



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

BÚSQUEDA Y EVALUACIÓN DE PLANTAS DEL VALLE DEL YAQUI, SONORA, CON PROPIEDADES TÓXICAS CONTRA EL GORGOJO DEL MAÍZ, *Sitophilus zeamais* Motsch. (COLEOPTERA: CUCURLIONIDAE).

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE BIÓLOGO PRESENTA: ROSARIO FILIBERTO CERVANTES MORALES



DIRECTORA DE TESIS:

DRA. NORA ELIZABETH GALINDO MIRANDA

m341306

2005



FACULTAD DE CIENCIAS SECCION ESCOLAR



Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Cervantes Morales Rosario Filiberto  
 FECHA: 23 de Febrero '05  
 FIRMA: [Firma]

**ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ**  
**Jefe de la División de Estudios Profesionales de la**  
**Facultad de Ciencias**  
**Presente**

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito: Búsqueda y evaluación de plantas del Valle del Yaqui, Sonora, con propiedades tóxicas contra el gorgojo del maíz, Sitophilus zeamais Motsch. (Coleoptera: Cucurilionidae)".

realizado por Rosario Filiberto Cervantes Morales

con número de cuenta 8052993-8 , quien cubrió los créditos de la carrera de: Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario Dra. Nora Elizabeth Galindo Miranda *[Firma]*

Propietario Dr. José Manuel Pino Moreno *[Firma]*

Propietario Dr. Roberto Miguel Johansen Najme *[Firma]*

Suplente M. en C. Olivia Yáñez Ordóñez *[Firma]*

Suplente M. en C. Alicia Rojas Ascencio *[Firma]*

Consejo Departamental de Biología FACULTAD DE CIENCIAS

*[Firma]*  
 M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez.



UNIDAD DE ENSEÑANZA DE BIOLOGÍA

Contenido.

	Página
Resumen.....	3
1. Introducción y Objetivos.....	5
1 Gorgojo del Maíz, <i>Sitophilus zeamais</i> Motsch.....	11
1.1. Posición Taxonómica.....	11
1.2. Descripción Morfológica.....	11
1.3. Biología y Hábitos.....	13
1.4. Origen y Distribución.....	14
1.5. Importancia Económica.....	14
2. Las plantas como fuente de insecticidas.....	17
2.1. Anabasina.....	18
2.2 Nicotina.....	18
2.3 Piretro.....	19
2.4 Rotenona.....	20
2.5 Riana.....	20
2.6 Sabadilla.....	21
2.7 Otras Especies.....	22
3. Estrategia Metodológica.....	29
4. Resultados y Discusión.....	37
5. Conclusiones.....	47
6. Bibliografía.....	49

## RESUMEN.

El cultivo y producción del Maíz implica el problema de su almacenamiento; ya que durante éste, el grano presenta problemas sanitarios y de depredación, por la presencia de roedores, hongos e insectos; destacando entre estos últimos tres especies de gorgojos de la familia Curculionidae, por su gran capacidad destructiva: el gorgojo del arroz, *Sitophilus oryzae* L, el gorgojo de los granos, *Sitophilus granarius* L y el gorgojo de maíz, *Sitophilus zeamais* Motsch. El método más utilizado en el combate de estos insectos es el químico, por ello una opción en el control de estas plagas lo constituyen los productos naturales derivados de plantas con propiedades insecticidas, que no causen ó minimicen el problema de la contaminación; y que además sean económicos y de fácil aplicación. Esta investigación está dirigida a aportar una opción en el combate del gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* Motsch., en granos almacenados, mediante el uso de polvos vegetales para productores de zonas económicamente marginadas, que no cuentan con los medios ni la tecnología adecuada para conservar sus granos.

Se evaluaron los polvos vegetales de 27 especies de plantas de la flora del Valle del Yaqui, Sonora. Además se usó un tratamiento adicional basado en polvos de *Hippocratea* sp,

Los resultados obtenidos en esta evaluación muestran que la planta "yerba ceniza", *Encelia farinosa* Gray de la familia Asteraceae, es efectiva a una concentración de 0.5% y 0.1% contra el gorgojo del maíz, al causar una mortalidad de 100% y de 58% de adultos respectivamente y disminuir la emergencia de adultos en la F1 en la cual fue de 0% y 32%, con respecto al testigo. Con el tratamiento con la planta conocida como "cancerina" *Hippocratea* sp. de la familia Hippocrataceae a una concentración del 0.1% los resultados se observa el 100% de mortalidad y un 0% de emergencia de adultos y ausencia total de daños a los granos.

## 1.- INTRODUCCIÓN

El maíz es la gramínea de mayor importancia social en México ya que representa la base de la alimentación de su población; gran parte de los agricultores lo cultivan anualmente, ya sea para el autoconsumo familiar, para la alimentación de su ganado, o bien, para su comercialización.

El cultivo del maíz ocupa el 57% de la superficie destinada a los granos básicos y oleaginosas, a él se dedican más de 2.5 millones de agricultores, que aportan más de la mitad de los 18 millones de toneladas que se producen. El consumo nacional oscila entre 16 y 20 millones de toneladas, de las cuales, dependiendo de las condiciones climáticas y económicas, se importa entre 20 y 40%. Un 72% de las unidades productivas lo cultivan, proporcionando ocupación a un 35-40% de la fuerza de trabajo agrícola y a un 66% de la dedicada a los granos . El maíz genera una tercera parte del valor producido en la agricultura y ocupa más de la mitad de la superficie cosechada.

Es un cultivo básicamente de zonas temporaleras, las cuales en 1997 aportaron el 65% de la producción y ocuparon el 85% de la superficie total dedicada al maíz. Es un cultivo básicamente de pequeños

productores -el 92% se localizan en predios menores de cinco hectáreas-en el que el autoconsumo es una proporción importante . Una parte de este maíz temporalero también se dirige a la venta. En la última década, el 11% del maíz comercializado se originó en predios menores de dos Has., el 31% en predios de dos a cinco Has. y el siguiente estrato, de cinco a diez Has., aportó el 29%. La mayor contribución (60%) es la de los productores que tienen entre dos y diez Has.

La producción de semillas de maíz presenta problemas de almacenamiento, ya que independientemente del uso que se le dé, es necesario que se le proporcione protección fitosanitaria adecuada, para que sea utilizado en forma satisfactoria, de acuerdo con las necesidades de la población. Algunos problemas referentes a plagas durante su almacenamiento los representan los roedores, hongos e insectos, destacando entre estos últimos los gorgojos, quienes pueden causar pérdidas considerables, ya que por lo general los agricultores carecen de medios adecuados y económicos para su combate.

En México, sobre todo en áreas bajas, cálidas y húmedas se presentan condiciones ecológicas adecuadas para el desarrollo de poblaciones de insectos, se han reportado 350 especies diferentes que atacan granos almacenados, causando perdidas hasta de un

30%. Las principales especies de insectos que afectan a los granos almacenados se ubican en varias familias del orden Coleóptera, destacando dentro de este, la familia Curculionidae, con tres especies de picudos que presentan una gran capacidad destructiva tanto del adulto como de la larva y por su amplia distribución mundial: gorgojo del arroz, *Sitophilus oryzae* L.; gorgojo de los granos, *Sitophilus granarius* L., y gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* Motsch. En un sondeo realizado por el autor de este trabajo en las bodegas rurales y urbanas en las que se almacenan granos de maíz en el Sur de Sonora se encontró que el gorgojo del maíz es la especie que se presenta con mayor frecuencia ocasionando graves daños en las bodegas rurales y mínimos en las urbanas por las medidas que ahí se toman, como es la aplicación de insecticidas.

La situación demográfica actual del país, donde la alta tasa de crecimiento enfrenta al reto de incrementar el área cultivada y el problema que representan las cuantiosas pérdidas durante el almacenamiento de las cosechas, obligan a la búsqueda de métodos alternativos para su protección con el propósito de asegurar que estas pérdidas se reduzcan al máximo y satisfacer además la creciente demanda de este grano.

El método que más se utiliza para el combate de las plagas de insectos en granos almacenados es el químico, pero dicho procedimiento ocasiona problemas de contaminación e intoxicaciones graves a quienes consumen el producto. Por otro lado, para algunos productores sobre todo de las zonas temporaleras, el alto costo de los productos químicos y el aislamiento geográfico en que viven, les impide el acceso al mercado de productos químicos y por ende no cuentan con los medios adecuados para conservar sus granos. Esta situación obliga a reflexionar sobre las posibles ventajas de utilizar productos naturales con propiedades insecticidas que no causen ó que minimicen los problemas de contaminación, que además sean económicos y de fácil obtención y aplicación.

Los productos naturales derivados de plantas proporcionan una amplia fuente de sustancias bioactivas, que inclusive ya se han utilizado como modelo de algunos insecticidas modernos. Entre los productos naturales más conocidos se encuentran las flores de piretro, *Chrysanthemum cinerarefolium* L. (Asteraceae), explotados en Europa desde el siglo XIX y que se conocían desde los tiempos del rey de Persia Jerjes con el nombre de "polvos de Persia", los cuales eran empleados contra los piojos en humanos. Otros principios activos de plantas que se han utilizado con éxito son la nicotina, rotenona, riania y sabadilla (Lagunes *et al.*, 1984).

En algunas localidades rurales del país se utilizan algunos métodos tradicionales para combatir a las plagas del almacén; dentro de estos se pueden mencionar la mezcla del grano con plantas locales, arena o cenizas. Estos métodos se utilizan en pequeña escala a pesar de que ofrecen la ventaja de que los campesinos que los emplean pueden hacer uso del grano inmediatamente después de lavarlo, sin riesgo de intoxicaciones (Lagunes *et al.*,1984).

En este trabajo se hace la evaluación de polvos vegetales para la protección del grano almacenado contra el ataque de *Sitophilus zeamais* Motsch. en condiciones normales de almacenamiento; esta investigación está dirigida básicamente a aportar una opción al problema que representa el ataque de dicha especie en zonas económicamente marginadas, donde el pequeño productor no cuenta con los medios ni la tecnología adecuada para conservar sus granos.

## OBJETIVOS

Con base en lo anterior, se plantearon los siguientes objetivos:

Evaluar el efecto de los polvos vegetales de 28 especies de la región del Valle del Yaqui y un tratamiento adicional de *Hippocratea* sp. Del Sur del país en:

- ❖ La mortalidad de los gorgojos adultos en granos de maíz almacenados.
- ❖ La emergencia de adultos en la F1.
- ❖ El efecto antialimentario de dichos polvos sobre los gorgojos.

## 1.- GORGOJO DEL MAIZ, *Sitophilus zeamais* Motsch.

### 1.1.- POSICIÓN TAXONÓMICA.

El gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* fue descrito por Motschulsky en 1855 (Boudreaux, 1969). Esta especie se clasifica en el Phylum Arthropoda; Subphylum Uniramia; Clase Hexapoda; Subclase Pterygota; Orden Coleóptera; Suborden Polyphaga; Familia Curculionidae; Subfamilia Calendrínidae; Género *Sitophilus*; Especie *S. zeamais* (Hatch *et al.* 1971).

Anteriormente *S. zeamais* Motsch. era conocido como gorgojo del arroz (raza grande), mientras que *S. oryzae* L., como gorgojo pequeño del arroz (raza pequeña). En la actualidad a *S. zeamais* Motsch. se le conoce como gorgojo del maíz y *S. Oryzae* L. como gorgojo del arroz (Halstead, 1974).

### 1.2.- DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA.

Kuschel (1961), describió al adulto de *S. zeamais* Motsch como un gorgojo de 2.1 a 2.8 mm de longitud; de color café oscuro casi negro, cuerpo cilíndrico y con la cabeza prolongada en un pico o

proboscis, donde se alojan un par de mandíbulas muy resistentes. El tórax se encuentra densamente marcado con punturas redondeadas, y los élitros tienen en sus ángulos exteriores cuatro manchas de color rojo anaranjado (Fig. 1). Las antenas son acodadas y en forma de mazo. Posee alas funcionales. El abdomen está formado por ocho segmentos incluyendo los genitales que están poco desarrollados. En el macho el aparato copulador o aedeago presenta la punta en forma de gancho, ligera o fuertemente curvado (Proctor, 1971).

Esta especie presenta dimorfismo sexual. Halstead (1974) menciona que en los machos, el rostrum es claramente más corto, ancho y rugoso que en las hembras.

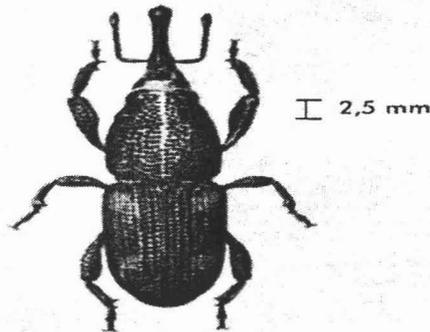


Fig. 1. Adulto macho de *Sitophilus zeamais* Motsch. Tomado de Dell'Orto (1985).

### 1.3.- BIOLOGÍA Y HÁBITOS.

Los adultos son capaces de volar desde los graneros hasta los campos sembrados con maíz; es ahí en el campo donde pueden desarrollar una o más generaciones y regresar a los almacenes junto con el grano cosechado, proliferando rápidamente (Williams y Floyd, 1970; Lloyd, 1972).

Los gorgojos en estado adulto viven de cuatro a cinco meses y casi inmediatamente después de su emergencia, la hembra está apta para ovipositar. Durante toda su vida la hembra puede ovipositar entre 300 y 400 huevecillos; bajo condiciones favorables (30° C y 70 % de humedad relativa), oviposita entre ocho y 25 huevecillos diarios (Okelana y Osuj 1985). La hembra con sus mandíbulas perfora una cavidad en el grano, deposita un huevecillo en el fondo y tapa la cavidad con una sustancia gelatinosa que se endurece con el aire (Cotton, 1979). El huevecillo eclosiona de tres a cinco días después de haber sido ovipositado (Quintana, 1958). Todo el estado larvario, el cual consta de cinco estadios, pre-pupa y pupa se completa dentro del grano, el adulto emerge por el mismo agujero por donde fue introducido el huevecillo (Cotton, 1979). En condiciones adecuadas de temperatura y humedad ambiental, el ciclo completo se efectúa en un período de cinco semanas (Domingos, 1964).

## 1.4.- ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN.

No existe seguridad acerca del origen geográfico del gorgojo del maíz, sin embargo, se deduce que es nativo de la India, de donde se distribuyó a todo el mundo por medio de embarques de grano (Melcalf y Flint, 1982).

Cotton (1979), menciona que este insecto es más abundante en climas cálidos y húmedos. En México se ha registrado su presencia en Campeche (Pérez y Rodríguez, 1985), Chiapas (Rojas, 1985 Melchor, 1986), Guanajuato (Aguilera, 1988), Aguilera, 1986), Michoacán (Luévano y Ramírez, 1984), Morelos (Cabrera y Brito, 1984) Oaxaca (Velasco, 1987), Sonora (Wong, 1988), Tamaulipas (Cerdeña *et al.* 1987) y Quintana Roo (Canul, 1986).

## 1.5.- IMPORTANCIA ECONÓMICA.

En pruebas hechas por Bitran *et al* (1978) en Brasil, encontraron que después de seis meses de almacenamiento, los daños que *S. zeamais* Motsch. ocasiona pueden ser superiores al 92% del total del grano almacenado.

En México no hay estudios reportados sobre la cuantificación de los daños que esta especie en particular ocasiona, únicamente se han evaluado las pérdidas que las plagas de granos almacenados producen en conjunto, que como ya se mencionó pueden ser superiores al 30%.

## 2.- LAS PLANTAS COMO FUENTES DE INSECTICIDAS

Las plantas se utilizan como fuente de alimentos para el hombre y sus animales, además de ellas se obtienen principios medicinales y otros materiales como maderas, fibras, resinas, gomas, almidones, entre otros. Dentro de los usos menos divulgados de las plantas, tenemos su utilización como insecticida (Lagunes *et al.*,1984).

La herbolaria del México precolombino ha sido conocida en el mundo en extensos volúmenes; sin embargo, estas publicaciones contienen poca información sobre plantas con efecto insecticida, debido quizás a que el uso de las plantas estaba concentrado hacia la búsqueda de propiedades medicinales y porque la complejidad de los agroecosistemas en el México antiguo inhibía la explosión de poblaciones insectiles a niveles de plagas. Posiblemente las únicas excepciones fueron las invasiones de langostas en el sureste del país que ocurrían con cierta periodicidad en aquella época (Lagunes *et al.*,1984).

En la actualidad se conocen muchas plantas que poseen sustancias con propiedades insecticidas; de hecho, varios de estos productos son extraídos directamente de vegetales o sus moléculas se han

tomado como modelos para la síntesis de algunos plaguicidas modernos (Lagunes et al, 1984). Entre estos productos naturales destacan los nicotinoideos (anabasina, nicotina y nor nicotina), piretroides, rotenonas, rianias y sabadillas (Rodríguez, 1982).

### 2.1.- ANABASINA.

La anabasina o neonicotina es un alcaloide que se encuentra en los tallos y hojas de *Anabasis aphylla*, planta perenne que crece en el sur de Rusia, Asia Central y norte de África. Esta sustancia también se encuentra en *Nicotiana glauca* Graham. (Solanaceae) (Vélez, 1974); planta nativa de la parte norte de Argentina y Bolivia, ampliamente naturalizada en Sudamérica Tropical, las Antillas, Hawaii, el sureste de los E.U.A. y las partes cálidas de Viejo Mundo; en México es común y se distribuye en las áreas secas (Nee, 1986). El sulfato de anabasina tiene una toxicidad similar al sulfato de nicotina en el control de pulgones en general (Vélez, 1974).

### 2.2.- NICOTINA.

La nicotina es el alcaloide principal de las hojas de tabaco, *Nicotia tabacum* L. (Solanaceae), es uno de los venenos de acción más

rápida que se conocen. Esta sustancia se ha utilizado como insecticida de contacto para el combate de áfidos, minadores, palomilla del manzano, mosquita blanca y otras plagas de diferentes cultivos (Rodríguez, 1982).

### 2.3.- PIRETRO.

El piretro es un insecticida de contacto obtenido de las cabezas florales de *Chrysanthemum cinerarefolium* L. (Asteraceae) el cual se ha usado desde los tiempos del rey de Persia Jerjes. La producción del piretro como insecticida data aproximadamente de 1850, sus principios activos se encuentran principalmente en los estambres y pistilos de la flor (Lagunes, 1982).

El piretro debe su importancia a su alta toxicidad para artrópodos y baja toxicidad para animales de sangre caliente. El empleo de las piretrinas se ha restringido básicamente al combate de plagas caseras, industriales y de alimentos almacenados, lo cual se debe a que son sustancias que carecen de estabilidad y pueden ser degradadas muy rápido por la luz o la temperatura (Elliot, 1977).

## 2.4.- ROTENONA

La rotenona es un compuesto que se acumula en las raíces de alrededor de 69 especies de leguminosas de los géneros *Derris* y *Lonchocarpus*, que crecen en las regiones tropicales y de las cuales solo tienen importancia comercial por su contenido en rotenona: *Derris alliptica* Benth. (Fabaceae) y *D. malaccencia* Benth. (Fabaceae) cuyo contenido en rotenona es de 0.1 a 0.7 %, se cultivan en Malasia, Filipinas y la India y *Lonchocarpus nicou* D C. (Fabaceae) y *L. utilis* Smith. (Fabaceae) con un contenido del 0.75 al 1 % de rotenona, se cultivan en Perú, Brasil y Venezuela (Uphof, 1959; Hill, 1965).

En Malasia empleaban un cocimiento de *Derris* para el combate de insectos en el cultivo de coles y árboles de nuez moscada. (Uphof, 1959).

## 2.5.- RIANIA.

Los polvos que se obtienen al moler los tallos y las raíces de *Riania speciosa* Valh. (Flacourtiaceae) que crece en América del Sur, se han utilizado para el combate de algunos insectos. Estos polvos

contienen una serie de alcaloides, entre los que destacan la rianodina. Los insecticidas a base de esta planta son moderadamente tóxicos para los animales de sangre caliente (Vélez, 1974).

## 2.6.- SABADILLA.

Sabadilla es el nombre común de una planta de la familia Liliaceae, la cual incluye 20 especies que se encuentran distribuidas en América Central y Sudamérica. Las semillas pulverizadas de sabadilla, *Schoenecualon officinale* A. Gray. ex Benth (Liliaceae), se han empleado durante muchos años como polvos piojicidas por los nativos de Centro y Sudamérica. Tanto el polvo como los extractos de estas semillas tienen importancia como insecticidas para el control de himenópteros y homópteros, así como también en el combate de trips (Lagunes *et al.* 1984).

Se ha considerado que el principio activo de la sabadilla está constituido por una mezcla de alcaloides que se agrupan bajo los nombres de veratrininas y veratridinas (Uphof, 1959).

## 2.7.- OTRAS ESPECIES.

En México también existe información sobre el uso de plantas con actividad plaguicida; por ejemplo, en la región de Toluca, México se usa la raíz del chichicalote o sanacoche, *Microsechium helleri* Eogn. (Cucurbitaceae) contra lombrices, cochinillas, caracoles y gallina ciega. En Puebla se utilizan las semillas de *Trichilia havenensis* Jacq. (Meliaceae) conocida como xochiltetl, la que aplican como pasta para impregnar la semilla del maíz antes de la siembra, este tratamiento es considerado efectivo para repeler el ataque de parásitos durante la germinación. En la región de Ixtapa de la Sal, Mex., es costumbre intercalar plantas secas de *Artemisia ludoviciana* Willd. (Asteraceae) entre costales de maíz para evitar el daño de gorgojos (Lagunes *et al.*, 1984).

Se sabe de plantas de la familia de las Compuestas que contienen sustancias como la glaucólida que tienen la característica de hacer poco apetecible la planta tratada con ella, de tal manera que los insectos que ya no pueden alimentarse de la misma y mueren por inanición. Se conocen otras plantas con efecto insecticida como: "pericón", *Tagetes lucida* Lag. (Asteraceae), "matarique", *Cacalia decomposita* Say. Asteraceae), "abeto", *Abies balsamea* (L) Mill.

(Pinaceae). y "chapus", *Helenium mexicanum* H.B.K. (Asteraceae) (Lagunes et al., 1984).

En nuestro país, varios investigadores se han dado a la tarea de buscar entre la flora nacional, plantas con propiedades insecticidas. Así tenemos que Rodríguez (1982), quien trabajando con plantas del Edo. de México encontró quince plantas con efecto tóxico sobre el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith. (Lepidoptera), mientras que para el mosquito casero *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera) solamente *Cestrum anagyris* Dunal. presentó toxicidad.

Kumul (1983), trabajando con la flora de Veracruz, encontró las siguientes plantas a las que se les atribuyen propiedades tóxicas contra el gusano cogollero: *Pectis elongata* Kunth (Asteraceae), *Neurolaena lobata* L. (Asteraceae), *Salvia purpurea* Cav. (Labiatae). Contra el mosquito casero, solo *Heliosis bupthalmoides* Jacq. (Asteraceae) fué tóxica.

Pacheco (1983), utilizando extractos acuosos de 79 plantas medicinales contra larvas de mosquito casero *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera) encontró que la planta conocida como cancerina, *Hippocratea* sp. resultó tóxica a una concentración de 0.05%.

Martínez (1983), utilizando también plantas medicinales contra gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith. (Lepidoptera), encontró que *Hippocratea* sp., *Smilax aristolochiaefolia* Mill. (Smilacaceae), *S. Moranenses* Mart. (Smilacaceae), y *Swietenia humilis*, Zucc. (Meliaceae) poseen propiedades tóxicas.

Arenas (1984), recabó toda la información posible de plantas poco conocidas con propiedades insecticidas. Obtuvo datos referente a las 1093 plantas pertenecientes a 159 familias que tienen efecto antialimentario sobre 112 especies de artrópodos.

Mota (1984), usando plantas silvestres del Edo. de México contra larvas de conchuela del frijol *Epilachna varivestis* Mulsant. (Coleoptera), detectó a *Hippocratea* sp. y a *Cestrum nocturnum* L. (Asteraceae), como plantas con propiedades insecticidas.

En su investigación, Rodríguez (1982), usando polvos vegetales para el combate del barrenador mayor de los granos *Protephanus truncatus* Horn (Coleoptera), obtuvo buen resultado con la raíz de *Hippocratea* sp, el incrementar el porcentaje de mortalidad y disminuir la emergencia de adultos. En este último punto encontró también resultados adecuados con *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) y *Lavandula augustifolia* D.C. (Labiadeae).

Como resultado de su búsqueda de plantas del área del Lago de Texcoco con actividad tóxica sobre el mosquito casero *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera), Espinoza (1985), encontró que el macerado de dos especies de chicalote, *Argemona mexicana* L. (Papaveraceae) y *A. ochleuca* Sweet (Papaveraceae), presentan posibilidades de ser utilizadas para disminuir las poblaciones de mosquito casero que se desarrollan en el lago.

Salcedo (1985), usando plantas del Edo. de Morelos observó que *Coriaria thymifolia* Humb. (Etricaceae), mostró un alto porcentaje de mortalidad de larvas del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera). Con respecto al efecto antialimentario contra este mismo insecto obtuvo buen resultado con: *Artemisia ludodiciana* L. (Asteraceae), *Coriaria thymifolia* Humb. (Etricaceae), *Euphorbia protata* Ait. (Euphorbiceae), *Monnina* sp., *Stevia viscida* H.B.K. (Asteraceae), *Montonoa* sp., *Acalypha arvensis* Poepp. (Euphorbiaceae) y *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae). La única planta que mostró una alta mortalidad de larvas de *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera) fue *Leucaena* sp.

Paéz (1987), presenta una lista, formada de 85 especies de plantas que poseen propiedades insecticidas contra plagas de granos almacenados, de estas, solo *Ageratum conyzoides* L. (Asteraceae),

*Pisum sativum* L. (Fabaceae) y *Tridax procumbens* L. (Asteraceae), se ha probado ser tóxicos para el gorgojo del maíz, aunque no especifica en que dosis.

Utilizando plantas del Edo. de Morelos, Cuevas (1988) en su búsqueda de agentes tóxicos de origen vegetal contra el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais*, encontró que los polvos vegetales que causaron mayor mortalidad fueron: *Acacia farnesiana* (L.) Will., (Fabaceae), *Annona diversifolia* Saff. (Annoaceae), *Pithecollobium dulce* (Roxb.) Benth. (Fabaceae), *Allium cepa* L. (Amaryliaceae) y *Eichornia* sp. Además encontró que las 3 primeras, redujeron también la emergencia de adultos.

En la India, Teotia y Pandey (1979), al usar extractos de rizomas del álamo aromático *Acarus calamus* L. (Acaraceae), encontraron que estas, tienen propiedades insecticidas contra *Sitophilus oryzae* L. (Cucurlionidae), y lo recomiendan por ser un insecticida efectivo y barato con posibilidades de usarse contra plagas del almacén en las áreas rurales de este país.

Malik y Mujtaba (1984), probaron 7 especies de plantas para evaluar su actividad insecticida contra *Tribolium castaneum* Herbst. (Tenebrionidae), y su actividad antialimentaria contra *Rhizoperta*

*dominica* F. (Bostrychidae); la mejor en cuanto a efectividad tóxica fue encontrada en los rizomas de *Saussurea lappa* Kuth. (Asteraceae) y en relación a la actividad antialimentaria en las hojas de *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae).

Combs *et al.* (1977) reportaron que la reproducción de tres razas de gorgojos del arroz *Sitophilus oryzae* L. (Curculionidae), se vió muy reducidas cuando se mezcló chícharos con trigo en igual proporción.

Recientemente se han llevado a cabo investigaciones para dilucidar el posible valor como protectores de granos almacenados del polvo de semillas o de aceites esenciales de varias plantas incluyendo *Denmetria sp.*, *Piper quineense* L. (Piperaceae), *Azadirachta indica*, A. Juss. (Meliaceae) y *Lantana camara* L.(Vervenaceae) (Makanjuola, 1989; Buiyah y Quiñones, 1990;. Por lo que esta área de investigación merece atención especial.

En México desde 1990, se introdujo el "Neem", *Azadirachta indica* procedente de la India y debido a sus numerosas propiedades medicinales, insecticidas y fungicidas, ha sido objeto de numerosas investigaciones, como la que realizó Cruz (2001), utilizando hojas y semillas en forma de extractos, polvos, pastas y aceites, encontró que es efectivo en el control de insectos en granos almacenados

como *Cedra cautella* Walker. (Pyraliceae), *Callosobruchus maculatus* F. (Bruchidae), *C. Chinensis* L. (Bruchidae), *Sitophilus zeamais* Motsch (Curculionidae), *S. Oryzae* L. (Curculionidae), *Tribolium castaneum* L. (Tenebrionidae), *T. Granarius* L. (Tenebrionidae), *Rizoperta dominica* Herbst (Tenebrionidae), etc. La aplicación de productos de Neem en granos almacenados, ocasiona una menor emergencia de adultos, incrementa la tasa de mortalidad de los insectos, causa un efecto antialimentario, lo que permite una protección que varía entre 6 y 12 meses .

Lo que se pretende con esta investigación es aportar una opción para reducir el problema que representa el ataque de este insecto en zonas marginadas que no cuentan con los medios ni la tecnología adecuadas, pero sí con un medio natural pródigo y abundante para conservar sus granos almacenados de una manera eficiente, económica y sobre todo sin perjuicio a la salud.

### 3.- ESTRATEGIA METODOLÓGICA.

El presente trabajo se desarrolló en el laboratorio de Biología. del Centro de Bachillerato Tecnológico y de Servicios No. 129, de Villa Juárez, Sonora, en el establecimiento de la cría se utilizaron adultos de *Sitophilus zeamais* Motsch., proporcionados por el Programa de Maíz, del Campo Agrícola Experimental del Valle del Yaqui (CIANO-INIFAP). La determinación a especie fue realizada con la ayuda de la clave de Hatch *et al.* (1971), para lo cual se efectuaron disecciones de sus genitales.

La cría del gorgojo del maíz, se realizó a una temperatura ambiental de  $31 \pm 4$  °C en el interior del laboratorio. La fuente de alimentación del insecto fue a base de maíz blando H-419, con un porcentaje de humedad de  $13 \pm 1\%$ . La cría masiva de ellos se inició con adultos, los cuales se colocaron en frascos de vidrio con 1.0 kilogramo de maíz para iniciar su reproducción; conforme se incrementaba la colonia, se aumentaba el número de frascos, registrándose la fecha de infestación, con el fin de tener insectos adultos de una edad conocida para las distintas pruebas a realizar.

Las plantas usadas en esta evaluación son las especies más abundantes, que se manifiestan como malezas en los campos de cultivos, drenes y canales en el Valle del Yaqui, Sonora. Se recolectaron 27 especies pertenecientes a 13 familias (cuadro 1), cuya determinación se efectuó en el Herbario del Campo Agrícola Experimental del Valle del Yaqui (CIANO-INIFAP). Además se hicieron pruebas adicionales con una planta tropical con propiedades medicinales llamada "cancerina", *Hippocratea* sp. (Hippocrataceae) obtenida en el mercado de plantas medicinales la cual en pruebas realizadas con otras especies de insectos demostró que presenta sustancias tóxicas muy efectivas como insecticida, la intención del presente trabajo es comprobar si presenta toxicidad sobre el gorgojo.

El secado de las plantas completas se realizó haciendo manojos de cada especie y colocándolas al sol. El periodo de secado varió de acuerdo a la consistencia de la planta entre 10 y 15 días. Una vez que las plantas estaban secas se pulverizaron mecánicamente con un molino manual hasta obtener un polvo fino que se pasó por un tamiz Alcon # 60 de 0.250 mm que se utilizó en las evaluaciones.

Cuadro 1. Especies vegetales de la flora del Valle de Yaqui, utilizadas en la búsqueda de plantas con propiedades insecticidas contra *Sitophilus zeamais* Motsch.

NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	NOMBRE REGIONAL
<i>Abution teophastli</i> L.	Malvaceae	Malva terciopelo
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Amarantaceae	Bledo
<i>Ambrosia artemisifolia</i> L.	Asteraceae	Estafiate
<i>Aster spinosus</i> Benth.	Asteraceae	Estrella espinosa
<i>Baccharis glutinosa</i> Pers.	Asteraceae	Batamote
<i>Castela tortuosa</i> Liemb.	Simaroubaceae	Bachata
<i>Chenopodium murale</i> L.	Quenopodiaceae	Hediondilla
<i>Cucumis suguria</i> L.	Cucurbitaceae	Melón coyote
<i>Cyperus sculentus</i> L.	Ciperaceae	Coquillo
<i>Encelia farinosa</i> Gray.	Asteraceae	Yerba ceniza
<i>Helianthus annuus</i> L.	Asteraceae	Girasol
<i>Hippocratea</i> sp *	Hippocrataceae	Cancerina
<i>Leucaena leucocephala</i> L.	Fabaceae	Guajel amarillo
<i>Malva perviflora</i> L.	Malvaceae	Malva
<i>Melilotus indicus</i> L. All.	Fabaceae	Trébol amarillo
<i>Nicotiana glauca</i> Graham	Solanaceae	Tabaquillo
<i>Parkinsonia hysterophorus</i> L.	Asteraceae	Estafiate blanco
<i>Pithecollobium dulce</i> Roxb.	Fabaceae	Guamuchil
<i>Polygonum aviculare</i> L.	Polygonaceae	Alambrillo
<i>Polygonum hidropiper</i> Michx.	Polygonaceae	Pimienta de agua
<i>Populus wizlizenii</i> Wats.	Salicaceae	Alamo

<i>Prosopis juliflora</i> Swartz.	Fabaceae	Mezquite
<i>Ricinus communis</i> L.	Euphorbiaceae	Higuerilla
<i>Rumex obtusifolia</i> L.	Polygonaceae	Cañágría
<i>Salix exigua</i> L.	Saliceceae	Sauce
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Asteraceae	Chinita
<i>Tamarix pentandra</i> L.	Tamaricaceae	Pino salado
<i>Xanthium strumarium</i> L.	Asteraceae	Guachapori

Se evaluaron en total, polvos de 28 especies de plantas a dosis de 1.0, 0.5 y 0.1%, las cuales se obtuvieron al agregar 1.0, 0.5 y 0.1 grs. de polvo vegetal en 100 grs. de maíz entero, respectivamente. La mezcla de grano con polvo se puso en frascos de vidrio transparentes y la boca se tapó con tela para facilitar la aereación. Después se realizó la infestación colocando diez parejas de gorgojos adultos de aproximadamente 3 semanas de edad; la determinación del sexo se realizó siguiendo el criterio de Halstead (1974), el cual consiste en que el macho presenta el rostrum más corto, ancho y rugoso que la hembra. Cada planta se utilizaron en dos tratamientos y un testigo al cual no se le aplicó polvo vegetal. Los 87 frascos resultantes en la primera fase de la evaluación (dosis de 1.0%), conteniendo la mezcla de grano, polvo y gorgojos se colocaron en un cuarto bien ventilado y a temperatura ambiental de  $31 \pm 4$  °C; haciéndose revisiones periódicas cada tercer día para ver el desarrollo de las pruebas.

Los parámetros evaluados fueron: mortalidad, emergencia de adultos y el efecto antialimentario que provocaban los polvos sobre los insectos. Una vez realizada la infestación, se mantuvieron las diez parejas durante 15 días para asegurar la cópula y la oviposición; pasado este tiempo se retiraron los adultos separándolos del grano y del polvo mediante un tamiz y se cuantificaron los insectos muertos y vivos.

La mortalidad se corrigió mediante la ecuación de Abbot (1925).

$$MC = \frac{X - Y}{100 - Y} (100)$$

Donde:

MC = Mortalidad Corregida

X = Mortalidad en el tratamiento

Y = Mortalidad en el testigo.

Se consideró que un polvo tendrá un uso potencial cuando su efecto se reflejaba en una mortalidad corregida igual o superior al 20 %.

Una vez retirados los adultos, en los mismos granos y el polvo se mantuvieron los estados inmaduros durante 40 días más para

evaluar los otros dos parámetros; es decir, a los 55 días de iniciada la infestación se evaluó el número de insectos emergidos. Se consideraron emergidos aquellos que estaban completamente afuera y los que estaban perforando el grano para salir.

Para el cálculo del porcentaje de emergencia de adultos se utilizó la siguiente fórmula de Abbot (1925).

$$PE = \frac{X}{Y} (100)$$

Donde:

P E = Porcentaje de Emergencia de Adultos

X = Número de Adultos Emergidos en el tratamiento.

Y = Adultos Emergidos en el testigo.

Se consideró que un tratamiento era útil cuando el porcentaje de emergencia de adultos fue igual o inferior en un 50 % respecto al testigo.

El efecto antialimentario, es decir la inapetencia del insecto sobre el grano fue el tercer parámetro evaluado su registro se obtuvo mediante un porcentaje de reducción de peso del grano del maíz, es

decir, la diferencia que presentó el peso del grano entre el inició (100 gr.) y el final de la evaluación a los 55 días. Fue calculado por la siguiente ecuación de Abbot (1925).

$$PRP = (PI - PF)100$$

Donde:

P R P = Porcentaje de Reducción de Peso

P I = Peso Inicial del grano

P F = Peso Final del grano

El peso del grano se realizó con una balanza analítica y se consideraron satisfactorios aquellos tratamientos que tuvieron menor reducción de peso.

Los polvos de las plantas cuyos resultados no satisficieron los requisitos mínimos de mortalidad corregida (20%), emergencia de adultos (50%) con respecto al testigo y alta reducción de peso, fueron eliminados y sólo pasaron a la segunda fase de la evaluación aquellos que sí lo hicieron. En esta segunda fase la dosis que se utilizó fue al 0.5%, es decir, se agregaron 0.5 grs de polvo vegetal en 100 grs de maíz.

Los frascos resultantes de estos tratamientos, 21 en total de 7 plantas, se colocaron al igual que los anteriores, en las mismas condiciones ambientales, Se esperaron 15 días y se retiraron los adultos para evaluar la mortalidad corregida y a los 55 días se obtuvo la emergencia de adultos y la reducción de peso.

Una vez más, las plantas que no presentaron resultados significativos de mortalidad, emergencia y reducción de peso fueron eliminadas y pasaron a la tercera y última fase de la evaluación las que sí lo hicieron. En esta última fase la dosis que se utilizó fue de 0.1% (0.1 gr de polvo en 100 grs de maíz); se hicieron las mismas evaluaciones en igual número de días.

#### 4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2, se presenta una lista de las 28 plantas utilizadas, indicando el porcentaje de la mortalidad corregida, el porcentaje de emergencia de adultos con respecto al testigo y el efecto antialimentario representado por la reducción del peso del grano.

Del total de plantas utilizadas, sólo siete especies tuvieron un efecto tóxico para producir la mortalidad mínima necesaria, establecida al inicio del trabajo (20%), para pasar a la segunda fase y fueron: *Cucumis auguria* L. (Cucurbitaceae) el 21%, *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) con el 21%, *Polygonum aviculare* Michx. (Polygonaceae) con el 24%, *Amaranthus spinosus* L. (Amarantaceae) con el 26%, *Parkinsonia aculeata* L. (Asteraceae) con el 32%, *Encelia farinosa* Gray. (Asteraceae) con el 85% e *Hippocratea* sp. con el 100%, solamente la cancerina ha sido reportada por otros autores con efectos tóxicos, no encontramos datos referentes a las otras especies.

En los otros dos parámetros evaluados se observó que de las siete especies anteriores sólo 3 resultan prometedoras; el tratamiento con *Parkinsonia aculeata* L. (Asteraceae) presentó un 50% de

emergencia de adultos con respecto al testigo y 1.6% de reducción de peso del grano; con *Encelia farinosa* Gray. (Asteraceae) presentó un 8% de emergencia de adultos y no registró pérdida de peso y con el tratamiento de *Hippocratea* sp. no se presentó emergencia de adultos ni pérdida en el peso inicial del grano. Los adultos que emergieron con estos tratamientos se desplazaban con movimientos torpes.

Cuadro 2. Efecto de los polvos vegetales a una concentración de 1.0 % sobre la mortalidad de los gorgojos del maíz, *Sitophilus zeamais* Motsch. (Curculionidae), emergencia de adultos y pérdida de peso del grano.

Polvos vegetales	% de mortalidad corregida	% de emergencia	% de reducción de peso
<i>Abution teophastli</i> L.	0	103	3.0
<i>Amaranthus spinosus</i> L.**	26	92	3.6
<i>Ambrosia artemisifolia</i> L.	0	121	4.3
<i>Aster spinosus</i> Benth.	0	107	6.5
<i>Baccharis glutinosa</i> Pers.	16	106	3.7
<i>Castela tortuosa</i> Liemb.	0	81	2.4
<i>Chenopodium murale</i> L.	16	91	2.5
<i>Cucumis auguria</i> L.**	21	91	2.8
<i>Cyperus sculentus</i> L.	8	73	5.8

<i>Encelia farinosa</i> Gray. **	85	8	0.0
<i>Helianthus annuus</i> L.	5	110	4.2
<i>Hippocratea</i> sp. * **	100	0	0.0
<i>Leuceana leucocephala</i> L.	16	122	4.8
<i>Malva perviflora</i> L.	0	135	2.0
<i>Melilotus indicus</i> L. All.	10	49	2.9
<i>Nicotiana glauca</i> Graham	8	108	3.4
<i>Parkinsonia aculeata</i> L. **	32	50	1.6
<i>Parthenium hysterophorus</i>	13	76	2.5
<i>Pithecollobium dulce</i> Roxb	0	84	2.8
<i>Polygonum aviculare</i> L. **	24	80	1.7
<i>Polygonum hidropiper</i> Michx.	11	35	1.7
<i>Populus wizlizenii</i> Wats	5	175	2.5
<i>Prosopis juliflora</i> Swartz	0	105	3.0
<i>Ricinus communis</i> L. **	21	81	2.5
<i>Rumex obtusifolia</i> L.	5	87	2.3
<i>Salix exigua</i> L.	5	79	6.3
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	8	74	2.6
<i>Tamarix pentandra</i> L.	11	76	2.7
<i>Xanthium strumarium</i> L.	16	104	3.3

\*Planta tropical usada como tratamiento adicional.

\*\*Tratamientos que pasan a la segunda etapa.

En el cuadro 3 se muestran los resultados obtenidos en la segunda fase de la evaluación, donde la concentración de los polvos vegetales fue del 0.5%; además se obtuvieron buenos resultados en mortalidad

en los siguientes tratamientos: *Amaranthus spinosus* L. (Amarantaceae) con el 28%, *Parkinsonia aculeata* L. (Asteraceae) con el 57% y con *Polygonum aviculare* L. (Polygonaceae) el 32%. A esta misma concentración se observó que *Encelia farinosa* Gray. (Asteraceae) mostró un comportamiento muy efectivo como insecticida contra los gorgojos, ya que provocó la mortalidad del 100% de los adultos, y además la emergencia de adultos y la pérdida de peso fue nula. El tratamiento a base de *Hippocratea* sp. tuvo un comportamiento similar al presentar el 100% de mortalidad y no presentó emergencia de adultos ni pérdida de peso del grano.

Cuadro 3. Efecto de los polvos vegetales a una concentración 0.5 % sobre la mortalidad de los gorgojos del maíz, *Sitophilus zeamais* Motsch. (Curculionidae), emergencia de adultos y pérdida de peso del grano.

Polvos vegetales	% de mortalidad corregida	% de emergencia	% de reducción de peso
<i>Amaranthus spinosus</i> L.**	28	54	2.5
<i>Cucumis suguria</i> L.	6	84	3.0
<i>Encelia farinosa</i> Gray.**	100	0	0.0
<i>Hippocratea</i> sp. * **	100	0	0.0
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.**	57	79	2.0

<i>Polygonum aviculare</i> L.**	32	68	2.5
<i>Ricinus communis</i> L.	16	104	2.5

\*Planta usada como tratamiento adicional.

\*\*Tratamientos que pasan a la tercera fase.

En el cuadro 4, se presentan los resultados que se obtuvieron durante la tercera y última fase, a una concentración del 0.1% de polvos vegetales, en los que se observó que sólo *Encelia farinosa* Gray. (Asteraceae) continuó siendo el tratamiento más efectivo contra el gorgojo de maíz al presentar una mortalidad del 58% de los adultos y una emergencia del 3%.

Cuadro 4. Efecto de los polvos vegetales a una concentración de 0.1% sobre la mortalidad de los gorgojos del maíz, *Sitophilus zeamais* Motsch.(Curculionidae), emergencia de adultos y pérdida de peso del grano.

Polvos vegetales	% de mortalidad corregida	% de emergencia	% de reducción de peso
<i>Amaranthus Spinusus</i> L.	10	94	9.4
<i>Encelia farinosa</i> Gray.	58	32	5.6
<i>Hippocratea</i> sp.*	100	0	0.0
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	13	45	8.5
<i>Polygonum aviculare</i> L.	13	98	7.4

\*Planta usada como tratamiento adicional.

El tratamiento con *Hippocratea* sp. continuó mostrando un 100% de mortalidad corregida y no registró emergencia de adultos ni pérdida de peso del grano.

A esta misma concentración se observó un porcentaje de reducción de peso del grano muy alto en todos los tratamientos. Esto se debió a que durante la evaluación se presentó una infestación de la palomilla *Plodia interpunctella* (Hubner), plaga secundaria de granos almacenados. Es importante notar el hecho de que el tratamiento con *Hippocratea* sp. no solo protegió al grano de maíz contra *Sitophilus zeamais* sino también contra *Plodia interpunctella* ya que fue el único tratamiento en el que no se presentó esta última plaga.

De los resultados obtenidos se observó que *Encelia farinosa* Gray (Asteraceae) e *Hippocratea* sp. fueron las plantas que resultaron mas prometedoras por su efecto tóxico y reducción de emergencia de adultos sobre los gorgojos del maíz. La planta conocida con los nombre de "hierba ceniza", "hierba blanca" ó "incienso" es muy abundante no sólo en canales, drenes y prados del Valle del Yaqui, sino en toda la planicie desde el Sur de Sonora hasta el Desierto que cubre los Estados de Sonora y Arizona por lo que no representa ningún problema para los campesinos (yaquis, seris, pimas, opatas, etc.) de estas zonas obtenerla y además de acuerdo con los

resultados que presentamos se requiere poca cantidad de polvo vegetal, ya que con un kilogramo de este, bien mezclado con el grano es suficiente para brindar una protección muy eficaz contra esos gorgojos a una tonelada de maíz.

Por otro lado, la resina de esta planta de la familia de las Asteraceas ha sido utilizada por los indios de Arizona como goma de mascar y en la elaboración de incienso (Uphof, 1959). Además, sola o mezclada con otras hierbas se utiliza como planta medicinal para el dolor de muelas, riñones, corazón, o bien en caso de dientes sueltos, llagas, etc. por lo que consideramos que no representa ningún riesgo para la salud humana o de animales el consumir los granos tratados con estos polvos si se lavan bien previamente a su consumo.

En esta evaluación usamos polvos de las plantas completas, por lo que proponemos hacer pruebas de la planta fraccionada, es decir, hacer polvos de hojas, raíces, tallos, flores y frutos, para ver en que parte de esta se concentra la mayor cantidad de sustancias tóxicas. Otra evaluación que se propone es probar otras dos especies de este mismo género, muy parecidas, tanto que a las tres especies se les conoce con el mismo nombre común y son igualmente abundante en la planicie sonorensis y son: *E. mexicana* y *E. californica* y comprobar si presentan sustancias insecticidas.

Otras especies que presentaron signos prometedores en cuanto a mortalidad de adultos fueron: *Parkinsonia aculeata* L (Asteraceae)., *Polygonum aviculare* L (Polygonaceae). y *Amaranthus spinosus* L. (Amarantaceae), con 57%, 32% y 28% de mortalidad, respectivamente a una concentración de 0.5% de polvo vegetal, es necesario probar si pueden usarse en la protección de los granos e a dosis más alta, es decir, que se necesitará mayor cantidad de polvo vegetal por unidad de peso del grano de maíz. Y además, como vimos en esta evaluación no garantizan el éxito en cuanto a la emergencia de adultos. Esto podría deberse a que el efecto tóxico de estas especies no es tan efectivo como *E. farinosa* Gray, y las hembras tienen tiempo suficiente para ovipositar antes de caer muertas, dado que es un reflejo natural previo a la muerte.

La planta de *Hippocratea* sp. aunque no es una planta de la región, sino más bien de la región sur y sureste del país, se utilizó como un tratamiento adicional; únicamente para probar su toxicidad contra gorgojos, ya que para otros artrópodos se había demostrado sus propiedades insecticidas. En esta evaluación la "cancerina" mostró poseer sustancias con propiedades insecticidas muy efectivas contra los gorgojos, al causar el 100% de mortalidad de los insectos, en tanto que el grano persistió intacto hasta el final de la evaluación. Tomando en cuenta que esta es una planta que se ha usado desde

hace muchos años como medicinal, se considera inocua para los humanos por lo que se recomienda su uso mezclando los polvos de cancerina con el grano, como un método muy efectivo en la protección del maíz almacenado contra esta plaga.

## 5.- CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados y análisis de la información obtenida en el presente trabajo, se concluye lo siguiente:

De las 28 especies de plantas estudiadas

- ❖ En el tratamiento a base de polvos vegetales de *Encelia farinosa* Gray (Asteraceae), al presentar un 85% de mortalidad corregida a una dosis de 1%, el 100% de mortalidad a una dosis de 0.5% y un 58% de mortalidad de adultos en la dosis más baja de 0.1%, demostró tener propiedades muy efectivas en la protección de los granos en contra del gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* Motsch (Curculionidae).
- ❖ En la emergencia de adultos, se obtuvo que también en el tratamiento con *Encelia farinosa* Gray (Asteraceae), resultó prometedora al presentar un 8% de emergencia a una dosis de 1%, el 0% de emergencia a una dosis de 0.5% y un 32% de emergencia de adultos en la dosis de 0.1% con respecto al testigo. Además los adultos emergidos se desplazaban con movimientos torpes.

- ❖ En cuanto al tercer parámetro evaluado que fue el del efecto anti-alimentario no se obtuvieron resultados confiables debido a la presencia de *Plodia interpunctella* Huber. una plaga secundaria de granos almacenados que alteró estos resultados durante la tercera fase de la evaluación.
  
- ❖ En el tratamiento a base de polvos vegetales de *Hippocratea* sp. en la dosis más baja utilizada que fue de 0.1 %, se obtuvo una mortalidad del 100 %, 0% en la emergencia de adultos y la pérdida de peso fue nula, por ello este último en un tratamiento muy efectivo en la protección de granos almacenados contra esta plaga.

## 6.- BIBLIOGRAFIA

Abbott, W.S. 1925. A method of computing the affectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*, 18: 265-267.

Aguilera, P. M. 1986. Evaluación de daños e identificación de plagas de maíz almacenado en mazorcas en San Luis Taxhimay, México. XXI Congreso Nacional de Entomología, Monterrey, N.L. 85-86 pp.

Aguilera P., M 1988. Entomofauna del maíz almacenado en bodegas rurales del Edo. de Guanajuato. XXIII Congreso Nacional de Entomología. Morelia, Mich. 104-105 pp.

Arenas L. C. 1984. Extractos acuosos y polvos vegetales con propiedades insecticidas: una alternativa por explotar. Tesis Profesional Fac. de Ciencias UNAM. 161 pp.

Ayala, O. J.L. 1985. Evaluación de sustancias vegetales contra el gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidea). Tesis de Maestría. Centro de Entomología y Acarología. C.P. Chapingo, Mex. 156 pp.

Bitran, E.A., Campos; A. Oliviera D. 1978. Experimental evaluation of the damage caused by pest in stored miazes under confined. *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). Arquivo do Instituto Biologico, Sao Paulo, Brazil. 45(4): 223-227.

Buiyah, M.I.M. y A.C. Quiñones 1990. Use of leaves of lagundi (*Vitex negundo* Lin.) as corn seed protectant of some stores against the corn weevil *Sitophylus zeamais* Motch. *Bangl. J. Zoo*, 18(1): 127-129.

Boudreux, H.B. 1969. The identy of *Sitophilus oryzae*. *Ann. Ent. Soc. Am*; 62(1): 109-172.

Cabrera, R.J. y M.A. Brito R. 1984. Infestación por insectos de maíz almacenado en el Edo. de Morelos. XIX Congreso Nacional de Entomología. Guanajuato, Gto. 117-118 pp.

Canul G., O.R. 1986. Insectos asociados al maíz almacenado en zonas rurales del Edo. de Quintana Roo. Centro de investigaciones de Quintana Roo, A.C. XXI Congreso Nacional de Entomología Monterrey, N.L. 185-189 pp.

Cerda C., J.C. Herrera C. y J. Leos M. 1987. Distribución y abundancia relativa de insectos de almacén en el Noreste de México.

Fac. de Agronomía, UANL. XXII Congreso Nacional de Entomología, Cd. Juárez, Chih. 114-115 pp.

Coombs C.W., C.J. Billing y J.E. Porter. 1977. The effect of yellow spliet-peas *Pisum sativum* (L.) and other pulses on the reproductivity of certain strain of *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) and the hability of other strains to bread thereon, *J. Stored Prod. Res.* 3: 53

Cotton, R. 1979. Silos y Graneros. Plagas y Desinsectación. Oikos-Tau S.A. Barcelona, España. 328 pp.

Cruz, F. M. 2001. El NEEM (*Azadirachta indica* A. Juss) su uso contra insectos de almacén. En: "XXX aniversario del Campo Experimental Todos Santos, potencialidad y manejo del NEEM. Esteban Osuna Leal, copilador y editor. Memoria.

Cuevas, S. M.I. 1988. Búsqueda de productos orgánicos de origen vegetal como agentes antagónicos al desarrollo de gorgojo de maíz, *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). UAM. Cuernavaca, Mor. XXIII Congreso Nacional de Entomología. Morelia, Mich. 126-127 pp.

Dell'Orto T.,H. 1985. *Insectos que dañan granos y productos almacenados*. FAO. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe Santiago, Chile. 96 pp.

Domingos, P. 1984. *El Manual de almacenamiento de granos*. Ed. He misferio Sur. Buenos Aires, Arg. 232 pp.

Elliott, M. 1977. *Synthetic pyrethroids*. M.E. Elliott Ed. Americ. Chem. Soc. Washington, D.C. 28 pp.

Espinoza P., J.A. 1985. Búsqueda de plantas del área del Lago de Texcoco con actividad tóxica contra mosquito casero *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). Tesis Profesional. Dpto. de Parasitología Agrícola. U.A.Ch. Chapingo, Mex. 68 pp.

Halstead D., G.H. 1974. The separation of *Sitophilus oryzae* L. and *S. Zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) with a summary of the their distribution. *The Entomologist's Montly Megazine* 99:72-74.

Hatch, M.H., et al. 1971. *The beetles of the Pacific Nortwest*. Part V. University of Washington Press. Seatle & London.

Hill A.F. 1965. *Botánica económica. Plantas útiles y productos vegetales*. Ed. Omega. Barcelona, Esp. 616 pp.

Kumul, D.E. 1983. Búsqueda de plantas silvestres del Edo. de Veracruz con propiedades tóxicas contra el gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith y mosquito casero, *Culex quinquefasciatus* Say. Tesis Profesional. D.P. Chapingo, Mex. 76 pp.

Kuschel, G. 1961. On problems of synonymy in the *Sitophilus oryzae*. Cumplex (30th Contribution. Coleoptera: Curculionidae). *Ann. Mag. Nat. Hist.* 4(40): 241-244

Lagunes T.,A. 1982. Manejo de insecticidas piretroides. Centro de Entomología y Acarología. Chapingo, Mex. 27pp.

Lagunes T. ,A. et al 1984. Empleo de sustancias vegetales contra plagas del maíz como una alternativa al uso de insecticidas en áreas de temporal. Informe del Proyecto Cooperativo "Ignacio Hernández O. PROAF-CONACYT: PCAFBNA-O0129 CENA. C.P. Chapingo, Méx. 98 pp.

Lloyd, C.T. 1972. Flight habits of the maize weevil as related to field infestation of corn. *J. Econ. Ent.*, 65(2): 434-435.

Luévano E.,R. y M. Ramírez M. 1984. Insectos que infestan al grano en los sistemas de almacenamiento urbano en el Edo. de Michoacán. Esc. de Biología de la Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Mich. XIX Congreso Nacional de Entomología. Guanajuato, Gto. 132 p.

Makanjuola, W. A. 1989. Evaluation of extracts of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) for the control of some stored product pest. *J. Stored Prod. Res.*, 25 (4): 231-237.

Malik, M.M. y Mujtaba, S.H. 1984. Screening of some indigenous plants as repellents or antifeedants for stored grain insect. *J. Stored Prod. Res.* 20: 41-44.

Martínez, M. 1979. Catálogo de Nombres Comunes y Científicos de Plantas Mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México. D.F. 1220 pp.

Martínez, P.S. 1983. Búsqueda de plantas medicinales con propiedades insecticidas contra el gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith. (Lepidoptera: Noctuidae). Tesis Profesional. E.N.A. Chapingo, Mex. 87 pp.

Matsumura, F. 1976. *Toxicology of Insecticides*. Plenum Press. New York & London. U.S.A. 115 pp.

Melchor S., J.A. 1986. Insectos de almacén que infestan al maíz (*Zea mays*) desde el campo en Villaflores, Chiapas. Univ. Aut. de Chiapas. XXI Congreso Nacional de entomología. Monterrey, N.L. 190-191 p.

Metcalf, C L. y W.P. Flint. 1982. *Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control*. CECSA. Mex.

Mota S.,D. 1984. Los extractos acuosos de plantas silvestres como una alternativa para el combate de la conchuela del frijol *Epilachna varivestis* Mulsant (Coleoptera: Coccinelionidae). Tesis Profesional. Chapingo. Mex. 62 pp.

Nee, M. 1986. Solanaceae I. en Flora de Veracruz. A. Gomez-Pompa y N.P. Moreno (Eds.). Fascículo 49. Instituto Nacional de investigaciones sobre Recursos Bioticos. Xalapa, Ver. Mex. 191 pp.

Okelana, F.A. y N.C. Osuj. 1985. Influence of relative humidity at 30° C on the oviposition, development and mortality of *Sitophilus zeamais* Motsch. (Culeoptera: Curculionidae) in maize kernel. *J. Stored Prod. Res.*, 21(1): 13-19.

Pacheco O., J.J. 1983. Búsqueda de sustancias tóxicas en plantas medicinales contra larvas de mosquito casero *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae) Tesis Profesional. Dpto. de Parasitología Chapingo, Mex. 63 pp.

Paéz L., A. 1987. El uso de polvos vegetales e inertes minerales como una alternativa para el combate del gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) en maíz almacenado. Tesis Maestría. C.P. Chapingo. Méx. 186 pp.

Pérez M., J. y R. Rodríguez R. 1985. Incidencia de plagas de almacén y daños ocasionados por infestaciones en campos al maíz en Campeche. XX. Congreso Nacional de Entomología. Cd. Victoria, Tamaulipas. 128-129 pp.

Proctor D.L. 1971. An additional aedeagal character for distinguishing *Sitophilus zeamais* Motsch. from *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). *J. Stored Prod. Res.* 64(4): 351-302.

Quintana R. R. 1958. Reporte preliminar sobre el ciclo biológico de dos especies de insectos que dañan al grano almacenado Memoria del Congreso Nacional de Entomología y Fitopatología. E.N.A. Chapingo, Mex. 20-22 pp.

Rodríguez, H, C. 1982, Búsqueda de plantas nativas del Edo. de México con propiedades tóxicas contra el gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith y mosquito casero *Culex quinquefasciatus* Say. Tesis Profesional. Dpto. de Parasitología. U.A.Ch. Chapingo, Mex. 89 pp.

Rojas L., J.C. 1985. Determinación específica de las plagas de maíz almacenado en dos municipios del Edo de Chiapas. Univ. Aut. de Chiapas Congreso Nacional de Entomología. Cd. Victoria, Tamps. 131 p.

Salcedo B., A. L. 1985. Búsqueda de plantas nativas de Morelos con propiedades tóxicas contra el gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith y mosquito casero *Culex quinquefasciatus* Say. Tesis de Biólogo. Esc. de Ciencias Biológicas Univ. Aut del Edo. de Morelos. Cuernavaca, Mor. 86 pp.

Teotia, T.P. y G.P. Pandey. 1979. insecticidal properties of rhizomes of sweet flag *Acarus calamus* against rice weevil. *Sitophilis oryzae*. L. *Indian J. of Entomology*, 41(1): 91-94.

Uphof, J.O Th 1959 Dictionary of Economic Plant H.R.. Engelmann (J. Cramer). New York. 400 pp.

Velasco P.,H. 1987. Formas de almacenaje y evaluación de daños en grano almacenado. XXII Congreso Nacional de Entomología. Cd. Juárez, Chih. 117-118 pp.

Vélez, L. E. 1974. Notas de Parasitología Agrícola. Dpto. de Parasitología Agrícola. E.N.A. Chapingo, M,x. 48 pp.

Wilkinson C.F. 1976 Insecticides Bioquemestry and Physiology. Plenum Press. New York. U.S.A. 73 pp.

Williams. R.N. y E.H. Floyd. 1970. Flight habits of the weevil, *Sitophilus zeamais*. *J. Econ. Ent.*, 63(5): 1585-1589

Wong C. F. S. 1988. Identificación, distribución y abundancia poblacional de insectos que dañan a granos almacenados en el Edo. de Sonora. Universidad de Sonora, Hermosillo, Son. XXIII Congreso Nacional de Entomología. Morelia, Mich. 210-211 pp.

<http://www.zoetecnocampo.com/Documento/nemm-roya.htm>

El aceite de Neem *Azadirachta indica* A. Juss y su relación con el control de la roya del trigo Var. Baviacora.

<http://cueyalt.uam.mx/mdrural/.html>.

El maíz en México Biodiversidad y cambios en el consumo.

<http://www.rancholobos.com./rancho-lobos/plasmante.html>.

**ESTA TESIS NO SALI  
DE LA BIBLIOTECA**