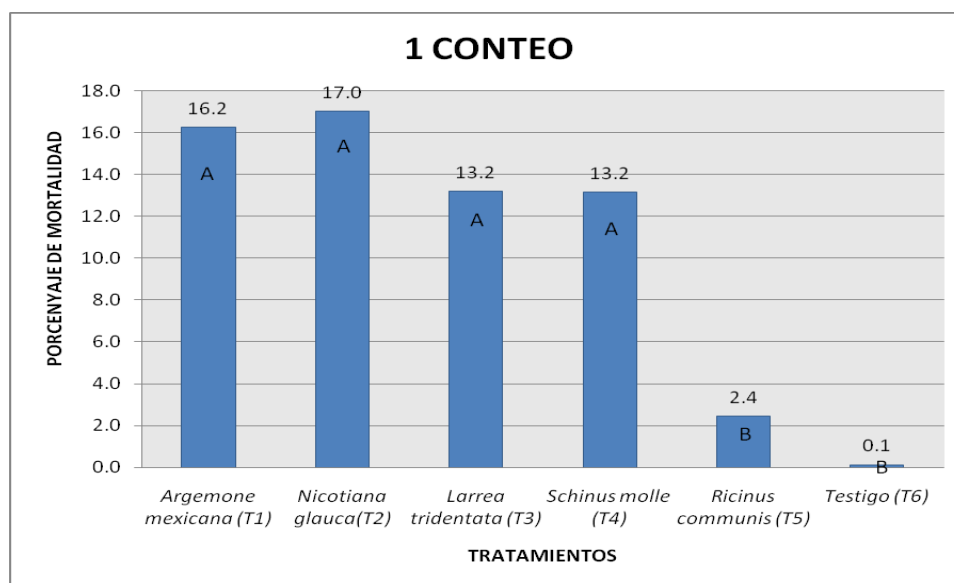


Figura 1.- Porcentaje mortalidad media de los diferentes polvos usados contra poblaciones de *Sitophilus zeamais* a los 8 días de aplicación.

Al comparar los resultados obtenidos de esta investigación con otros autores, Silva *et al.* (1999) mencionan que *Ricinus communis* mostró un valor de 5.10 % de mortalidad sobre *Sitophilus zeamais*. Siendo este resultado superior a lo obtenido en esta investigación.

En relación a *Nicotiana glauca*, los resultados obtenidos en este estudio, mostraron resultados similares a los reportados por Waka *et al.* (2004), quienes mencionan una mortalidad de 17.0 % contra mosquitos (*Anopheles gambiae*) a los ocho días de la aplicación.

Por otro lado podemos mencionar que la proporción de aplicación en nuestro estudio fue de 0.33% (1 gr en 300 gr de maíz). Por lo que nuestros resultados son superiores a los reportados por Procopio *et al.* (2003) quienes mencionan que concentraciones al 3% de *Capsicum frutescens* L, presentan una mortalidad de *S. zeamais* de 4,17 y 9,17 %, respectivamente.

**Mortalidad a los 15 días**, los datos obtenidos en la grafica 2. Nos muestran que el polvo con mejor resultado fue *Ricinus communis*, con un valor de 52.8 % de mortalidad, seguido por *Nicotiana glauca*, *Argemone mexicana*, *Schinus molle* y *Larrea tridentata* con 30.8, 25.6, 25.1 y 20.5 % de mortalidad, respectivamente. Respecto al testigo alcanzo un valor de 0.5% de mortalidad. Al comparar los resultados obtenidos a los ocho días (Grafica 1) con los resultados a los 15 días (Grafica 2), nos muestra que el polvo de la *Nicotiana glauca* obtuvo el mayor porcentaje de mortalidad sobre *Sitophilus zeamais* a los ocho días, mientras que *Ricinus communis* obtuvo el mayor porcentaje de mortalidad a los 15 días de la aplicación.

El análisis de varianza presentó diferencia entre los tratamientos (Cuadro A4), mientras que la comparación de medias (Cuadro A5) de los polvos se presentaron dos grupos, siendo un grupo el de *R. comunis* y *N. glauca* quienes fueron los que presentaron mayor mortalidad.

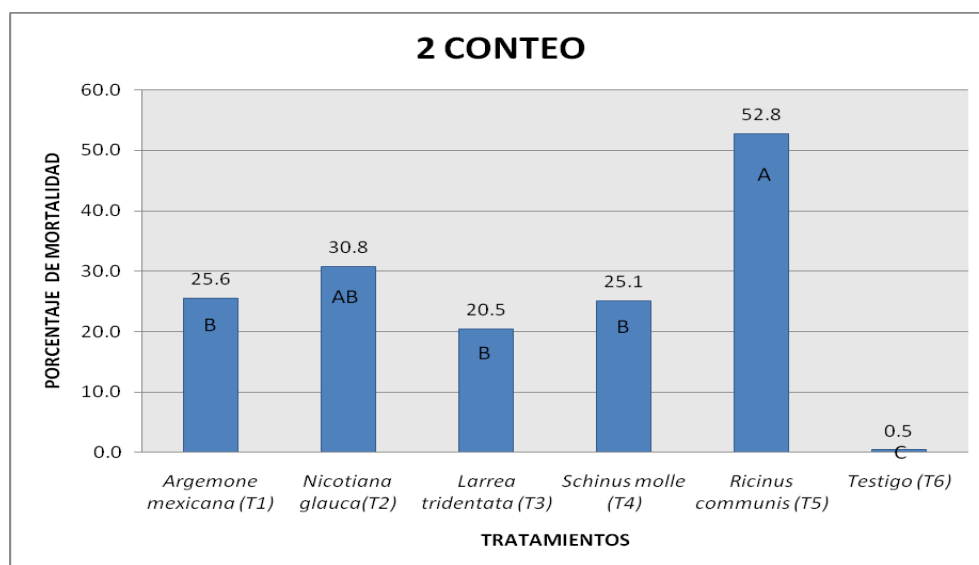


Figura 2.- Porcentaje Mortalidad media de los diferentes polvos usados contra poblaciones de *Sitophilus zeamais* a los 15 días de aplicación.

Ferrero *et al.* (2007); mencionan que *Schinus molle* presenta una mortalidad de 20 a 53 % en adultos de *Blattella germanica*, resultados superiores a esta investigación.

Ngamo-Tinkeu *et al.* (2004) reportan la efectividad de algunos aceites de anonáceas sobre *S. zeamais* a través del tiempo, donde estos aceites tuvieron importante actividad insecticida desde el primer día de aplicación, pero la actividad decreció después de dos días. Después de ocho días la eficacia se perdió en más de un 50 %. Caso contrario a lo encontrado en esta investigación donde a medida que pasa el tiempo la mortalidad aumenta.

Resultados similares fueron obtenidos por Silva *et al.*, 2003. Quienes mencionan el efecto del polvo vegetal (*Ricinus communis*) mas carbonato de calcio, mostrando un valor de 52.5 % de mortalidad de *Sitophilus zeamais*. Este resultado coincide con nuestra investigación, ya que *Ricinus communis* mostró un valor de 52.8 % de mortalidad contra *Sitophilus zeamais* a partir de los 15 días de aplicación.

**Mortalidad a los 21 días**, como se puede observar en la Figura 3. La mortalidad de *Sitophilus zeamais* es superior, los tratamientos que alcanzaron altos porcentajes de mortalidad fueron el polvo de *Ricinus communis* con un 89.9%, seguido por *Nicotiana*

*glauca* con 65.9 % y *Schinus molle* con un 50.3 %, Por otro lado, los polvos con bajos porcentajes de mortalidad fueron *Argemone mexicana* con 43.0 % y *Larrea tridentata* con 26.7 %.

Todos los datos obtenidos son observados en el análisis de varianza (Cuadro A6) donde se muestra que hubo diferencia significativa entre tratamientos. Mientras que la comparación de medias (Cuadro A7) presento varios grupos en relación al porcentaje de mortalidad (Figura 3).

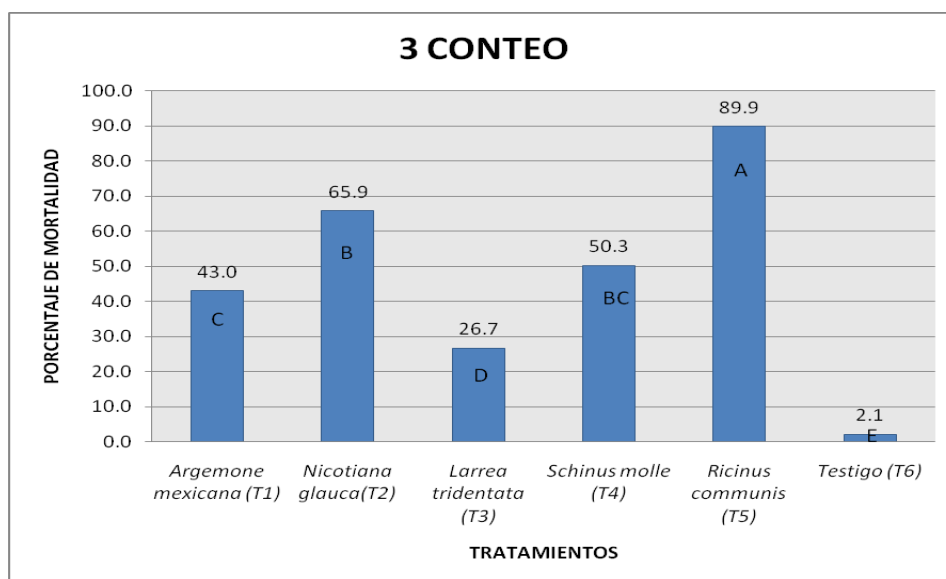


Figura 3.- Porcentaje Mortalidad media de los diferentes polvos usados contra poblaciones de *Sitophilus zeamais* a los 21 días de exposición.

Cuevas (2006), reporta, que para el control del gorgojo del maíz con las hojas y tallos molidos de ruda (*Ruta graveolens*) a dosis de 1 gramo de producto por 100 gramos de maíz se ha logrado el 43.3 % de mortalidad. Mientras que, con la hoja molida del huizache (*Acacia farnesiana*) presenta un 33 % de mortalidad. Por lo que nosotros podemos concluir que nuestros resultados son superiores a los reportados por este investigador.

Así mismo, nuestros resultados son superiores a lo reportado por Estrada (1994), quien menciona que los extractos acuosos de semillas de *Azadiracta indica* se aplican a una dosis de 25 g/L y se necesitan de tres a cinco aplicaciones para lograr un 78 % de efectividad sobre *M. latipes* y un 75 % sobre *Spodoptera frugiperda* en maíz. Respecto a



nuestra investigación la evaluación del polvo vegetal *Ricinus communis* sobre *Sitophilus zeamais* presento un valor de 89.9 % de mortalidad sobre *Sitophilus zeamais* a los 21 días de la aplicación.

**Mortalidad a los 28 días.** Podemos mencionar que los tratamientos que arrojaron mejores resultados sobre la mortalidad de *S. zeamais* son la Higuierilla (*Ricinus communis*) con un 97 % de mortalidad, seguido por Tabaquillo (*Nicotiana glauca*) que alcanzo una mortalidad de 82.5 %, posteriormente dos resultados casi similares con el pirul (*Schinus molle*) con 67.8 % y el chicalote (*Argemone mexicana*) con un 67.7 % de mortalidad, mientras que la gobernadora (*Larrea tridentata*) obtuvo el 35.0 % (Figura 4).

En el análisis de varianza, la mortalidad de *Sitophilus zeamais* (Cuadro A8) se observó que existe diferencia significativa entre los tratamientos, Mientras que la comparación de medias (Cuadro A9) mostro diferentes grupos en relación al porcentaje de mortalidad.

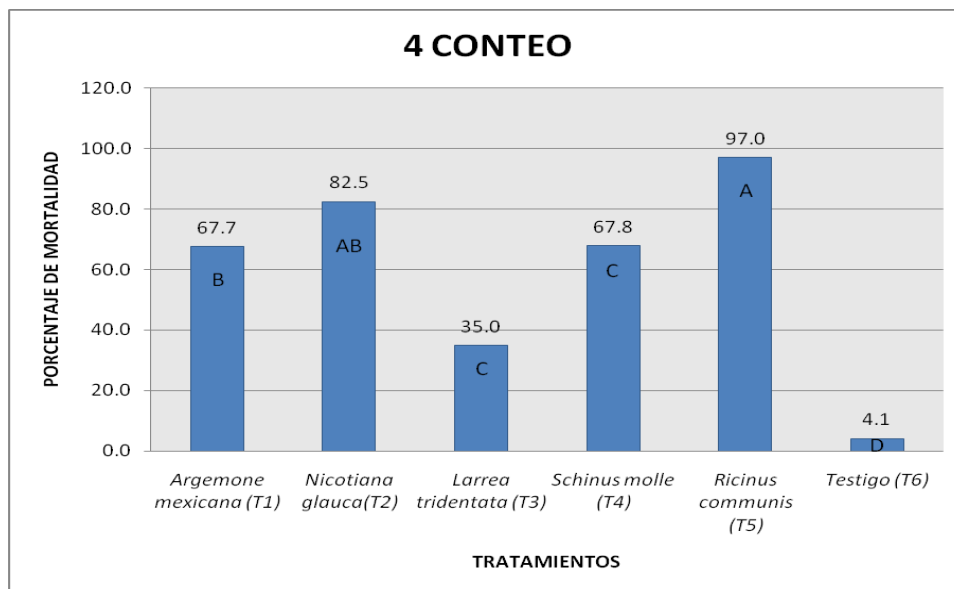


Figura 4.- Porcentaje Mortalidad media de los diferentes polvos usados contra poblaciones de *Sitophilus zeamais* a los 28 días de exposición.

Investigación realizada por Alvarez *et al.*, (1996) evaluaron la actividad insecticida, de extractos de hoja de higuierilla (*Ricinus communis*) al 5 % sobre el picudo del arroz

*Sitophilus oryzae* L., utilizando éter de petróleo y etanol como solventes de extracción. En la evaluación registró un 89% de mortalidad a las 72 hrs de la aplicación. Resultado inferior a lo obtenido en nuestro estudio en donde el extracto *Ricinus communis* obtuvo el 97.5 % de mortalidad a los 28 días de la aplicación.

Resultados similares fueron obtenidos por Silva *et al.* (2003, 2005) quienes, reportan que en concentraciones de 1 y 2 % de polvo de *Peumus boldus*, alcanzaron porcentajes de mortalidad de *S. zeamais* superiores al 90 %. Siendo este resultado inferior a lo reportado por el polvo *Ricinus communis* L. con 97 % de mortalidad de *S. zeamais* a los 28 días de aplicación.

Además Silva *et al.*, 2007. Reporta a incorporación de extractos vegetales a la dieta de larvas (*Spodoptera sp*) a dosis de 0,25 %, que produjo una alta mortalidad. Los extractos polares de *Nicotiana rustica* inducen un 70 % de mortalidad en comparación al 40-60 % de *Nicotiana tabacum*. Mientras que en nuestro estudio encontramos valores superiores de *Nicotiana glauca* a dosis de 1 gramo de polvo en 300 gramos de maíz sobre *S. zeamais* obtuvo el 82.5 % de mortalidad a los 28 días de la aplicación.

Haque *et al.*, (2000), Bajo condiciones de laboratorio, evaluó polvos secos de hojas de *Chenopodium ambrosioides* L. sobre *S. zeamais* y *Sitophilus granarius*, utilizando granos de maíz mezclados con polvo de hojas de *C. ambrosioides* a concentraciones de 0,05 - 0,80 %, reportando una mortalidad de 100 %, resultado superior a lo encontrado en nuestro trabajo.

Cuevas (2006), para controlar al gorgojo del maíz se ha concluido que la semilla molida de chicalote (*Argemone sp*) a dosis de 1 gramo de producto por 100 gramos de maíz, provoca el 98.9% de mortalidad y reduce al 0 % las emergencias de nuevas generaciones y el daño al grano. Idénticos resultados se han generado con la raíz molida de valeriana (*Valeriana officinalis*) a las misma dosis. Por lo tanto este último resultado es superior, a lo obtenido en nuestro trabajo con el polvo *Argemone mexicana* con un valor de 67.7 % de mortalidad, lo que significa que la capacidad insecticida de las hojas de chicalote son menos tóxicos comparando con el polvo obtenido de la semilla.

## Porcentaje de granos sanos, dañados y quebrados

Los resultados para porcentaje de granos sanos, dañados y quebrados (Cuadro A10) a los 28 días de infestados con *Sitophilus zeamais* se muestran en la Figura 5.

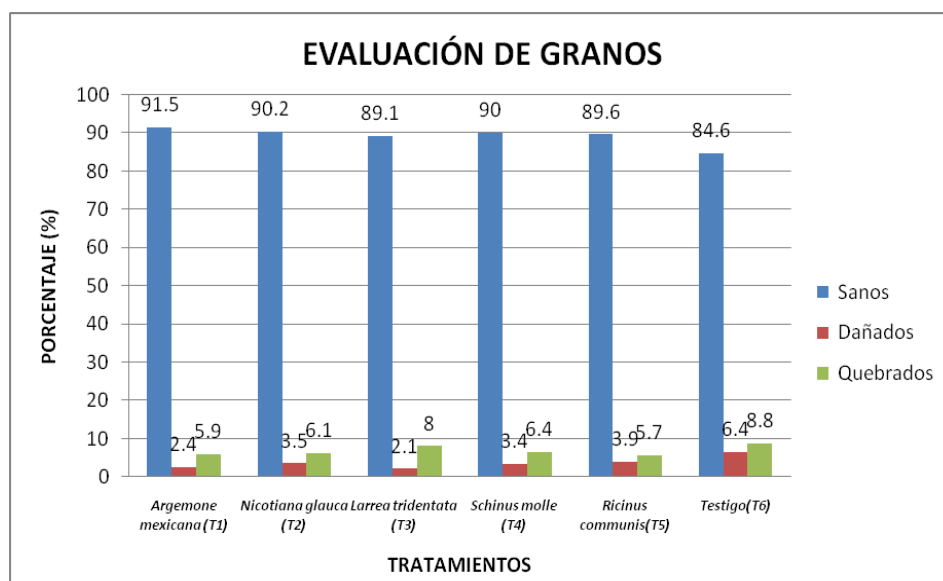


Figura 5. Porcentaje de granos de maíz sanos, dañados y quebrados a los 28 días de infestados con *Sitophilus zeamais*.

## Granos sanos

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos mencionar los polvos vegetales que protegieron mejor a los granos, fueron *Argemone mexicana* con un 91.5 % de granos sanos, seguido de *Nicotiana glauca* con 90.2 %, mientras que *Schinus molle* con un 90 %, *Ricinus communis* con 89.6 % y finalmente *Larrea tridentata* con valor de 89.1 %, respecto al testigo, que alcanza un porcentaje de 84.6 %, a los 28 días de la aplicación de los tratamientos (Figura 6).

En el análisis de varianza se puede observar en el (cuadro A11) que presento diferencia significativa entre tratamientos.

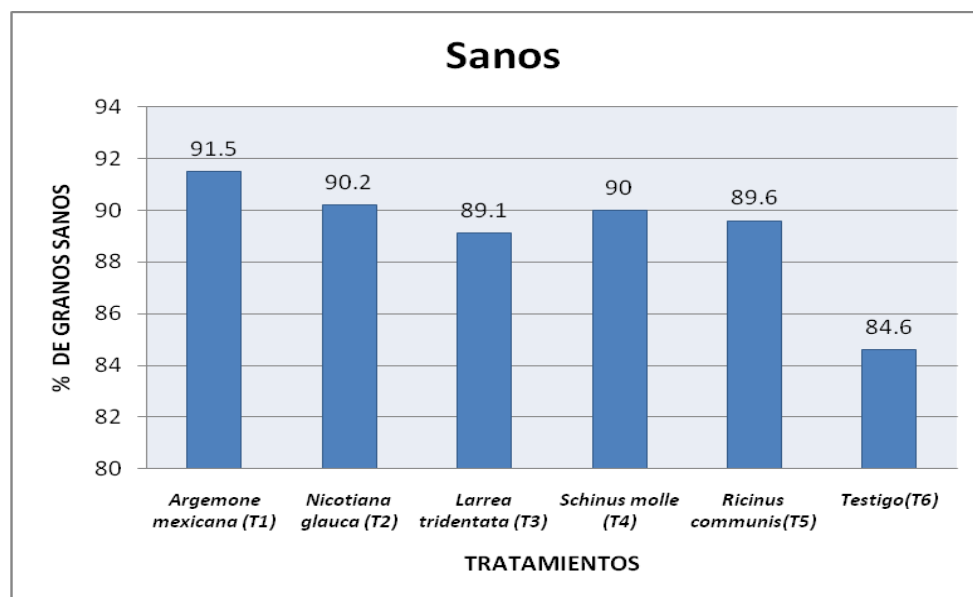


Figura 6. Porcentaje de granos de maíz sanos a los 28 días de infestados con *Sitophilus zeamais*.

### Granos dañados

Para esta variable se puede observar que el tratamiento que obtuvo alto porcentaje de granos dañados por *S. zeamais* a los 28 días de aplicación fue el testigo con 6.4 %, posteriormente Higuerilla con 3.9 %, Tabaquillo con 3.5 %, Pirul con 3.4 %, Chicalote con 2.4 % y por último Gobernadora con 2.1 %. Como se muestra en la figura (Figura 7).

Los daños en granos en esta investigación mostró que el tratamiento que protegió mas contra el ataque del *S. zeamais* resulta que es la higuerilla por tener propiedades altamente toxicas contra esta plaga, presentando resultado similar el polvo del tabaquillo. Siendo los mejores tratamientos para la conservación de los granos en almacén.

Y cuando no se aplica ningún tipo de control en el caso del testigo que obtuvo 6.4 %, la infestación aumento en una forma drástica.

En el análisis de varianza se puede observar en el (cuadro A12) que presento diferencia significativa entre tratamientos.

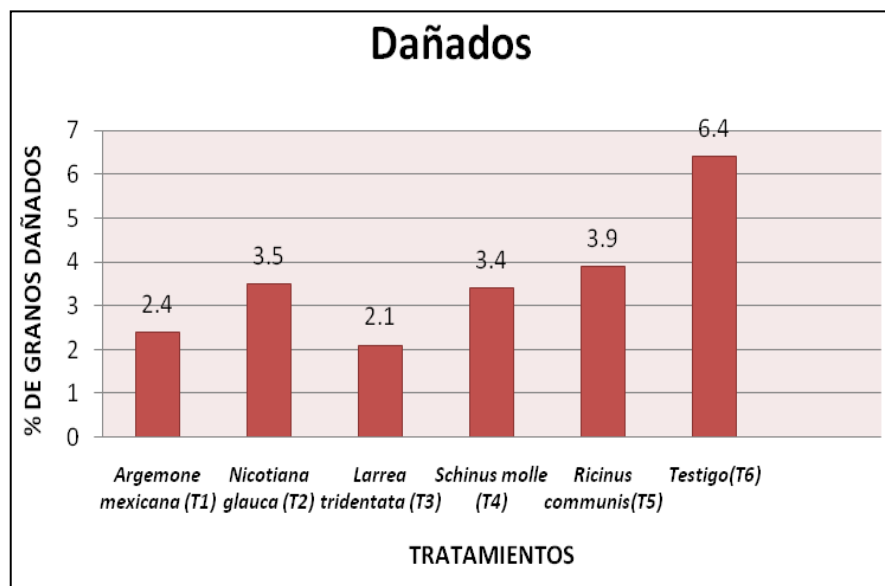


Figura 7. Porcentaje de granos de maíz dañados a los 28 días de infestados con *Sitophilus zeamais*.

### Granos quebrados

En relación al porcentaje de granos quebrados de cada tratamiento fueron los siguientes, el testigo fue el que obtuvo mas porcentaje de granos quebrados con un valor de 8.8 %, posteriormente *Larrea tridentata*, *Schinus molle*, *Nicotiana glauca*, *Argemone mexicana* y *Ricinus communis* presentando valores de 8 %, 6.4 %, 6.1 %, 5.9 % y 5.7 %, respectivamente. Dichos resultados son observados en la Figura 8.

El tratamiento que presento porcentajes superiores en granos quebrados fueron gobernadora y pirul, en este experimento se considera a los granos quebrados que son los más susceptibles al ataque de insectos porque presentan mayor susceptibilidad de ser infestados por insectos.

Respecto al testigo que obtuvo el 8.8 % de granos quebrados fueron los mas dañados por *Sitophilus zeamais*, debido a que no estaban protegidos con el polvo vegetal.

En el análisis de varianza, se observo que existe diferencia significativa entre cada tratamiento (Cuadro A13).

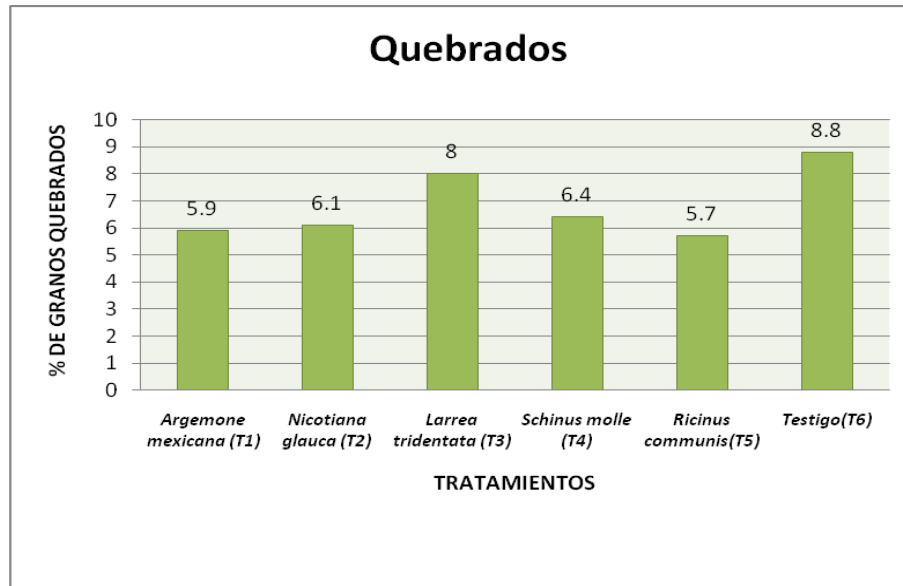


Figura 8. Porcentaje de granos de maíz quebrados a los 28 días de infestados con *Sitophilus zeamais*.

## CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación podemos concluir lo siguiente:

Los mejores polvos vegetales para el control del *Sitophilus zeamais* fueron la Higuierilla (*Ricinus communis*) y el Tabaquillo (*Nicotiana glauca*).

Mientras que los tratamientos chicalote (*Argemone mexicana*) y pirul (*Schinus molle*) obtuvieron mas del 50% de mortalidad, por lo que se pueden considerar también como una alternativa viable.

El polvo vegetal que mostró una inferior capacidad insecticida fue la gobernadora (*Larrea tridentata*).

Por ultimo en relación a los porcentajes de granos dañados y quebrados los tratamientos que presentaron un menor porcentaje fueron *Larrea tridentata* y *Ricinus communis*.

## LITERATURA CITADA

- Agnihotri, N.P. 1999. Pesticide safety evaluation and monitoring. Indian agricultural Research Institute. New Delhi. 9-23 p.
- Aguilar, C. A y Zolla, C 1982. Plantas toxicas de México. Instituto mexicano del seguro social, México, D.F. 271 p.
- Aguilera Peña Ma. Martha. 1991. Validación semicomercial de polvos vegetales y minerales para el combate de *Sitophilus zeamais* Motsch, *Prostephanus truncatus* (Horn) y *Rhyzopertha dominica* (Fabr.) en el sur y sureste de México. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de posgraduados, Montecillo México. 138 p.
- Alvares, C. J., Pinzón R., Bautista E., Rivera A. y Molina, V.D. 1996. Actividad insecticida del extracto etéreo y fracciones aisladas de hojas de *Ricinus communis* L. sobre *Sitophilus oryzae* L. Revista Colombiana de Ciencias Químico - Farmacéuticas, N° 25.
- Anónimo. 1988. Quality Protein Maize. National Academic Press. Washington, DC, USA.
- Anadón, A.P.R. Y Martínez-Larrañaga, M.R. 2004. Ricina: una fitotóxina de uso potencial como arma. Revista de Toxicología, Asociación Española de Toxicología. 21:51-63.
- Aragón G.A. Yepes, Y.S. Rorres C. y López - Olgúin, F.J. 1995. Combate de *Sitotroga cerealella* (Oliver) y *Sitophilus zeamais* (Motsch) mediante espolvoreo con *argemone mexicana* (Papaverácea) y *Ricinus communis* (Euphorbiaceae). Memorias de la v jornadas científicas de la sociedad española de entomología aplicada. Junta de Andalucía. Sevilla. España.
- 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.
- Arenas, L. C. 1984 Extractos acuosos y polvos vegetales con propiedades insecticidas; una alternativa por explotar. Tesis de Licenciatura. UNAM, Pp.161.



- Arford, Martin R. and Horn, Sally P. 2004. "Pollen evidence of the earliest maize agriculture, in Costa Rica" *Journal of Latin American Geography*. Project MUSE, pp. 199-208.
- Baur, F.J. 1992. *Insect Management for Ford Storage and Processing*, Fourth Printing. The American Association of Cereal Chemists, St Paul. MN, USA.
- Bergvinson D. García-Lara S. Diaz-Pontonos D. 2004. Estrategias en postcosecha para reducir las pérdidas en maíz debido a plagas. In: UAM. Nuestra Agricultura en el tercer milenio. Universidad Metropolitana- Xochimilco (In press).
- Barbosa, S. J. R. 2007. Evaluación de productos naturales y comerciales para el control Del gorgojo (*Sitophilus zeamais* Motschulky) en semilla de maíz. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo Coahuila. 49 p.
- Belmares, H. Barrera, A., Ramos de V.L.F., Castillo. E., and Motomochi, V. 1979. Research and development of *L. tridentate* as a source of raw materials. Pp. 247-276. In: LARREA, Serie El desierto CIQA, Saltillo, Coahuila, México. 411 p.
- Bejarano, A. 2000. Características botánicas y fisiológicas de la planta: características botánicas del maíz. *El maíz en Venezuela*. Compilado por Fontana, H y González C. Fundación Polar Venezuela. Fundación para la Investigación Agrícola, Caracas (Venezuela). Caracas (Venezuela). 2000. p. 27-31. [http://scholar.google.com/scholar?hl=es&q=Bejarano++2000+caracteristicas+botanicas+del+maiz&lr=&as\\_ylo=&as\\_vis=0](http://scholar.google.com/scholar?hl=es&q=Bejarano++2000+caracteristicas+botanicas+del+maiz&lr=&as_ylo=&as_vis=0).
- Coville, F.V. 1893. Botany of the Death Valley Expedition. *Cont. U.S. Nat. Herbarium*, Vol. IV. [http://148.223.105.188:2222/gif/snif\\_portal/secciones/usos/UsosPDF.php?especieURL=Larreatridentata](http://148.223.105.188:2222/gif/snif_portal/secciones/usos/UsosPDF.php?especieURL=Larreatridentata)
- Cabrera, S. 2002. El Desarrollo de la Planta del Maíz. Formación y Tipos de granos. Etapas de Crecimiento. En: IX Curso sobre producción del Maíz. ASOPORTUGUESA-INIA. Portuguesa. Venezuela.
- Centro de Investigaciones Agrarias.1980. *El cultivo del maíz en México*. México, 148 p.
- CEUC 1998, the grower's weed identification handbook, Cooperative Extension University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. USA. pp311.

- Cevallos D. 2006. Portazo al maíz transgénico. (IPS), México. <http://ipsnoticias.net/nota.asp?idnews=39130>
- Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST). Catálogo Oficial de Plaguicidas 1994. México. F. 416 p.
- Chaddick, P. R. and F. Leek. 1972. Further specimens of stored products insects found in ancient Egiptian tombs. J. Stored Prod. Res, 8; 83-86. U.S.A.
- Coats J. R. 1994. Risks from natural versus synthetic insecticides. Annu Rev, Entomology. 39:489-515.
- Conceicao, M.M. Candeia, R. A., Dantas, H. J., Soledade, L. E. B., Fernández, V.J. y Souza, A.G. 2005. Rheological behavior of castor oil biodiesel. Energy & Fuels, 19:2185-88.
- Cronquist A. 1981. An integrated system in classification of flowering plants. The New York Botanical Garden. New York. 1-261 pag.
- Cruz, H., L. 1997. Evaluación del efecto del insecticida de cinco extractos de plantas regionales con el pulgón de la col *Brevicoryne brassicae* L. tesis de Licenciatura. UAAAN. 86 p.
- Cuadra, V.D. 1981, *Ricinus communis* L. ariprospectos: investigación en química aplicada (folleto) saltillo, Coahuila, Mexico.4p.
- Cuevas I. M. 2006. Insecticidas alternativos para el control de plagas en granos almacenados. Laboratorio de entomología, Centro de investigaciones biológicas, Inventio, Mexico. Pp 55-60.
- Duisberg, P.C. 1952. Development of a feed from the creosote bush and the determination of its nutritive value. Journal of animal science 11:174-555.
- De Oliveira, R.R.F. De Oliveira F. y Fonseca M.A. 2002. As folhas de palma christi- (*Ricinus communis* L). Euphorbiacea Jussieu. Revisao de conhecimentos. Revista Lecta, Braganca. Paulista. 20:183-194.
- Ebecil, 1993. Evaluación de productos naturales y comerciales para el control del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motsch) en Semilla de Maíz. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 60p/27cm.

<http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=TESISAN.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=008385>.

FAO. 2008. Consulta de base de datos de producción mundial y comercio internacional del maíz. SIAP, SIACON, SAGARPA. Servicio de Información y Estadística y Agroalimentaria y Pesquera. Consulta de indicadores de producción nacional de maíz en México.

[http://www.inifap.gob.mx/revistas/ciencia\\_agricola/vol1\\_num3.pdf#page=114](http://www.inifap.gob.mx/revistas/ciencia_agricola/vol1_num3.pdf#page=114).

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.

Frohne D. y Pfander K, 1983. Efecto del extracto hidroetanólico de higuierilla L. *Ricinus communis* sobre el adulto del picudo del agave *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal. Tesis del instituto politécnico nacional, Yautepec, Morelos, México. Pp.1-95.

[http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/7676/1/2289\\_tesis\\_No\\_viembre\\_2010\\_764362968.pdf](http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/7676/1/2289_tesis_No_viembre_2010_764362968.pdf)

García G. F. , Ramírez M. D., Torres Z. R., Pinto V. M. y Ramírez A. S. 2009. Unidad Regional de Zonas Áridas. Bermejillo, Dgo. <http://www.chapingo.uruza.edu.mx/Vol8-Num1.pdf#page=52>

García L. María de Lourdes. et al. 2007. Silo hermético para el control de plagas de granos almacenados en Guanajuato, México. Agricultura técnica en México. Vol. 33. Texcoco, México. Pp. 231- 239.

García L. S., Andrew J. B., Serratos J. A., Díaz P. D. M., John T. A. Y Bergvinson D J. 2003., Defensas naturales en el grano de maíz al ataque de *Sitophilus zeamais* (Motsch, Coleoptera: curculionidae): mecanismos y bases de la resistencia. UACH. Texcoco, México. [http://www.uacj.mx/ICB/RedCIB/REB/2003/09/REB-3\\_DEFENSAS.pdf](http://www.uacj.mx/ICB/RedCIB/REB/2003/09/REB-3_DEFENSAS.pdf).

García Rodríguez Ixida, 1992. Susceptibilidad de *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) a insecticidas de diferentes grupos toxicológicos de tres áreas de

- Veracruz. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Instituto de ciencia y cultura. 54 p.
- García, S.; F.M. Fernández; E. Sánchez y N. Heredia. 2005. Extractos de plantas medicinales mexicanas inhiben el crecimiento de especies de *Listeria*. 7 p.
- García-Lara, S. Espinosa Carrillo C. y Bergvinson D.J. 2007. Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternas para su manejo y control. CIMMYT® México, D.F. [http://apps.cimmyt.org/english/docs/field\\_guides/manualPlagas.pdf](http://apps.cimmyt.org/english/docs/field_guides/manualPlagas.pdf)
- Gioanetto, F.; E. Franco J.; J. Carrillo F. y R. Quintero S. 1999. Elaboración de extractos con plantas nativas para el control de plagas y enfermedades. Centro de Investigación y Desarrollo en Agricultura Orgánica de Michoacán. Fundación PRODUCE Michoacán. 47 p.
- Grenier A M, Pintureau B, Nardon P (1994) enzymatic variability in three species of *Sitophilus* (Coleoptera: Curculionidae). J Stored Prod Res 30: 201-213.
- Guerreo Rodríguez Eugenio. Silva Martínez Hilda L. Corrales Reynaga Jorge. 2003. Susceptibilidad de *Sitophilus zeamais* a insecticidas y butoxido de piperonilo en dos sustratos alimenticios. Manejo integrado de plagas y agroecología (Costa Rica) No 67. p 51-57.
- Guevara, y; Maselli, A; Sánchez, MC. 2000. Efectos de extractos vegetales sobre bacterias fitopatógenas. Manejo Integrado de Plagas. 56: 38-44.
- Guía para el manejo adecuado de plaguicidas en almacenes de granos <http://209.85.173.1327search?q=cache.HZnq1187hHoJ:www.cepis.ops-oms.org/bvsaidis/resisoli/mexicona/R-0161.pdf+origen+de+los+insectos+de+almacen&hl=en&ct=clnk&cd=1&gl=mx>.
- Guzmán Ibarra Martin. 2009. Monografía. Conservación de granos almacenados. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.63p.
- 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.
- Haque, M., H. Nakakita, H. Ikenaga & N. Sota. 2000. Development inhibiting activity of some tropical plants against *Sitophilus zeamais*. J. stored prod. res. 36: 281-287.

- [http://209.85.173.1327search?q=cache.HZnq1187hHoJ:www.cepis.ops-oms.org/bvsaidis/resisoli/mexicona/R-0161.pdf+origen+de+los+insectos+de+almacen&hl=en&ct=clnk&cd=1&gl=mx.](http://209.85.173.1327search?q=cache.HZnq1187hHoJ:www.cepis.ops-oms.org/bvsaidis/resisoli/mexicona/R-0161.pdf+origen+de+los+insectos+de+almacen&hl=en&ct=clnk&cd=1&gl=mx)
- [http://209.85.173.1327search?q=cache.HZnq1187hHoJ:www.cepis.ops-oms.org/bvsaidis/resisoli/mexicona/R-0161.pdf+origen+de+los+insectos+de+almacen&hl=en&ct=clnk&cd=1&gl=mx.](http://209.85.173.1327search?q=cache.HZnq1187hHoJ:www.cepis.ops-oms.org/bvsaidis/resisoli/mexicona/R-0161.pdf+origen+de+los+insectos+de+almacen&hl=en&ct=clnk&cd=1&gl=mx)
- Izuru, Y. 1970. Mode of action of pyrethroids nicotinoids and rotenoids. *Annu Rev, Entomology*. 15:257-272.
- Lagunes, A., C. Rodriguez H. 1989. Búsqueda de tecnología apropiada para el combate de plagas del maíz almacenado en condiciones rústicas. CONACYT. Colegio de Postgraduados. México. 150 pag.
- Larraín 1994. Guía para el manejo adecuado de plaguicidas en almacenes de granos. Disponible en: [http://209.85.173.1327search?q=cache.HZnq1187hHoJ:www.cepis.ops-oms.org/bvsaidis/resisoli/mexicona/R-0161.pdf+origen+de+los+insectos+de+almacen&hl=en&ct=clnk&cd=1&gl=mx.](http://209.85.173.1327search?q=cache.HZnq1187hHoJ:www.cepis.ops-oms.org/bvsaidis/resisoli/mexicona/R-0161.pdf+origen+de+los+insectos+de+almacen&hl=en&ct=clnk&cd=1&gl=mx)
- Lesur L. 2005. *Manual del cultivo del maíz: una guía pasó a paso*. México: Trillas S. A. 80 p.
- Lindblad, C; L. Druben. 1979. Almacenamiento del grano: manejo-secado-silos; Control de insectos y roedores. Editorial Concepto. México D.F.331p.
- Martínez, M. 1994. Catalogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. 1° reimpresión. México 1245 p.
- Metcalf y Flint, 1982. *Insectos destructivos e insectos útiles*. Trad Del ingles Por Alonso Blackaller V. Compañía Editorial Continental, segunda Edición, S.A. México, D.F.
- Metcalf, R.L y E.R. Metcalf (1992) *Plant kairomones in insect ecology and control*. Chapman and Hall. New York. USA. P169.
- Markham R.H., N.A. Bosque-Pérez, C. Borgemoister y W. G. Meiklo. 1994. Developing post management strategies for the maize weevil, *Sitophilus zeamais*, and the large grain borer, *Prostephanus truncatus*, in the humid and sub-humid tropics. *FAO plant Prot Bull* 42:125-136.

- Nájera, R. M. 1991. Ecología y control del barrenador de los granos *Protephanus truncatus* en el centro de Jalisco. INIFAP. México. <http://agris.fao.org/agris-search/search/display.do?f=1993/MX/MX93004.xml;MX9200195>.
- Nava, Z. J. Y Luna C. L. 1998. Ensayos sobre el uso del higuerilla (*Ricinus communis* L.) Contra *Scyphophorus* sp. En maguey mezcalero (*Agave cupreata* L.) memorias del XXXIII Congreso Nacional de Entomología. Acapulco. Guerrero. México, 322-24p.
- Ngamo-Tinkeu, S.; Goudoum, A.; Ngassoum, M. B.; Mapongmetsem, P. M.; Kouninki, H.; Hance, T. 2004. Persistence of the insecticidal activity of five essential oils on the maize weevil *Sitophilus zeamais* (Motsch.) (Coleoptera: Curculionidae). *Commune Agriculture and Applied Biological Science* 69 (3): 145-147.
- Oliveira, S., J. D. Vendramim, J.I. Ribeiro & J.B. Dos Santos. 2003. Bioactividad de diversos polvos de origen vegetal en relación a *Sitophilus zeamais* mots. (Coleóptera: curculionidae). *Ciencia agr.* 27: 1231-1236
- Palma, M.R.M. 1998. Efectos de extractos botánicos en el control del picudo (*Anthonomus eugenii* Cano) del fruto de chile (*Capsicum annum* L.) y otros artrópodos asociados al cultivo. Tesis de Licenciatura. Departamento de Protección Vegetal. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de El Salvador, El Salvador, 120p.
- Paliwal, L.P., G. Granados, J.P. Marathée. 2001. El Maíz en los Trópicos: mejoramiento y producción. FAO. Roma, Italia.
- Pérez, F. Gonzalo Silva; Tapia M; Ruperto Hepp. 2007. Variación anual de las propiedades insecticidas de *Peumus boldus* sobre *Sitophilus zeamais*. Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía. Chile. [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2007000500004&script=sci\\_arttext&tlng=%5D](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2007000500004&script=sci_arttext&tlng=%5D)
- Pérez, M. J. 1988. Susceptibilidad a insecticidas en poblaciones del picudo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleóptera: Curculionidae) de varias localidades de México. Tesis de Maestría. Chapingo, México. Colegio de Posgraduados. 142 p.
- Poder natural. 2005. Pirul, pirú o árbol de pero *Schinus molle* L. fam. Anacardiaceae. 3p. [www.Podernatural.com/Plantas%20Medicinales/Plantas\\_A/P\\_arbol\\_peru.htm](http://www.Podernatural.com/Plantas%20Medicinales/Plantas_A/P_arbol_peru.htm)

- Procopio, S., J. Vendramim, j. ribeiro, y j. barbosa. 2003. bioactividad de diversos pasos de origen vegetal en relación a *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleóptera: curculionidae). Ciencia e agrotecnología 6:1231- 1236.
- Raffauf, R. R. 1970. A Handbook of alkaloids and alkaloid containing plants. John Wiley and Sons Inc. s/p. USA. P. 186.
- Ramayo, L. 1983. Tecnología de granos. Departamento de industria agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, México, 216 p.
- Ramírez, M. M. 1990. Biología y Hábitos de insectos de granos almacenados Curso sobre insectos de granos y semillas de almacén. Aguascalientes, Ags. México. 300 p.
- Ramos, L.M.A. 2006. Actividad de *Ricinus communis* L. frente a mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Homóptera; Aleyrodidae). Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México. D. F. 48p.
- Reyes, C. P. 1990. El maíz y su cultivo, primera edición. 460 p.
- Rodríguez, H.C. 1993. Fitoinsecticidas en el combate de insectos In: “Bases prácticas de la agroecología en el desarrollo centroamericano”. Módulo II: Manejo de plagas en el sistema de producción orgánica. San Martín Zapotitlán, Retalhuelu. Guatemala pág. 112-125.
- Rivera, R., I. 1992. Toxicidad de extractos acuosos vegetales en larvas de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). Tesis de Licenciatura. UACH. Chapingo. México. 47 p.
- Rodríguez, C. 2000. Plantas contra plagas. RAPAM. Texcoco. México. 133 p.
- Rodríguez, H. C. 2004. Planta atrayentes de insectos plaga. En: tornero C.M., Lopez-Olguin, J.F. y Aragón, G.A. (eds.). Ciencias ambientales y agricultura. Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México, 238p.
- Rodríguez, H.C. 2005. Plantas contra plagas, Epazote, hierba de la Cucaracha, Paraíso, higuierilla y sabadilla. RAP-AL, RAPAM, SOMAS, CP e ITA Tlaxcala. Primera edición. Texcoco, estado de México, mexico.290 p.
- Salvadores U Y., Silvia. A G., Tapia V M., y Hepp G R. 2007. Polvos de especias aromáticas para el control del gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, en trigo almacenado., <http://www.scielo.cl/pdf/agrtec/v67n2/at04.pdf>

- Salazar, P. 1990. El cultivo del maíz en el estado Trujillo, FONAIAP Divulga, N° 33. Enero. Venezuela. [http://bibagr.ucla.edu.ve/db/Bvetucla/edocs/tesis\\_pdf/adames\\_sabrina.pdf](http://bibagr.ucla.edu.ve/db/Bvetucla/edocs/tesis_pdf/adames_sabrina.pdf)
- Salomon, M. E. 1965. Archeological records of storage pests: *Sitophilus granarius* (L) (Coleóptera: Curculionidae) from an Egiptaim pyramid tomb. J. Stored prod. Res. 1:105 -107.
- Sánchez, L. R. 1990. Manual práctico del cultivo biológico del café orgánico. Indígenas de la sierra madre de Motozintla (ISMAN) Chiapas, México, 295 p.
- Sánchez, L., M. G. 1987. Toxicidad de extractos acuosos de plantas ornamentales del área de influencia de Chapingo, Edo. De México sobre larvas del mosquito de la fiebre amarilla *Aedes aegypti* (L.) (Díptera: Culicidae). Tesis de Licenciatura. UACH. 65 p.
- Scarpa, A y Guerci, A. 1982. Various use of de castor oil plant (*Ricinus communis* L.). A. review. Journal of Ethnopharmacology.5:117-137.
- 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. Entomology. 84(3): 1041 – 1046. USA.
- Serna, S. 1996. Química. Almacenamiento e industrialización de los cereales. AGT Editores. Mexico. 521 p.
- SIAP. 2007. Sistema de información agrícola y pecuaria, disponible en; <http://www.siap.gob.mx/>
- Silva A. G., González G. P., Gallo H. R. y Bustos C.P. 2004. Control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky con polvos inertes. Agrociencia 38: 529-536.
- Silva Aguayo G, Hepp G. R., Tapia V. M, Osses R. F, Casals B. P, Bustos F. G, 2005. Evaluación de boldo ("*Peumus boldus* molina") y cal para el control de "*Sitophilus zeamais* Motschulsky" agrociencia, issn 1405-3195, vol. 40, n°. 2, 2006, págs. 219-228
- Silva, G. A. Lagunes, J.C. Rodríguez y D. Rodríguez. 2002. Insecticidas vegetales; una vieja y nueva alternativa en el manejo de insectos. Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 66:4-12



- Silva, G., A. Lagunes, J.C. Rodríguez y D. Rodríguez. 2002. insecticidas vegetales; una vieja nueva alternativa en el manejo de insectos. *Revista manejo integrado de plagas y agroecología (costa rica)* 66:4-12.
- Silva, G.; Orrego, O.; Hepp, R.; Tapia, M. 2005. Búsqueda de plantas con propiedades insecticidas para el control de *Sitophilus zeamais* en maíz almacenado. *Pesquisa agropecuaria brasileira*, v.40, p.11-17.
- Silva G.; Lagunés, A.; Rodríguez, J. 2003. Control de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) con polvos vegetales solos y en mezcla con carbonato de calcio en maíz almacenado. *Ciencia e Investigación Agraria* 30 (3): 153-160.
- Silva, G.; Pizarro, D.; Casals, P.; Berti, M. 2003. evaluación de plantas medicinales en polvo para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en maíz almacenado. *Revista brasileira de agrociencia*, v.9, p.383-388.
- Steinbauer- MJ. 1995. The insecticidal and repellent activity of *Schinus molle* L. (Anacardiaceae) against *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera; Drosophilidae) and *Tribolium confusum* Jacquelin Duval (Coleoptera: Tenebrionidae). *General and Applied Entomology*. 26(13): 18.
- Tapondjou, C. Adler, H. Bouda & D. A. Fontem. 2002. Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosoides* leaves as post-harvest grain protectant against six-stored product beetles. *J. stored prod. res.* 38:395-402.
- Tigar, B. J., P.E. Osborn, G. E. Flores-S, and M. Vasquez-A. 1994. Insect post associated with rural maize stores in Mexico with particular to *Prostephanus truncatus* (Coleoptera: Bostrichidae). *J. Stored Prod. Res.* 30:267-281.
- Turner, C. Whitehand, L.C., Nguyen, T. y Mckeon, T. 2004; optimization of a supercritical fluid extraction/reaction methodology for the analysis of castor oil using experimental design. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52:26-32
- Upasani, S.M.; Kotkar, H.M.; Mentki, P.S. y Maheshwari V.L. 2003. Partial characterization and insecticidal properties of *Ricinus communis* L. foliage flavonoids. *Pest management Science*, 59:1349-1354p.
- Vavilov N.I. 1926. Studies on the origin of cultivated plants, Papers on applied botany, genetics and plant breeding. BAC (Santafé de Bogotá). Primer Edition. Pág 1-248.

[http://scholar.google.com/scholar?hl=es&q=vavilov+1926&lr=&as\\_ylo=&as\\_vis=0](http://scholar.google.com/scholar?hl=es&q=vavilov+1926&lr=&as_ylo=&as_vis=0)

Vavilov N. 1931. Mexico and Central America as a basic center of origin of cultivated plants in the new world, Bull appl. Bot. Genet., Plant Breeding (Leningrad) 26:135-200. Disponible en: [http://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=dD4rAAAAYAAJ&oi=fnd&pg=PR7&ots=uzyqByQ1Wl&sig=b1UBXlzwPg6S3-w\\_EiO-zEWfgiU#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=dD4rAAAAYAAJ&oi=fnd&pg=PR7&ots=uzyqByQ1Wl&sig=b1UBXlzwPg6S3-w_EiO-zEWfgiU#v=onepage&q&f=false)

Vavilov N. 1992. Mexico and Central America as a basic center of origin of cultivated plants in the new world en origins and geography of cultivated plants. Cambridge University Press. Pp 207-238.

Villar M. C., A. Delgadillo P. y G. Hernández D. 1994. *Asphodelus fistulosus* L. para el control del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith. Congreso nacional de control biológico- Simposio del IOBC, Mérida, Yucatán, Noviembre del 2007.pag. 1.

Villegas E. S. E. 1989. Incorporación de *Hipocratea excelsa* (hipocrateacea) y cuatro polvos minerales en maíz encostalado, para evitar el daño de insectos en Lerma, estado de México. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. 76 p.

Waka, M., Hopkins, R.J. and Curtis, C., 2004. "Ethnobotanical survey and testing of plants traditionally used against hematophagous insects in *eritrea*". *J. ethnopharmacol.*, 95(1): 95-101.

Wellhausen E. J., Fobrts L. M y Hernandez X. E. 1951. Razas de maíz en México. Su origen, características y distribución, SAG, México, p. 7.

# **APENDICE**

Cuadro A1. Calendario de actividades efectuado durante el estudio de las aplicaciones de los diferentes polvos vegetales para el control de *Sitophilus zeamais* Motsch.

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FECHA</b>
Aplicación de los tratamientos	01-may-10
Primer conteo	08-may-10
Segundo conteo	15-may-10
Tercer conteo	21-may-10
Cuarto conteo	28-may-10
Evaluación de granos	28-may-10

Cuadro A2. Análisis de Varianza de diferentes extractos vegetales del primer conteo (8 días) sobre la Mortalidad de *Sitophilus zeamais* Motsch.

#### ANALISIS DE VARIANZA

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>5</b>	<b>48.507584</b>	<b>9.701517</b>	<b>11.4713</b>	<b>0.000</b>
<b>ERROR</b>	<b>18</b>	<b>15.223022</b>	<b>0.845723</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>63.730606</b>			

Cuadro A3. Comparación de Medias de diferentes extractos vegetales del primer conteo (8 días) sobre la Mortalidad de *Sitophilus zeamais* Motsch.

TRATAMIENTO	MEDIA
2	4.1260 A
1	4.0305 A
3	3.6337 A
4	3.6275 A
5	1.5605 B
6	0.3535 B

Cuadro A4. Análisis de Varianza de diferentes extractos vegetales del segundo conteo (15 días) sobre la Mortalidad de *Sitophilus zeamais* Motsch.

**ANALISIS DE VARIANZA**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	94.032104	18.806421	9.7065	0.000
ERROR	18	34.875000	1.937500		
TOTAL	23	128.907104			

Cuadro A5. Comparación de Medias de diferentes extractos vegetales del segundo conteo (15 días) sobre la Mortalidad de *Sitophilus zeamais* Motsch.

TRATAMIENTO	MEDIA
5	7.2657 A
2	5.5510 AB
1	5.0585 B
4	5.0130 B
3	4.5230 B
6	0.7070 C

Cuadro A6. Análisis de Varianza de diferentes extractos vegetales del tercer conteo (21 días) sobre la Mortalidad de *Sitophilus zeamais* Motsch.

**ANALISIS DE VARIANZA**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	155.074097	31.014820	39.1679	0.000
ERROR	18	14.253174	0.791843		
TOTAL	23	169.327271			

Cuadro A7. Comparación de Medias de diferentes extractos vegetales del tercer conteo (21 días) sobre la Mortalidad de *Sitophilus zeamais* Motsch.

TRATAMIENTO	MEDIA
5	9.4815 A
2	8.1180 B
4	7.0905 BC
1	6.5573 C
3	5.1680 D
6	1.4657 E

Cuadro A8. Análisis de Varianza de diferentes extractos vegetales del cuarto conteo (28 días) sobre la Mortalidad de *Sitophilus zeamais* Motsch.

**ANALISIS DE VARIANZA**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	164.369995	32.874001	59.8527	0.000
ERROR	18	9.886475	0.549249		
TOTAL	23	174.256470			

Cuadro A9. Comparación de Medias de diferentes extractos vegetales del cuarto conteo (28 días) sobre la Mortalidad de *Sitophilus zeamais* Motsch.

TRATAMIENTO	MEDIA
5	9.8485 A
2	9.0805 AB
4	8.2350 B
1	8.2262 B
3	5.9145 C
6	2.0262 D

Cuadro A10. Porcentaje de granos sanos, dañados y quebrados por *Sitophilus zeamais* Motsch. A los 28 días de aplicación.

	% GRANOS		
	Sanos	Dañados	Quebrados
CHICALOTE (T1)	91.5	2.4	5.9
TABAQUILLO (T2)	90.2	3.5	6.1
GOBERNADORA (T3)	89.1	2.1	8
PIRUL (T4)	90	3.4	6.4
HIGUERILLA (T5)	89.6	3.9	5.7
TESTIGO (T6)	84.6	6.4	8.8



Cuadro A11. Análisis de varianza del porcentaje de granos sanos a los 28 días de infestados con *Sitophilus zeamais* Motsch.

**ANALISIS DE VARIANZA**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>5</b>	<b>84.796875</b>	<b>16.959375</b>	<b>16.9594</b>	<b>0.000</b>
<b>ERROR</b>	<b>12</b>	<b>12.000000</b>	<b>1.000000</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>96.796875</b>			

Cuadro A12. Análisis de varianza del porcentaje de granos dañados a los 28 días de infestados con *Sitophilus zeamais* Motsch.

**ANALISIS DE VARIANZA**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>5</b>	<b>35.004974</b>	<b>7.000995</b>	<b>7.0010</b>	<b>0.003</b>
<b>ERROR</b>	<b>12</b>	<b>12.000000</b>	<b>1.000000</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>47.004974</b>			

Cuadro A13. Análisis de varianza del porcentaje de granos quebrados a los 28 días de infestados con *Sitophilus zeamais* Motsch.

**ANALISIS DE VARIANZA**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>5</b>	<b>24.324890</b>	<b>4.864978</b>	<b>4.8650</b>	<b>0.012</b>
<b>ERROR</b>	<b>12</b>	<b>12.000061</b>	<b>1.000005</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>36.324951</b>			