

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**ACTIVIDAD INSECTICIDA DE POLVOS VEGETALES SOBRE EL GORGOJO
DEL MAÍZ *Sitophilus zeamais* Motsch. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)**

POR:

YOLANDA JASSO PINEDA

**Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias
Agropecuarias**

TUTOR: Dr. J. Concepción Rodríguez Maciel

ASESORES: M.C. Carlos Villar Morales

DR. Lucia Eloisa Valle Aguilera

San Luis Potosí, S.L.P., México.

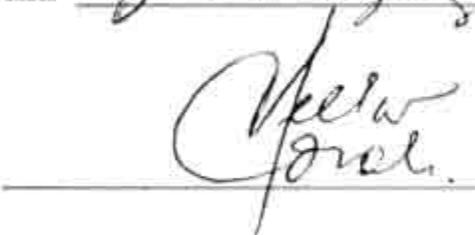
Mayo de 1998

El trabajo titulado “ ACTIVIDAD INSECTICIDA DE POLVOS VEGETALES SOBRE EL GORGOJO DEL MAÍZ *Sitophilus zeamais* Motsch. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) ” como requisito parcial para obtener el grado de “Maestro en Ciencias Agropecuarias” fue revisado y aprobado por el suscrito Comité de Tesis.

TUTOR: DR. J. CONCEPCIÓN RODRÍGUEZ MACIEL



ASESORES: M.C. CARLOS VILLAR MORALES



DRA. LUCIA ELOISA VALLE AGUILERA



Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. a los 8 días del mes de abril de 1998.

DEDICATORIA

Con todo mi amor

Al compañero de mi vida:

Ing. Miguel Ángel González Franco, con quien comparto mis sueños.

A mis hijos:

Yolanda y Miguel Ángel González Jasso, quienes al sonreír me impulsan a salir adelante, a ellos que son mi gran motivación y el mejor regalo que me dio la vida.

A mis padres:

Hildeberto Jasso H. y Juana Pineda G., quienes están presentes siempre que los necesito.

A mis hermanos:

Sara, Enoc, Adan, Beatriz, Maria, Isidora e Hildeberto, con los cuales he compartido tantas cosas en la vida.

AGRADECIMIENTOS

Al dador de la vida, creador del universo; por permitirme llegar al final de esta meta

A la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, especialmente al Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios de posgrado.

Al Director del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, Dr. J. Rogelio Aguirre Rivera por darme todo el apoyo necesario para llevar a cabo la realización de este trabajo

Al Dr. J. Concepción Rodríguez Maciel quien me impulso para que realizara mi tesis en esta área, por su dirección y por sus palabras que me motivaron para salir adelante.

Al M. C. Carlos Villar Morales por las aportaciones hechas al presente trabajo

A la Dra. Lucía Eloisa Valle Aguilera por darme el apoyo necesario para la culminación de la presente tesis

A la Ing. Agrónomo Isidora Jasso Pineda por su apoyo constante durante la realización del presente trabajo.

A la Q.F.B. Bertha Irene Juárez Flores por compartir trabajo y amistad, por que en los momentos más difíciles me impulsaba a salir victoriosa.

A la Srita. Elodia Cano Gallegos por colaborar en la realización de la presente tesis.

A la Ing. Agrónomo Sonia Salas de León y al Sr. José García Pérez por la identificación de las especies evaluadas en esta tesis.

Al M. C. Antonio Reyes Agüero, por que cada una de sus sugerencias me sirvieron para mejorar éste trabajo

Al Ing. Agrónomo Francisco R. Sánchez Barra, Sr. Lauro Hernández Pérez, Q. Marco Martín González Chávez, Lic. Emelia Cervantes Martínez, M. C. María Luisa Rodríguez Escobedo, Ing. Raúl Sergio Martínez de la Rosa, M. C. Jesús Antonio Flores Reyes, M. C. Jesús Huerta Díaz, Flor Alejandra Hernández del Ángel, Erika García Chávez, Noé Gamaliel Zalazar Nájera, Cynthia Elizabeth Salazar Aldrete, Sr. Lázaro Bautista García y Q.F.B. Norma Cecilia Cárdenas Ortega por el apoyo brindado para llevar a cabo este trabajo.

A mis amigos por el apoyo moral que me dieron cuando lo necesitaba.

A mis Profesores y Compañeros quienes me orientaron en momentos difíciles.

2.5.4.6 Mezclado de arena o ceniza con el grano	11
2.5.4.7 Mezcla de plantas locales con el grano	11
2.5.5 Uso de polvos de origen vegetal	12
3. MATERIALES Y METODOS	14
3.1 Recolecta de plantas	14
3.2 Establecimiento del experimento	14
3.3 Determinación del porcentaje de mortalidad y el porcentaje de emergencia	15
3.3.1 Mortalidad	15
3.3.2 Emergencia	16
3.4 Análisis de la información	16
3.5 Diseño experimental y análisis estadístico	17
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
5. CONCLUSIONES	28
6. RECOMENDACIONES	29
7. LITERATURA CITADA	30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
Cuadro 1. Plagas primarias y secundarias que ocasionan mayores daños a los granos almacenados y sus productos en México	5
Cuadro 2. Especies recolectadas en once municipios de la zona semiárida del estado de San Luis Potosí, número de recolecta, hábitat, formas vitales y mes del año en que se recolectaron las plantas	19
Cuadro 3. Actividad insecticida de polvos vegetales sobre el gorgojo del maíz <i>S. zeamais</i> en función del porcentaje de insectos muertos y emergidos	23
Cuadro 4. Análisis de varianza para los tratamientos prometedores de la variable mortalidad	27

RESUMEN

Con el objetivo de desarrollar opciones económicas y ecológicas para disminuir las pérdidas causadas por insectos a los granos almacenados, se evalúan las propiedades insecticidas de plantas de la familia Compositae contra el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). Se recolectaron 40 especies de la familia Compositae en la zona semiárida del estado de San Luis Potosí: se separaron las flores y las hojas para someterlas a un proceso de secado a la sombra, pulverizarlas y evaluar el efecto insecticida de cada una de estas estructuras. En cada uno de los tratamientos, se pusieron 100 g de maíz cacahuazintle en un frasco con capacidad de 250 mL, se agregó 1 g del polvo vegetal y se mezcló perfectamente, después se agregaron 10 parejas de gorgojos *S. zeamais* de tres a cinco días de edad y se mantuvieron bajo condiciones controladas de humedad y temperatura, $65\% \pm 5\%$ y $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ respectivamente. Al frasco del testigo sólo se le agregó maíz cacahuazintle y las parejas de insectos. A los 15 días de iniciada la infestación se retiraron los adultos y se contó el número de insectos muertos. Los mismos tratamientos utilizados para las pruebas de mortalidad sirvieron también para evaluar el porcentaje de emergencia de la F_1 respecto al testigo, a los 40 días de que se retiraron los adultos. Se consideran como prometedores aquellos tratamientos que produjeron una mortalidad corregida superior al 40% y/o una reducción de la emergencia de la F_1 respecto al testigo absoluto de al menos 50%. El análisis de varianza indicó, que no hay diferencia significativa entre los tratamientos prometedores respecto a la variable mortalidad producida por la hoja o por la flor (ANOVA, $\alpha = 0.05$). Con base en el parámetro de mortalidad, los mejores tratamientos fueron: las flores de *Dyssodia pentachaeta* y *Melampodium divaricatum*, así como las hojas de *Helopsis annua* y *Parthenium incanum* con los siguientes porcentajes de mortalidad: 78.33, 76.66, 80.55 y 79.38 respectivamente. Únicamente las hojas de *Simsia amplexicaulis* fueron prometedoras respecto al porcentaje de reducción de la emergencia de la F_1 .

ABSTRACT

The use of plant species with insecticidal properties is an economical and ecological option to reduce losses in stored grains caused by insects. The aim of this research was to evaluate the insecticidal properties of members of the family Compositae species to against the Corn Weevil, *Sitophilus zeamais* (Coleoptera) under laboratory condition. Forty species of the Compositae family were collected from the semiarid region of San Luis Potosi, México. For each species, flowers and leaves were separated, dried and grounded into a powder. Using a complete randomized design with three repetitions and 80 treatments and the control. Each treatment included 100 g of Cacahuazintle corn grain, 1 g of one plant powder and 10 pairs of 3-5 d-old insect. The powder was mixed with corn grain. The controls for this experiment were the same as the experimental treatments except that no plant material was used. All treatments were kept in 250 mL glass bottles at 25°C and at a relative humidity of 65%. After 15 days, the weevils were removed from the bottles and mortality assessed. Finally, after 40 days, the number of F₁ Weevils emerging was quantified and compared with that of the controls. The treatments were considered as promissory if the mortality caused was at least 40% and/or the percent reduction in F₁ emergency relative to the control was 50% or above. None of the promissory treatments were significantly different (ANOVA, $\alpha = 0.05$). Regardless to percent reduction in F₁ emergency, there was only one promissory treatment: *Simsia amplexicaulis*. The flowers of *Dyssodia pentachaeta* and *Melampodium divaricatum* (78.33% and 76.66% respectively) and the leaves of *Heliopsis annua* and *Parthenium incanum* (80.55% and 79.38%) caused the most adult mortality.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz, por ser un producto básico en la dieta diaria del mexicano, representa el cultivo más importante en nuestro país. Esta gramínea se siembra en todas las entidades federativas, calculándose que cubre alrededor de 51% del área total que se encuentra bajo cultivo (Robles, 1981).

El maíz es atacado por hongos, insectos, roedores y aves durante la recolección, transporte, almacenamiento y distribución; por lo que los agricultores pierden gran parte de su cosecha. Aproximadamente, el 30% de grano almacenado de todo el mundo se pierde debido a que es atacado por plagas (Lindblad y Druben, 1981). Las plagas insectiles son responsables de, al menos, el 50% de las pérdidas totales.

En México, una de las plagas primarias (insectos capaces de romper el grano para iniciar la infestación) que mayores daños ocasiona a los granos almacenados y sus productos, es el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motsch. Los adultos vuelan de los graneros a los campos y si encuentran las condiciones propicias, se multiplican rápidamente. La actividad de los insectos y el daño que provocan está muy relacionado con la temperatura, la humedad y el manejo de grano en el almacén. Los insectos no sólo se alimentan y arruinan una gran cantidad de grano, sino que lo contaminan con sus excrementos y mudas, provocando una disminución de la calidad del producto y adicionalmente transmiten enfermedades.

La mayor parte de la producción de granos básicos es aportada por los pequeños y medianos agricultores, quienes muchas veces no tienen acceso a los insecticidas sintéticos ya sea por carecer de los medios económicos para adquirirlos o por que desconocen el uso y las propiedades de los productos. En consecuencia las pérdidas son considerables.

Una opción viable para el control de plagas, es aprovechar las plantas con propiedades insecticidas que se encuentran en la región, siempre y cuando se haga un uso

sostenible de los recursos naturales. Esta práctica es de fácil obtención y aplicación, resulta económica y las plantas tienen la ventaja de que sus residuos son de vida corta.

Considerando lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar las propiedades insecticidas de polvos vegetales de la familia Compositae, en función de la mortalidad y emergencia del gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Mostch. (Coleoptera: Curculionidae).

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El cultivo del maíz

El maíz constituye un alimento básico de gran importancia en México. Se calcula que esta especie cubre alrededor de 51% del área total que se encuentra bajo cultivo. La importancia de esta especie no solo estriba en la producción de grano para consumo humano, ya que una considerable cantidad se dedica a la alimentación de animales y a la industria (Robles, 1981).

En San Luis Potosí, el cultivo de maíz es el más importante tanto en el aspecto económico como por sus implicaciones sociales. Esta gramínea se siembra en todo el territorio del estado, desde los lugares con clima tropical húmedo y seco (Zona Huasteca y parte de Zona Media) hasta aquellos con clima semiárido y árido (parte de Zona Media y todo el Altiplano). La mayor parte de maíz que se siembra anualmente es en áreas de temporal (INIFAP, 1990).

La superficie sembrada con maíz en el estado de San Luis Potosí en 1995 fue de 211,299 ha en el ciclo primavera-verano, de las cuales 17,838 se siembran con riego y 193,461 en temporal. En el ciclo otoño-invierno se sembraron 22,896 ha: 4518 con riego y 18,378 en temporal (INEGI, 1995). No obstante la gran superficie de siembra, hay una serie de factores que limitan la producción. La superficie cosechada es de 146,073 ha con una producción de 197,093 t (INEGI, 1996).

2.2 La problemática de postcosecha del maíz

Dada la importancia de este grano para el bienestar de nuestra población, resulta importante el apoyar la producción de maíz, para alcanzar los volúmenes requeridos y con la calidad adecuada para satisfacer la demanda nacional de este cereal.

Moreno (1991) afirma que otra manera de incrementar la disponibilidad de alimentos básicos, además de aumentar la superficie de cultivo y los rendimientos por unidad de superficie, es la de contar con un buen sistema de postproducción, que comprende: la cosecha de los granos, su acopio, su transporte en las diversas fases de su manejo, su almacenamiento, su conservación, su transformación y su comercialización. Diversas son las causas que originan las pérdidas postcosecha, siendo éstas de tipo físico como la humedad, la temperatura y el daño mecánico, y de tipo biótico como los hongos, los insectos y los roedores.

El almacenamiento del grano en nuestro país se lleva a cabo en tres sectores: el público, el social y el privado. Los tres sectores requieren de una mejor infraestructura de almacenamiento. Pero el almacenamiento parcelario, es decir, aquel en el que el grano se queda con el ejidatario o pequeño productor para su consumo, es el más desposeído y afectado por la carencia de recursos para el almacenamiento y la conservación. Se estima que por lo menos el 40% de la producción nacional de maíz se queda en las trojes de los productores.

2.3 Insectos del maíz almacenado

En algunos países de América, se pierde hasta un 30% de la cosecha anual. En México se merma hasta un 25% de la producción total de maíz, trigo y frijol. Se estima que por lo menos el 50% de estas pérdidas se debe a los insectos (Ramírez, 1981).

Se conocen aproximadamente unas 100 especies de insectos en el mundo que son responsables de los daños a alimentos almacenados; en México, tenemos más de 25 especies que atacan estos productos, de éstas, las que ocasionan mayor daño se encuentran en el Cuadro 1. Se incluyen en las plagas primarias los insectos que son capaces de romper el pericarpio de la semilla; las plagas primarias causan graves daños a los granos almacenados porque además del daño directo que ocasionan, facilitan la entrada de las plagas secundarias, las cuales son incapaces de romper el grano para iniciar su ataque (SARH, 1980).

Cuadro 1. Plagas primarias y secundarias que ocasionan mayores daños a los granos almacenados y sus productos en México.

Nombre científico	Nombre común
<i>Sitophilus granarius</i> (L.)	Gorgojo de los graneros
<i>Sitophilus oryzae</i> (L.)	Gorgojo del arroz
<i>Sitophilus zeamais</i> Mostch.	Gorgojo del maíz
<i>Acanthoscelides obtectus</i> (L.)	Gorgojo del frijol
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (L.)	Gorgojo aserrado de los granos
<i>Tribolium confusum</i> (DuV.)	Gorgojo confuso de la harina
<i>Tribolium castaneum</i> (H.)	Gorgojo rojo de la harina
<i>Prostephanus truncatus</i> (h.)	Barrenador de los granos
<i>Rhyzopertha dominica</i> (F.)	Barrenillo de los granos
<i>Tenebroides mauritanicus</i> (L.)	Gorgojo grande y negro del maíz
<i>Tenebrio molitor</i> (L.)	Gorgojo negro de la harina
<i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boheman)	Gorgojo pinto del frijol
<i>Pharaxonotha kirschi</i> Reit	Gorgojo mexicano del grano
<i>Trogoderma granarium</i> Everts	Gorgojo khapra
<i>Sitotroga cerealella</i> (Oliver)	Palomilla de los cereales
<i>Plodia interpunctella</i> (Hubn.)	Palomilla de la harina del maíz
<i>Anagasta kuehniella</i> (Zeller)	Palomilla mediterránea de las harinas

(SARH, 1980; Ramírez, 1981).

Nota: Las últimas tres especies pertenecen a la orden de los Lepidópteros, las especies restantes a la orden de los Coleópteros.

De los insectos que atacan al maíz almacenado en México, *Sitophilus zeamais* Motsch. se considera como la plaga principal. Esta especie, que se encuentra prácticamente en todas las áreas donde se cultiva dicho grano, provoca daños muy severos (Pérez *et al.*, 1990).

2.4 *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae)

2.4.1 Distribución

Hill (1975) menciona que *Sitophilus zeamais* es una especie de distribución cosmopolita. En el Continente Americano se le encuentra desde el sur de Estados Unidos, México, América Central y Suramérica. Dicha plaga es abundante en todo México.

2.4.2 Ciclo de vida

Los factores más importantes en la rapidez de la multiplicación de las plagas son la temperatura y la humedad. Después de algunos días de la copula, las hembras perforan el grano con su rostrum, depositan un huevecillo en cada agujero, y lo tapan con una "pasta" elaborada con harina y secreciones del insecto. Las hembras logran depositar durante su vida de 300 a 400 huevecillos. Después de dos semanas de la oviposición, emerge la larva y se alimenta del interior del grano, completando su desarrollo de tres a cuatro semanas; después hace una celda pupal dentro del grano y se transforma en pupa, pasa de uno a dos días como pre-pupa. En estado pupal tarda de tres a seis días, dependiendo de las condiciones ambientales, pudiendo tardar hasta 20 días si estas son adversas. Esta especie tarda de cuatro a siete semanas para pasar de los estadios de huevo, larva y pupa. El adulto vive de siete a ocho meses, hasta un año. Estos insectos se desarrollan a temperaturas entre 17 y 34°C con una humedad relativa por encima de 60% (Hill, 1975; SARH, 1980; Gutiérrez, 1992; Schneider, 1995).

2.4.3 Descripción

El huevecillo es opaco, de color blanco, de forma ovoide y mide 0.7 mm de largo por 0.3 mm de ancho. La larva es de color blanco, ápoda, llegando a medir hasta 4 mm de largo. La pupa es también de color blanco. Los adultos son insectos de color café oscuro, poseen una cabeza prolongada en forma de pico por la cual se alimenta, el pronoto del insecto adulto presenta gran cantidad de agujeros redondeados, distribuidos uniformemente, las antenas son capitadas, los élitros muestran cuatro manchas amarillas y vuela activamente. El insecto adulto mide de 3.5 a 4 mm de largo (Hill, 1975; Schneider, 1995).

2.4.4 Hábitos

S. zeamais se alimenta principalmente de maíz, aunque puede consumir arroz, trigo, sorgo, cebada y algunas pastas (Gutiérrez, 1992).

Villacis *et al.* (1972) estudiaron el comportamiento de este insecto frente a diez tipos de maíz y encontraron, mediante las técnicas de "elección libre, que el maíz cacahuazintle fue el más susceptible al ataque de *S. zeamais*. Ramírez (1981) menciona que este gorgojo, si puede elegir, no ataca los granos de maíz duros y de alto contenido proteico.

S. zeamais puede iniciar su infestación en el campo antes de la recolección, ya que tiene la capacidad de volar, y al llegar el maíz al almacén, si se encuentran las condiciones propicias, se reproduce rápidamente. Los adultos rehuyen a la luz fuerte y si se les inquieta, se muestran muy activos (Ramírez, 1996).

2.4.5 Daños

S. zeamais es una de las especies que más contribuye al daño de las cosechas almacenadas, pues provoca cuantiosas pérdidas, sobre todo, en regiones de clima caliente y húmedo; es causa del ahuecamiento de los granos, puede reducir éstos a polvo y cáscara. Los adultos y los estados larvarios causan la destrucción del grano con fines alimenticios y de oviposición, además de contaminarlo con sus excrementos, mudas y exuvias. También se ocasiona deterioro en el grano por el metabolismo de los insectos que lo infestan, ya que aumentan la temperatura y el contenido de humedad, favoreciendo el rápido crecimiento de los hongos, que a su vez constituyen un alimento rico en nutrientes para los insectos, lo que contribuye a una mejor reproducción de estos. Se ha visto también que algunos insectos acarrean en su intestino bacterias y virus patógenos, capaces de causar daño al ser humano y a los animales domésticos. Todo esto demerita la calidad alimenticia, el valor económico y el poder germinativo de los granos y semillas, pudiendo ocasionar adicionalmente enfermedades (SARH, 1980, Ramirez, 1981).

Las pérdidas reales se enmascaran por dos prácticas que se realizan comúnmente, la mezcla de grano dañado con grano sano, y la utilización del grano dañado para alimentar los animales domésticos (Moreno, 1991).

2.5 Métodos de control de insectos de granos almacenados

2.5.1 Métodos físicos

Destrucción por calor, frío y gases inertes. El tratamiento con calor se debe usar durante el periodo en que la temperatura exterior es alta. En los edificios, el sistema de calefacción es suficiente para mantener la temperatura de 48 a 65°C, por varias horas, y tales temperaturas son fatales para los insectos. Este método se puede usar para semillas que se intente sembrar, si la exposición no es mayor de seis horas y la temperatura no exceda de 57°C. Si hay grandes cantidades de semillas por tratar, es mejor usar una

maquina de tratamiento por calor. Las bajas temperaturas son alternativas viables cuando se manejan de manera integrada con otros métodos de control. Con atmósferas controladas, el método más recomendable para aplicar en granos es el uso de dióxido de carbono, por que las concentraciones son menores que las que se necesitan con nitrógeno y gases de combustión (Metcalf y Flint, 1985 y Ariza *et al*, 1992)

2.5.2 Métodos químicos

Durante la segunda guerra mundial se usaron el DDT y algunos compuestos ciclodienos. Posteriormente se utilizaron los carbamatos como insecticidas. La aplicación indiscriminada de estos productos ha ocasionado daño a la flora y la fauna silvestre, contaminación del suelo y de el agua, así como el desarrollo de poblaciones resistentes. Los resultados obtenidos por Aguilera (1992) muestran que los productos pirimifos metílico y deltametrina son eficientes para controlar plagas de almacén tales como el picudo del maíz *S. zeamais*. El tratamiento es muy eficiente pero requiere de construcciones que permitan un cerrado hermético. De acuerdo a los valores de la DL50, Pérez *et al* (1990) encontraron tolerancia a paratión metílico, paratión etílico, permetrina y DDT en las colonias de *S. zeamais* de Jalisco, Veracruz, Yucatán, Puebla y Estado de México; a malatión en las de Tamaulipas y Estado de México; a metomil en las de Yucatán, Jalisco y Guanajuato y a lindano en las de Veracruz, Guanajuato y Estado de México. Segura *et al* (1994) proponen las siguientes dosis y tiempos de exposición para la vigilancia de resistencia de *S. zeamais*: para malatión es de 2.1% después de 6 h, para pirimifos metil de 0.52% después de 24 h y para deltametrina 1.87% después de 72 h.

2.5.3 Radiaciones

Urban *et al* (1980) sometieron adultos de *S. zeamais* a radiaciones provenientes de un láser de argón, con diferentes periodos de irradiación. Encontró que la luz láser

provocó anorexia, inmovilidad y melanización, además de una posible ceguera. En todas las dosis hubo oviposición, pero los huevecillos irradiados a 330 joules no fueron fértiles.

2.5.4 Métodos tradicionales

Lindblad C. y Druben L. (1981) menciona algunos métodos tradicionales para el control de insectos de almacén.

2.5.4.1 Exposición al sol

Los insectos abandonan el grano que es expuesto a los rayos del sol, porque no toleran temperaturas superiores a 40-44°C. Sin embargo, el asoleo no siempre mata huevecillos y larvas que permanecen en el interior del grano.

2.5.4.2 Ahumado del grano

Algunos agricultores hacen pasar humo por abajo de las plataformas donde almacenan sus semillas sin desgranar. Otros almacenan el grano en el techo del lugar que utilizan para cocinar; el humo y el calor del fuego ahuyentan los insectos, el calor que produce el fuego también ayuda a mantener el grano seco.

2.5.4.3 Almacenamiento del grano sin desgranar

Las hojas del maíz protegen la mazorca del ataque de insectos, por esto muchos agricultores almacenan el grano sin desgranar.

2.5.4.4 Almacenamiento de granos en recipientes herméticos

Es un proceso que consiste en colocar el grano en recipientes herméticos, los insectos mueren por falta de oxígeno.

2.5.4.5 Aplicación de aceites vegetales

De acuerdo con Diaz (1985) el aceite de algodón en dosis de 9 ml / kg evita la emergencia de progenie de *S. zeamais*. El grano de maíz que se trató con el aceite 30 días antes de la infestación con adultos, se observó sólo el 14% de emergencia con respecto al testigo.

2.5.4.6 Mezclado de arena o ceniza con el grano

Algunos agricultores mezclan arena o ceniza con el grano para evitar la reproducción de los insectos. Estos materiales raspan la cutícula del cuerpo de los insectos provocando que pierdan humedad y mueran.

En el Centro de Entomología y Acarología del Colegio de Postgraduados se han efectuado pruebas con 23 polvos minerales, de los cuales 10 son prometedores contra el gorgojo del maíz *S. zeamais* (Lagunes, 1993).

2.5.4.7 Mezcla de plantas locales con el grano

En muchas localidades del país mezclan plantas locales con el grano. La información de las plantas y de las partes que son utilizadas se transmite de familia en familia, ya que la mayoría de los campesinos que se dedican a este cultivo no utilizan productos químicos por falta de recursos económicos.

En el Centro de Entomología y Acarología del Colegio de Postgraduados, se han evaluado 430 especies de plantas en forma de polvos y extractos acuosos, de las cuales se han detectado 13 especies prometedoras contra el gorgojo del maíz *S. zeamais* (Lagunes, 1993).

2.5.5 Uso de polvos de origen vegetal

Paez *et al.* (1990) encontraron que las plantas *Hippocratea* sp. y *Pimenta dioica* ofrecen un porcentaje de mortalidad superior al 20% a dosis de 1% y 0.5%, y un porcentaje de emergencia con relación al testigo menor al 50% en *S. zeamais*.

Aguilera *et al.* (1991) validaron la adición de polvos vegetales al 1% al maíz almacenado, como protección contra el daño de insectos, tomando como criterio el número de insectos vivos y muertos y el peso del grano. Encontraron que el polvo de *Ricinus communis* fue el más eficiente para proteger el grano contra *S. zeamais*.

De acuerdo con Ortega y Rodríguez (1991), si se impregna el costal con un macerado de *Gnaphalium inortatum* (gordolobo) donde se envasa el maíz a dosis de 10% se protege durante cinco meses el maíz almacenado del ataque de insectos.

Ortega *et al.* (1992) observaron que el tratamiento donde se envaso el maíz impregnado con el polvo de *Melia azedarach* a dosis del 6.4 %, fueron los que presentaron el menor porcentaje de infestación y de grano dañado y su actividad se mantuvo durante los seis meses de almacenamiento.

La investigación de Rodríguez *et al.* (1992), muestra que de 27 tratamientos evaluados para *S. zeamais* en maíz almacenado, *Pimenta dioica* y *Ficus padifolis* sobresalen con un porcentaje de mortalidad de 63.4 y 59.0% respectivamente.

En Los primeros estudios que se realizaron en San Luis Potosí, en el control de plagas de maíz almacenado, Villar *et al.* (1992) utilizaron polvo de *Ricinus communis* en tres diferentes concentraciones (1.0, 0.5 y 0.1%), mencionando que con la dosis de mayor concentración se obtuvieron menos daños de plagas en maíz almacenado.

Villavicencio *et al.* (1992) evaluaron 18 especies vegetales usadas tradicionalmente como insecticidas, de las cuales cuatro redujeron significativamente la alimentación de *S. zeamais*: *Castilleja tenuiflora* Benth., *Microsechium* sp., *Penstemon roseus* (Sweet) G. Don. y *Thryallis glauca* (Cav.) Kuntze, con un índice de actividad antialimentaria de 83.0, 65.7, 52.7 y 89.5 respectivamente.

Araya (1993) indica que el polvo vegetal de *Ricinus communis* al 1%, protegió al maíz almacenado contra el ataque de *S. zeamais*, por un periodo de ocho meses.

Villavicencio *et al.* (1995) pusieron a prueba la actividad insecticida de algunas especies hidalgüenses, hicieron extracciones y las ensayaron en *S. zeamais*, evaluando consumo de alimento y mortalidad. Entre otras plantas *Tagetes erecta* y *Tagetes lucida* redujeron significativamente la alimentación y la primera causó además una elevada mortalidad.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Fitoquímica del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas (IIZD) de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP).

3.1 Recolecta de plantas

La recolección de plantas se llevó a cabo en la zona semiárida del estado de San Luis Potosí, en los municipios de: Ahualulco, Armadillo de los Infante, Guadalcázar, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, San Nicolás Tolentino, Santa María del Río, Soledad de Graciano Sánchez, Villa de Reyes, Villa Hidalgo y Zaragoza.

La recolección de plantas se hizo siguiendo los siguientes criterios: que pertenecieran a la familia Compositae, que se encontraran en floración y que la población fuera abundante en el sitio de recolección. De cada especie se reunieron entre 250 y 300 g de material fresco y se prepararon 3 ejemplares para herbario, con el fin de que se realizara la identificación taxonómica de cada planta. La identificación de las plantas evaluadas se hizo en la Especialidad de Botánica del Colegio de Postgraduados y en el Herbario del IIZD donde quedaron depositadas. En total se recolectaron 40 especies de la familia Compositae.

3.2 Establecimiento del experimento

Se separaron las flores y las hojas de las plantas recolectadas, después se dejaron secar extendidas sobre bandejas de papel y protegidas de la luz directa del sol. Una vez

secas se molieron por separado las flores y las hojas hasta obtener un tamaño de partícula que pasara por un tamiz de 40 hilos por pulgada (Lagunes, 1993).

Para establecer la cría de insectos se colocaron algunas parejas de *S. zeamais* en un frasco que contenía un kilogramo de maíz cacahuazintle y se mantuvieron a una temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de $65\% \pm 5\%$. Conforme crecía la colonia se incrementaron el número de frascos hasta tener una densidad de población suficiente para llevar a cabo la investigación.

Las evaluaciones de la actividad insecticida de las muestras de flores y hojas se realizaron con una dosis de 1%. Se utilizaron frascos de vidrio con capacidad de 250 ml, donde se colocaron 100 g de maíz cacahuazintle, con un contenido de humedad aproximada de 12%. Posteriormente se agregó un gramo de polvo vegetal y se mezcló manualmente mediante movimientos oscilatorios y verticales, a cada tratamiento se le agregaron 10 parejas de insectos de tres a cinco días de edad. Se utilizó un testigo en el que solo se colocaron los 100 g de maíz cacahuazintle y las 10 parejas de insectos en el frasco.

Para determinar el sexo de los adultos *S. zeamais* se observó la proboscide o rostrum; en la hembra es largo, delgado y liso (lo que le da una apariencia brillante), y en el macho comparativamente es áspero, corto y ancho.

Una vez realizada la infestación se mantuvieron las unidades experimentales a una temperatura de $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de $65 \pm 5\%$.

3.3 Determinación del porcentaje de mortalidad y porcentaje de emergencia

3.3.1 Mortalidad

Después de 15 días de realizada la infestación se retiraron las parejas adultas, y se contó el número de insectos muertos en cada uno de los tratamientos.

3.3.2 Emergencia

Los mismos tratamientos que se utilizaron para las pruebas de mortalidad sirvieron para evaluar el número de insectos emergidos. A los 55 días de iniciada la infestación (40 días después de retirar los adultos) se contó el número de insectos emergidos de la F₁.

3.4 Análisis de la información

Con el propósito de eliminar la mortalidad de los insectos originada por efectos ajenos a los polvos vegetales, la mortalidad obtenida en cada uno de los tratamientos se corrigió utilizando la ecuación de Abbott (1925).

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

Donde MC = Mortalidad corregida (%)
 X = Porcentaje de mortalidad en el tratamiento
 Y = Porcentaje de mortalidad en el testigo

Se consideraron como prometedores aquellos tratamientos que provocaron una mortalidad igual o mayor al 40% (Lagunes, 1993).

Para calcular el porcentaje de emergencia en cada uno de los tratamientos se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de emergencia} = \frac{X}{Y} (100)$$

Donde: X = Número de insectos emergidos en el tratamiento
 Y = Número de insectos emergidos en el testigo

Se considera que un polvo es prometedor si se registra un porcentaje de emergencia igual o menor al 50% respecto al testigo.

En los casos en que el porcentaje de mortalidad en los testigos fue igual o superior al 15%, se volvió a repetir el experimento en cuestión.

3.5 Diseño experimental y análisis estadístico

Se evaluaron tanto las hojas como las flores de 40 especies vegetales pertenecientes a la familia Compositae, dando un total de 80 tratamientos, cada tratamiento se repitió tres veces. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar y la unidad experimental consistió en el frasco con el maíz cacahuazintle, el polvo vegetal y las diez parejas de insectos.

A los datos obtenidos en la evaluación de la actividad insecticida de polvos vegetales, para los tratamientos prometedores, se les aplicó un análisis de varianza (ANOVA, $\alpha = 0.05$) Después se hizo la comparación de medias con la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de 0.05.

Como los valores del porcentaje de mortalidad y de emergencia no tienen una distribución normal, antes de aplicarles el análisis de varianza, los datos se transformaron al arco seno de la raíz cuadrada del porcentaje de mortalidad o emergencia (Steel y Torrie, 1980)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total se evaluaron 40 especies vegetales (Cuadro 2). Todas las plantas pertenecen a la familia Compositae. Dicha familia es la más numerosa del reino vegetal, está presente prácticamente en toda la superficie del planeta, pero es especialmente abundante en las regiones áridas y semiáridas. En el Cuadro 2 se muestran las especies que se recolectaron en cada uno de los municipios, así como los nombres comunes que se dan en la región. Con el número de recolecta se pueden obtener datos más precisos sobre la localidad donde se recolectaron las plantas. En el cuadro también se incluye el hábitat, la forma vital y el mes en que se recolectaron las plantas, ya que son datos importantes que se toman en cuenta para hacer un estudio de los metabolitos secundarios que las plantas contienen y su concentración, ya que a ellos se les atribuye el efecto insecticida que las plantas presentan.

En el Cuadro 3 se presenta el promedio de los porcentajes de mortalidad y emergencia (corregidos con el testigo) después de aplicar los polvos vegetales. También se señalan los tratamientos prometedores (p) y los no prometedores (np). De acuerdo con estos resultados, los tratamientos prometedores fueron de especies pertenecientes a los géneros *Heliopsis*, *Parthenium*, *Dyssodia*, *Melampodium*, *Helianthus*, *Hybridella*, *Simsia*, *Tagetes*, *Artemisia* y *Zaluzania*. Estos géneros (excepto *Dyssodia*, *Tagetes* y *Artemisia*) pertenecen a la tribu *Heliantheae* (Rzedowski, 1986). De acuerdo con Romo de Vivar (1985), es frecuente que las especies de la tribu *Heliantheae* contengan lactonas sesquiterpénicas. El mismo autor dice, que los sesquiterpenos son sustancias con propiedades biológicas; entre otras, tienen actividad insecticida.

Cuadro 2. Especies recolectadas en once municipios de la zona semiárida del estado de San Luis Potosí, número de recolecta, hábitat, formas vitales y mes del año en que se recolectaron las plantas. 1997.

Municipio	Especie	Nombre común ^a	Número de recolecta ^b	Hábitat	Formas vitales ^c	Mes de recolecta
Ahualulco	<i>Dyssodia acerosa</i> DC.	Contra hierba	015	Viaria	HP	Agosto
	<i>Dyssodia setifolia</i> (Lag) B.L. Rob.	Parraleña	016	Viaria	HP	Agosto
	<i>Helianthus laciniatus</i> Gray		017	Viaria	HP	Agosto
	<i>Helenium mexicanum</i> H.B.K.	Cabezona, chapuz	018	Agostadero	HA	Agosto
	<i>Hybridella globosa</i> (Ort.) Cass.		019	Agostadero	HP	Agosto
Armadillo de los infante	<i>Helianthus annuus</i> L.	Girasol	031	Cultivada	HA	Sept.
	<i>Melampodium aff americanum</i> L.		032	Viaria	HA	Sept.
Guadalcázar	<i>Centaurea rothrockii</i> M. Green		011	Arvense	HP	Agosto
	<i>Gimnosperma glutinosum</i> (Spreg.) Less	Mariquita	009	Ladera	S	Agosto
	<i>Heliopsis annua</i> Hemsley		012	Arvense	HA	Agosto
	<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich.) DC	Hierba aguada	013	Arvense	HA	Agosto
	<i>Parthenium incanum</i> H.B.K.	Copalillo, mariola	034	Agostadero	AR	Sept

Cuadro 2. (Continuación)

Municipio	Especie	Nombre común ^a	Número de recolecta ^b	Hábitat	Formas vitales ^c	Mes de recolecta
Guadalcazar	<i>Parthenium rollinsianum</i> Rzedowski		033	Ladera	AR	Sept.
	<i>Pyrrhopappus pauciflorus</i> (D.Don) DC.		014	Arvense	HA	Agosto
	<i>Tagetes lucida</i> Cav.	Yerbanis	010	Bosque	HA	Agosto
	<i>Vernonia greggii</i> Gray		004	Agostadero	AR	Junio
	<i>Vernonia serratuloides</i> H.B.K.	Vara de San Miguel	022	Agostadero	AR	Sept.
Salinas de Hidalgo	<i>Hymenoxis odorata</i> DC.	Hierba amargosa	020	Agostadero	HA	Agosto
San Luis	<i>Ageratum corymbosum</i> Zucc. ex Pers.	Cielitos	001	Ladera	AR	Mayo
Potosi	<i>Bidens ferulaefolia</i> (Jacq.) DC.	Aceitillo	036	Viaría	HA	Sept.
	<i>Bidens odorata</i> Cav.	Acahual blanco	006	Arvense	HA	Agosto
	<i>Calendula officinalis</i> L.	Mercadela, reinita	007	Cultivada	HA	Agosto
	<i>Chrysanthemum porttherium</i> L.	Hierba de Sta. María	038	Cultivada	HA	Sept.
	<i>Grindelia oxilepis</i> E. Greene		023	Viaría	HP	Sept.
	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Amargo, arrocillo	005	Viaría	HA	Agosto

Cuadro 2. (Continuación)

Municipio	Especie	Nombre común ^a	Número de recolecta ^b	Habitat	Formas vitales ^c	Mes de recolecta
San Luis	<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) Pers.	Acahualillo	035	Arvense	HA	Sept.
Potosí	<i>Tagetes erecta</i> L.	Flor de muerto	028	Cultivada	HA	Sept.
	<i>Taraxacum officinale</i> Weber.	Diente de león	021	Arvense	HP	Agosto
	<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq.) Cass.	Giganton, girasol	030	Arvense	HA	Sept.
San Nicolás	<i>Artemisia ludoviciana</i>					
Tolentino	<i>ssp. mexicana</i> (Willd.) Keck	Estafiate	040	Viaría	HP	Octubre
	<i>Dyssodia porophylla</i> (Cav.) Cass.					
	<i>ssp. cancellata</i> (Cass.) Strother	Cardo santo del norte	039	Agostadero	HA	Octubre
Santa María del Río	<i>Ambrosia camphorata</i> (Greene) Payne		008	Viaría	HP	Agosto
Soledad de Graciano S.	<i>Zaluzania triloba</i> (Ort.) Pers.	Altamiz	029	Viaría	HP	Sept.

Cuadro 2. (Continuación)

Municipio	Especie	Nombre común ^a	Número de recolecta ^b	Hábitat	Formas vitales ^c	Mes de recolecta
Villa de Reyes	<i>Zaluzania angusta</i> (Lag.) Sch Bip.	Cenicilla, limpia tunas	037	Viaría	AR	Sept.
Villa Hidalgo	<i>Berlandiera lyrata</i> Benth <i>Hymenopappus mexicanus</i> Gray		002 003	Viaría Viaría	HP HB	Junio Junio
Zaragoza	<i>Dyssodia pentachaeta</i> (DC.) B.L. Rob. <i>Dyssodia papposa</i> (Vent.) Hitchc. <i>Zaluzania mollissima</i> Gray	Limoncillo Flor de muerto	024 026 025	Viaría Viaría Viaría	HP HA AR	Sept. Sept. Sept.

^a Los nombres comunes fueron tomados de los siguientes autores: Martínez (1979) y Salas (1987).

^b Los números de recolecta corresponden a los que la autora de esta tesis registro en su libreta de campo.

^c Formas vitales AR, arbustos; HA, herbáceas anuales; HB, herbáceas bienales; HP, herbáceas perennes; S, sufrutices (Rzedowski, 1985; Reyes *et al.*, 1996).

Cuadro 3. Actividad insecticida de polvos vegetales sobre el gorgojo del maíz en función del porcentaje de insectos muertos y emergidos.

Especie	% de mortalidad (flor) ^a	% de emergencia (flor) ^{bc}	% de mortalidad (hoja) ^a	% de emergencia (hoja) ^{bc}
<i>Ageratum corymbosum</i> Zucc. ex Pers.	0.00 np	58.33 np	0.00 np	59.08 np
<i>Ambrosia camphorata</i> (Greene) Payne	30.60 np	137.03 np	38.82 np	71.20 np
<i>Artemisia ludoviciana</i> ssp <i>mexicana</i> (Willd.) Keck.	62.25 p	98.46 np	49.11 p	122.90 np
<i>Berlandiera lyrata</i> Benth	13.33 np	183.33 np	11.66 np	98.33 np
<i>Bidens ferulaefolia</i> (Jacq.) DC.	0.00 np	111.74 np	0.00 np	84.16 np
<i>Bidens odorata</i> Cav.	0.00 np	164.39 np	0.00 np	132.72 np
<i>Calendula officinalis</i> L.	0.00 np	151.03 np	0.00 np	85.51 np
<i>Centaurea rothrockii</i> M. Green	17.36 np	92.82 np	0.00 np	92.69 np
<i>Chrysanthemum porthorium</i> L.	0.00 np	114.28 np	25.65 np	92.22 np
<i>Dyssodia acerosa</i> DC.	57.22 p	111.18 np	55.41 p	114.03 np
<i>Dyssodia papposa</i> (Vent.) Hitchc.	23.70 np	131.48 np	0.00 np	88.43 np
<i>Dyssodia pentachaeta</i> (DC.) B.L. Rob	78.33 p r	51.41 np	16.66 np	68.62 np
<i>Dyssodia porophylla</i> (Cav.)Cass. ssp <i>cancellata</i> (Cass.)S.	0.00 np	86.66 np	73.79 p j	88.30 np
<i>Dyssodia setifolia</i> (Lag) B.L. Rob	0.00 np	65.11 np	29.25 np	119.57 np
<i>Grndelia oxylepis</i> E. Greene	45.76 p	98.14 np	36.57 np	68.51 np

Cuadro 3. (Continuacion)

Especie	% de mortalidad (flor) ^a	% de emergencia (flor) ^{bc}	% de mortalidad (hoja) ^a	% de emergencia (hoja) ^{bc}
<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreg.) Less.	20.00 np	96.68 np	0.00 np	67.84 np
<i>Helenium mexicanum</i> H.B.K.	3.33 np	59.81 np	0.00 np	90.71 np
<i>Helianthus annuus</i> L.	72.64 p	116.59 np	0.00 np	73.15 np
<i>Helianthus laciniatus</i> Gray	72.91 p	100.00 np	64.80 p	90.39 np
<i>Heliopsis annua</i> Hemsley	74.81 p	100.00 np	80.55 p	88.88 np
<i>Heliopsis buphthalmoides</i> (Jacq.) Dunal	7.01 np	128.78 np	14.61 np	81.25 np
<i>Hybridella globosa</i> (Ort.) Cass.	41.57 p	93.90 np	72.60 p	133.49 np
<i>Hymenopappus mexicanus</i> Gray	29.16 np	68.33 np	2.08 np	100.00 np
<i>Hymenoxis odorata</i> DC.	0.00 np	125.25 np	0.00 np	144.52 np
<i>Melampodium aff americanum</i> L.	0.00 np	100.00 np	20.28 np	91.66 np
<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich.) DC.	76.66 p	86.66 np	0.00 np	125.55 np
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	0.00 np	132.01 np	1.66 np	100.00 np
<i>Parthenium incanum</i> H.B.K.	53.72 p	162.50 np	79.38 p	220.25 np
<i>Parthenium rollinsianum</i> Rzedowski	0.00 np	139.01 np	0.00 np	79.16 np
<i>Pyrrhopappus pauciflorus</i> (D. Don) DC.	3.33 np	168.66 np	0.00 np	156.79 np
<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) Pers.	24.50 np	90.00 np	72.11 p	48.29 p

Cuadro 3. (Continuación)

Especie	% de mortalidad (flor) ^a	% de emergencia (flor) ^{bc}	% de mortalidad (hoja) ^a	% de emergencia (hoja) ^{bc}
<i>Tagetes erecta</i> L.	58.14 p	118.33 np	1.66 np	147.59 np
<i>Tagetes lucida</i> Cav.	0.00 np	122.96 np	68.31 p	74.03 np
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	0.00 np	91.45 np	0.00 np	98.78 np
<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq.) Cass.	0.00 np	89.22 np	1.66 np	92.33 np
<i>Vernonia greggii</i> A. Gray	18.33 np	76.66 np	0.00 np	70.00 np
<i>Vernonia serratuloides</i> H.B.K.	17.67 np	201.11 np	0.00 np	128.96 np
<i>Zaluzania augusta</i> (Lag.) Sch. Bib.	49.31 p	59.31 np	3.70 np	98.80 np
<i>Zaluzania mollissima</i> Gray	54.89 p	89.66 np	37.55 np	63.33 np
<i>Zaluzania triloba</i> (Ort.) Pers.	23.33 np	92.59 np	51.00 p	90.39 np

^a 15 días después de la aplicación de los polvos vegetales

^b 55 días después de la aplicación de los polvos vegetales

^c El número de insectos emergidos en el testigo se consideró el 100%. Valores superiores al 100% indican que se rebasó aquellos observados para el testigo

np = Tratamiento no promotor en la variable observada y por lo tanto excluido del análisis estadístico

p = Tratamiento promotor

Nota: Los porcentajes de mortalidad y emergencia fueron corregidos con el testigo

Villavicencio *et al.* (1995) encontraron que algunas de las especies de *Tagetes* reducen significativamente la alimentación y causan mortalidad en *S. zeamais*. Esto sugiere la presencia de una sustancia tóxica que puede ser común para las especies de *tagetes* y aún para las especies de *Dyssodias*, ya que ambos géneros pertenecen a la tribu *Helenieae* (Rzedowski, 1986).

En cuanto al género *Artemisia*, Lagunes (1993) registró que es una planta con propiedades insecticidas.

En algunas especies (*Ch. portherium*, *H. mexicanum*, *H. odorata*, *P. hysterothorus* y *P. rollincianum*) se esperaba una mortalidad mayor, ya que algunos autores las mencionan como tóxicas; los resultados obtenidos hacen suponer que la época de recolecta no fue la adecuada, o que son diferentes las condiciones edáficas y climáticas de este lugar.

El porcentaje de mortalidad observada es influida por la concentración de la sustancia activa. Puede ser que la sustancia sea muy potente, pero la concentración a la que se encuentra en la planta sea relativamente baja y no se refleje en una elevada mortalidad.

El tratamiento que mostró menor emergencia de insectos, fueron las hojas de *S. amplexicaulis*, con un porcentaje de emergencia de 48.29 con respecto al testigo. Se tomo como 100 % la emergencia del testigo.

A los tratamientos prometedores para la variable mortalidad se les aplico el Análisis de varianza (Cuadro 4, ANOVA, $\alpha = 0.05$). La prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) muestra que no hay diferencia significativa entre los tratamientos prometedores.

Cuadro 4. Análisis de Varianza para la variable mortalidad.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F- obs.	Prob>F
Tratamiento	22	3773.156250	171.507095	1.8169	0.044
Error	46	4342.140625	94.394363		
Total	68	8115.296875			

5. CONCLUSIONES

Con base en los resultados se concluye, que en la flora Potosina, se encuentran especies de la familia Compositae con potencial para ser utilizadas en el control de insectos.

De las 40 especies estudiadas, 17 mostraron valores de mortalidad que las incluye en la lista de plantas prometedoras, estos resultados sugieren la posibilidad de que estas plantas proporcionen nuevas alternativas en problemas de control de plagas.

En cuanto a emergencia, no se reduce en forma considerable la población en los tratamientos, esto hace suponer que las plantas no tienen efecto sobre la copulación, oviposición, u algún otro factor que incida en la reproducción del insecto.

6. RECOMENDACIONES

Algunos polvos vegetales son más efectivos cuando se aplican recién molidos, esto se puede deber a que algunos metabolitos secundarios a los que se les atribuye el poder insecticida son volátiles, o bien a que bajo las condiciones del medio la molécula es modificada. Es por ello que se recomienda usar las plantas recién molidas en estudios posteriores.

Se recomienda también, evaluar la actividad insecticida de los polvos vegetales, recolectando las plantas en diferentes épocas del año.

Las plantas que crecen bajo diferentes condiciones ecológicas y edáficas, aun tratándose de la misma especie, puede producir cantidades diferentes de metabolitos secundarios, por lo que los datos obtenidos son validos solo para la región. Por ello se recomienda estudiar la flora de cada lugar.

7. LITERATURA CITADA

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol* 18: 265-267.
- Aguilera P., M. 1992. Control químico de insectos en maíz almacenado del estado de Guanajuato. *In: Memoria de la II Reunión Nacional sobre la Problemática de Postcosecha de Granos y Semillas*. 19-20 de Octubre. Celeya, Gto., México. pp: 87-92.
- Aguilera P., M. M., A. Lagunes T. y H. Sánchez A. 1991. Validación de polvos vegetales y minerales para el combate de *Sitophilus zeamais*, *Prostephanus truncatus* y *Rhizopertha dominica* en maíz almacenado en México. *Agrociencia serie Protección Vegetal* 2(2): 69- 87.
- Araya G., J. A. 1993. Evaluación de polvos minerales y vegetales contra plagas de maíz y frijol almacenado, en los estados de Zacatecas y Guerrero. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 92 p.
- Ariza F., R., F. Leyva G. y D. Noriega C. 1992. Metodología de Investigación para el control físico en granos almacenados. *In: Memoria del IV Simposio Nacional sobre problemas entomológicos de granos almacenados* 29 de marzo a 1 de abril. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S. L. P. México. pp: 45-50.
- Díaz V., G. E. 1985. Actividad de aceites vegetales para proteger maíz almacenado contra el gorgojo *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). Tesis de maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 73 p.
- Gutiérrez D., L. J. 1992. Aspectos sobre taxonomía de las plagas de los granos almacenados en México. *In: Memoria del IV Simposio Nacional sobre Problemas Entomológicos de Granos Almacenados*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P., México. pp: 90-113.
- Hill, D. S. 1975. *Agricultural Insect Pests of the Tropics and their Control*. Department of Zoology, University of Hong Kong. Cambridge University Press. Cambridge. pp: 388-389.

- INEGI. 1995. Anuario estadístico del Estado de San Luis Potosí. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. pp: 5-8 y 241.
- INEGI. 1996. Sector Alimentario en México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. p. 30.
- INIFAP. 1990. Segunda Reunión Científica, Forestal y Agropecuaria. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de San Luis Potosí. p. 47.
- Lagunes T., A. 1993. Uso de extractos y polvos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 31 p.
- Lindblad, C. y L. Druben. 1981. Almacenamiento del grano. Manejo-Secado-Silos. Control de insectos y roedores. Editorial Concepto, S. A. México. 331 p.
- Martinez, M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de cultura económica. México 1205 p.
- Metcalf, C. L. y W. P. Flint. 1985. Traducido por: A. Blackaller. V. Insectos destructivos e insectos útiles. Sus costumbres y su control. Capítulos 7 y 9. Editorial Continental, S. A. de C. V., México. pp: 359-480 y 519-588.
- Moreno M., E. 1991. La investigación en postcosecha de granos y semillas. Memoria de la II Reunión Nacional sobre La Problemática de Postcosecha de Granos y Semillas. 19-20 de octubre. Celaya, Gto., México. pp: 1-4.
- Ortega A., L. D. y C. Rodríguez H. 1991. Utilización de gordolobo *Gnaphalium inortatum* (Compositae) para la protección de maíz almacenado en condiciones rústicas. *In*: Memoria del III Simposio Nacional sobre sustancias vegetales y minerales en el combate de plagas. 19-22 de mayo. Veracruz, Ver., México. pp: 15-19.
- Ortega A., L. D., C. Rodríguez H., A. Campos R. y J. L. Sosa C. 1992. Actividad protectora de siete polvos vegetales y una ceniza, contra insectos plaga en maíz almacenado rústicamente en Tepetates, Veracruz. *In*: Memoria del XXVII Congreso Nacional de Entomología. 29 de marzo al 1 abril. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S. L. P., México. p. 200.

- Páez L., A., A. Lagunes T., J. L. Carrillo S. y J. C. Rodríguez M. 1990. Polvos vegetales y materiales inertes para el combate del gorgojo *Sitophilus zeamais* (COLEÓPTERA: CURCULIONIDAE) en maíz almacenado. *Agrociencia serie Protección Vegetal* 1(3): 35-46.
- Pérez M., J., A. Lagunes T., J. C. Rodríguez M. y H. Sánchez A. 1990. Susceptibilidad a insecticidas en poblaciones del picudo del maíz *Sitophilus zeamais* (COLEÓPTERA: CURCULIONIDAE) de varias localidades de México. *Agrociencia serie Protección Vegetal* 1(1): 53-73.
- Ramírez M., M. 1981. Insectos y almacenamiento de granos. Algunos métodos para combatir esta plaga, que minimizan otros efectos perjudiciales. *Naturaleza* 2: 92-101.
- Ramírez M., M. 1996. Biología e Identificación de Insectos de Granos Almacenados. *In: Memoria del curso teórico Almacenamiento y Conservación de Granos y Semillas. Tomo I. Programa Universitario de Alimentos. Ciudad Universitaria, México, D.F.* 47 p.
- Reyes A., J. A., F. González M. y J. D. García P. 1996. Flora vascular de la Sierra Monte Grande, municipio de Charcas, San Luis Potosí, México. *Bol. Soc. Bot. México* 58: 31-42.
- Robles S., R. 1981. Producción de granos y forrajes. Capítulo 1. Cultivo del maíz (*Zea mays* L.) Segunda edición. Editorial Limusa. México. pp. 9 y 10.
- Rodríguez L., D. A., S. Sánchez S. y V. Arenas L. 1992. Evaluación de las actividades tóxicas de plantas silvestres del estado de Tabasco, sobre *Sabrotes subfasciatus* "gorgojo mexicano del frijol" (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) y de *Sitophilus zeamais* "gorgojo del maíz" (COLEÓPTERA: CURCULIONIDAE), en frijol y maíz almacenado bajo condiciones de laboratorio. *In: Memoria del XXVII Congreso Nacional de Entomología 29 de marzo al 1 abril. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S. L. P., México.* p. 207.
- Romo de Vivar, A. 1985. Productos naturales de la flora mexicana. Capítulo 6. Editorial Limusa. pp: 69-137.
- Rzedowski, J. y G. Rzedowski C. (Eds.). 1985. Flora Fanerogámica del Valle de México. Volumen II. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto de Ecología. México, D.F. 674 p.

- Rzedowski, J. 1986. Claves para la identificación de los generos de la Familia Compositae en México. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 143 p.
- Salas D., S. 1987. La Familia Compositae en la Zona Árida del Estado de San Luis Potosí, México. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Instituto de Investigación de Zonas Desérticas. San Luis Potosí, S. L. P., México. 273 p.
- SARH. 1980. Principales plagas de los granos almacenados. Dirección General de Sanidad Vegetal. México. pp: 9 y 10.
- Schneider, K. (Coor. de Eds.) 1995. Insectos. Programa Regional Postcosecha. 26 p.
- Segura L., O. L., J. Cibrian T., A. Lagunes T., D. Mota S. y H. Sánchez A. 1994. Susceptibilidad de *Sitophilus zeamais* (COLEÓPTERA: CURCULIONIDAE) a malatión, pirimifos metil y deltametrina. Agrocienia serie Protección Vegetal 5 (1): 75-90.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie 1980. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach. Chapter 9, Second Edition. Mc Graw-Hill Kogakusha, Ltd. pp: 233-238 y 592-593.
- Urban C., G. y J. Ramos E. 1980. Efecto de un láser de argón sobre la aparición de las generaciones F₁ y F₂ en *Sitophilus zeamais* Motsch. In: Memoria del XIV Congreso Nacional de Entomología. Folia Entomológica Mexicana 43: 10-11.
- Villacis S., J., C. Sosa M. y A. Ortega C. 1972. Comportamiento de *Sitotroga cerealella* Oliver (Lepidoptera: Gelechiidae) y de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) en diez tipos de maíz con características contrastantes. Agrocienia Serie D 9: 3 -16.
- Villar M., C., A. Delgadillo P. y C. Rodríguez H. 1992. Utilización de *Ricinus communis* para el control de plagas en maíz almacenado. In: Memoria del XXVII Congreso Nacional de Entomología. 29 de marzo al 1 de abril. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S. L. P., México. p. 202.
- Villavicencio, M. A., B. E. Pérez E. y A. Juárez M. 1992. Estudios de plantas utilizadas tradicionalmente en Hidalgo para combatir insectos. In: Memoria del XXVII Congreso Nacional de Entomología. 29 de marzo al 1 de abril. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S. L. P., México. p. 198.

Villavicencio, M. A.; B. E. Pérez E., A. Ramirez A. y A. Bolaños G. 1995. Actividad insecticida de aceites esenciales de especies de compuestas. *In*: Memoria del XIII Congreso Mexicano de botánica. 5-11 de noviembre. Cuernavaca. Mor., México. p. 111.



SISTEMA DE
BIBLIOTECAS
U. A. B. L. P.