



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ



FACULTAD DE INGENIERÍA

EVALUACIÓN DE PLANTAS SILVESTRES CONTRA GORGOJO DE
FRIJOL *Zabrotes subfasciatus* Boheman (COLEOPTERA: BRUCHIDAE)
EN ALMACÉN

Tesis presentada para obtener el grado de
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PRESENTA.

JUAN ANTONIO RENDÓN HUERTA

DIRECTORA DE TESIS:
Dra. BERTHA IRENE JUÁREZ FLORES

COMITÉ TUTELAR:
Dra. YOLANDA JASSO PINEDA
Dr. GREGORIO ÁLVAREZ FUENTES

SAN LUIS POTOSÍ, S.L.P.

JUNIO DE 2007

El trabajo titulado "Evaluación de plantas silvestres contra gorgojo de frijol *Zabrotes subfasciatus* Boheman (COLEOPTERA: BRUCHIDAE)" en almacén." Como requisito parcial para obtener el grado de "Ingeniero Agroindustrial" fue revisado y aprobado por el suscrito Comité Tutelar

PRESENTA:

JUAN ANTONIO RENDÓN HUERTA

DIRECTORA DE TESIS:

Dra. BERTHA IRENE JUÁREZ FLORES

SINODALES.

Dra. BERTHA IRENE JUÁREZ FLORES _____

Dra. YOLANDA JASSO PINEDA _____

Ing. JOSÉ REGULO CHÁVEZ VÁZQUEZ _____

Suplente Dr. GREGORIO ÁLVAREZ FUENTES _____

DEDICATORIA

A mis padres el Sr. Eduardo Rendón Castillo y la Sra. María Guadalupe Huerta de Rendón, que siempre me han apoyado en todo el transcurso de mi vida y a mis hermanos Oscar, Luciano y Cristina que más que hermanos son mis mejores amigos.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí por darme la oportunidad de realizar mi primera investigación

A la Dra. Bertha Irene Juárez Flores por confiar en mí y apoyarme en todo momento ya que sin su ayuda no hubiera sido posible este trabajo, pero sobre todo por ser un pilar en mi formación académica.

Al Dr. Juan Rogelio Aguirre Rivera por sus sabios y atinados consejos, por darme la oportunidad de aprender aunque haya sido a regañones.

A la Dra. Yolanda Jasso Pineda por sus valiosas aportaciones a la realización de este trabajo.

Al Dr. Gregorio Álvarez Fuentes por colaborar en el análisis estadístico de los datos.

Al Taxónomo José García Pérez por ayudarme a hacer la identificación de las especies.

A los Doctores y personal que laboran en el Instituto de Investigación de Zonas Desérticas por haberme brindado su amistad y que me han ayudado de una forma u otra.

A la Dra. Ma. Esther Jiménez Cataño por su apoyo, confianza y darme una plaza de becario.

A mis Tíos y primos en los Estados Unidos (Texas y Chicago), en México (Puerto Vallarta y Ciudad Valles) por su ayuda incondicional y por todos aquellos momentos inolvidables de alegría que hemos pasado juntos.

A mis amigos Isabel Muñiz, Magdaleno Tovar, Gaby García, Christian Michel, Rubia Cassiana (Brasil), Haide Carvajal, Natalia de Gortari (Amiguis), Valeria Martín del Campo, José Luis Rdz. y Margarita García por su valiosa y sincera amistad.

A mis amigos de la Facultad de medicina Mtra. Luzma, Juan Manuel, Rosalba Ríos, Fatima Ceballos, Olga, Nadia García y Sergio Zarazua.

A mi amigo Leonel Tovar Glz. y familia, que me consideran como un hermano y que han sido un ejemplo de superación a seguir.

Y todas aquellas personas que han sido parte importante en mi vida.



Facultad de Ingeniería



Universidad Autónoma
de San Luis Potosí

26 de abril de 2007

**AL PASANTE JUAN ANTONIO RENDÓN HUERTA
P R E S E N T E.-**

En atención a su solicitud de autorización de Temario, presentada por la Dra. Bertha Irene Juárez Flores, Asesor del Trabajo de Tesis que desarrollará usted, con el objeto de sustentar su Examen Profesional en la Licenciatura de Ing. Agroindustrial. Me es grato comunicarle que en la Sesión de Consejo Técnico Consultivo celebrada el día 26 de abril se del presente año, fue aprobado el Temario propuesto:

TEMARIO:

**"EVALUACIÓN DE PLANTAS SILVESTRES CONTRA GORGOJO DE FRIJOL
(ZABROTES SUBFASCIATUS, BOHEMAN) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) EN
ALMACÉN"**

- INTRODUCCIÓN.
- 1. ANTECEDENTES.
- 2. MATERIALES Y MÉTODOS.
- 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.
- CONCLUSIONES.
- BIBLIOGRAFÍA.

Ruego a Usted tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, debe presentar Constancia de Servicio Social como requisito indispensable para sustentar su Examen Profesional.

"MODOS ET CUNCTARUM RERUM MENSURAS AUDEBO"

A T E N T A M E N T E

**ING. JOSÉ ARNOLDO GONZÁLEZ ORTÍZ
DIRECTOR**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN**

/bcb

CONTENIDO

	Pág.
Índice de cuadros	i
Índice de figuras	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
1. Introducción	1
2. Antecedentes	3
2.1 Importancia del frijol	3
2.2 Daños y pérdidas ocasionados por <i>Z. subfasciatus</i> al grano almacenado	3
2.3 Familia bruchidae	4
2.4 El género <i>Zabrotes</i> en México (Coleoptera: Bruchidae)	4
2.5 Taxonomía de <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boheman)	4
2.5.1 Macho	
2.5.2 Hembra	
2.6 Ciclo de vida	5
2.7 Especies vegetales hospederas de <i>Z. subfasciatus</i>	5
2.8 Combate de Plagas de almacén	6
2.8.1 Control cultural	6
2.8.2 Control biológico	6
2.8.3 Secado del grano	7
2.8.4 Radiaciones	7
2.8.5 Polvos minerales	7
2.8.6 Resistencia genética del grano hacia el insecto	8
2.8.7 Control químico	8
2.8.8 Uso de extractos y polvos vegetales	10
2.9 Descripción morfológica y usos tradicionales del material vegetal usado	13
2.9.1 <i>Larrea tridentata</i> (DC.) Coville	13
2.9.2 <i>Datura stramonium</i> L.	13
2.9.3 <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Steud	13
2.9.4 <i>Melia azedarach</i> L.	14
2.9.5 <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	14
2.9.6 <i>Chrysactinia mexicana</i> Gray	15
2.9.7 <i>Heterotheca inuloides</i> var. <i>rosei</i> B. Wagenkn	15
2.9.8 <i>Crescentia alata</i> Kunth	16
2.9.9 <i>Dyssodia acerosa</i> DC.	16
2.9.10 <i>Zinnia acerosa</i> (DC.) A. Gray	17
2.9.11 <i>Dyssodia pentachaeta</i> DC.	17
3. Materiales y métodos	
3.1 Desarrollo de la Investigación	18
3.1.1 Recolección del material vegetal	18
3.2 Establecimiento del experimento	18
3.2.1 Bioensayo	19
3.2.2 Determinación del porcentaje de mortalidad y de emergencia	19
3.2.2.1 Análisis de datos	
3.2.3 Estimación de la emergencia F1	20
3.2.4 Porcentaje de grano dañado	20
3.2.5 Índice de repelencia	21
3.2.6 Efecto residual del polvo vegetal	21

3.2.6.1	Análisis de los datos	
3.2.7	Germinación del grano	22
3.2.7.1	Análisis de los datos	
3.2.8	Efecto ovicida	22
3.3	Diseño experimental	22
4.	Resultados y discusiones	
4.1	Porcentaje de mortalidad	24
4.2	Emergencia	24
4.3	Porcentaje de grano dañado	25
4.4	Efecto de repelencia	26
4.5	Efecto residual	28
4.6	Prueba de germinación del grano	28
4.7	Efecto ovicida	30
5.	Conclusiones	31
6.	Literatura citada	32

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Especies vegetales evaluadas.	18
Cuadro 2. Porcentajes de mortalidad, emergencia y grano dañado al aplicar los polvos vegetales.	27
Cuadro 3. Índice de repelencia de las especies evaluadas a las 24 hrs.	26
Cuadro 4. Efecto residual y germinación al aplicar los polvos vegetales prometedores.	29
Cuadro 5. Estimación del efecto ovicida de los tratamientos prometedores mediante la emergencia de la F1 y el porcentaje de grano dañado.	30

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura1. Taxonomía de <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boheman).	5

RESUMEN

Se evaluaron en condiciones controladas de laboratorio el efecto insecticida de once especies vegetales en concentraciones de 0.1, 0.5 y 1.0% con tres repeticiones cada una, haciendo un total de 39 tratamientos, los parámetros evaluados fueron mortalidad, emergencia de la primera generación de insectos, porcentaje de grano dañado, repelencia, efecto residual, germinación y efecto ovicida de los polvos. El diseño experimental que se realizó fue completamente al azar, con un arreglo factorial, en el caso de las pruebas de efecto residual y germinación se hizo un análisis con mediciones repetidas en el tiempo. Una vez obtenidos las plantas, secas y molidas, se mezclaron en frascos de vidrio de 250 mL con 100 g de frijol (cultivar flor de mayo), posteriormente se le agregaron 10 parejas de insectos de menos de 24 horas de edad y la boca del frasco se cubrió con una malla fina, luego los frascos fueron introducidos en una habitación donde se mantuvieron a una temperatura de $28 \pm 2^\circ \text{C}$, 60 a 65% de humedad relativa y un fotoperiodo 12/12, se dejaron copular por un periodo de 6 días, al final se retiraron y contabilizaron insectos vivos y muertos, a los 50 días se registró la emergencia F1 así como el porcentaje de grano dañado. Los tratamientos que produjeron mayor mortalidad fueron *Chrysactinia mexicana* en las dosis de 0.1, 0.5 y 1.0% con valores de 49, 66 y 84% respectivamente y *Gliricidia sepium* únicamente tuvieron efecto al 0.5 y 1.0% con mortalidades de 48 y 56%. La menor emergencia de adultos se obtuvo con el follaje de *C. mexicana*, *G. sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Dyssodia pentachaeta*, *D. acerosa*, *Heterotheca inuloides*, y *Zinnia acerosa*, por otro lado, los polvos que también redujeron la emergencia de la F1, fue el fruto de *Crescentia alata* y el de *Melia azedarach*. Se tomó como referencia un valor de 20% de daño al grano, resultando que el follaje de *C mexicana* disminuye el daño en las dosis de 0.5 y 1.0%. Los polvos que causaron repelencia contra *Z. subfasciatus* fueron *C. mexicana*, *D. acerosa*, *D. pentachaeta*, *G. sepium*, *G. ulmifolia* (Fruto), *H. inuloides*, *L. tridentata* y *Z. acerosa*, otras especies como *C. alata*, *D. stramonium* y *M. azedarack* (Fruto) resultaron ser atrayentes, por último, *D. pentachaeta*, *G. ulmifolia* (follaje) y *M. azedarach* (follaje) son neutros. La residualidad de *C. mexicana* y *G. sepium* se mantuvo hasta la tercer semana (19 días), posteriormente fue disminuyendo el efecto tóxico contra *Z. subfasciatus*, a partir de la quinta semana (31 días) los polvos dejaron de ser tóxicos. La germinación de los granos se vio reducida únicamente con *G. sepium*, en las dos dosis evaluadas,

ABSTRACT

The effect insecticide of eleven powdered plants were evaluated under conditions of laboratory in concentrations of 0.1, 0.5 and 1.0% with three repeats each, making a total of 39 treatments, the parameters evaluated were mortality, emergency F1, bean damaged, repelling, the residual effect, germination and the ovicide effect of the plants. The experimental design was completely randomized, with a factorial settlement, in the cases of residual effect and germination we made an analysis with repeated measurements in the time. Once obtained the plants, dry and triturate, they was mixed into of glasses of 250 mL with 100 g of beans (variedad flor de mayo) then introduced 10 pairs of insects of 24 hours age, subsequently the glasses were collocated into a room with temperature of $28 \pm 2^\circ \text{C}$, 60 a 65% de relative humidity and photoperiod 12/12, they allowed to copulate for a period of 6 days, at the end they retired and alive and dead insects were counted, to the 50 days was registered the emergency F1 as well as the percentage of damaged grain. The highest mortalities were produced with *C. mexicana* in his three dose with values of 49, 66 and 84% respectively and *G. sepium* only was evaluated at 0.5 and 1.0% had effect with mortalities of 48 and 56%. The highest insects emergence reductions were obtained with the foliage of *C. mexicana*, *G. sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Dyssodia pentachaeta*, *D. acerosa*, *Heterotheca inuloides*, y *Zinnia acerosa*, by other hand, the powder that reduce the emergency too of the F1, were the fruits of *Crescentia alata* y el de *Melia azedarach*. We take like reference a value of 20% of damage at grain, being the foliage of *C mexicana* it diminishes the damage in the dose of 0.5 and 1.0%. The powders that cause repellency against *Z. subfasciatus* were *C. mexicana*, *D. acerosa*, *D. pentachaeta*, *G. sepium*, *G. ulmifolia* (Fruto), *H inuloides*, *L. tridentata* y *Z. acerosa*, another species like *C. alata*, *D. stramonium* y *M. azedarack* (Fruit) being to be attractive, at last, *D. pentachaeta*, *G. ulmifolia* (foliage) y *M. azedarach* (foliage) are neuter. The residually of *C. mexicana* and *G. sepium* is maintained until the third week (19 days), then the toxic effect was diminishing against *Z. subfasciatus*, to leave of fifth week (31 days) the powders stopped to be toxic. The germination of the grains was reduced only with *G. sepium*, in the two evaluated dose

1. INTRODUCCIÓN

En México, el cultivo de frijol (*Phaseolus vulagris* L.) junto con el maíz representa toda una tradición productiva y de consumo, cumpliendo diversas funciones de carácter alimentario y socioeconómico que le han permitido trascender hasta la actualidad. Es uno de los cultivos de mayor importancia en el país y representa para la economía de los productores una fuente importante de ocupación e ingreso. El 68 % de su producción se destina a su comercialización. Esta legumbre representa una de las principales fuentes de proteína para la población mexicana (Anónimo, 2000).

Por otro lado, cuando el frijol es cosechado, se almacena en condiciones rústicas en costales o sacos de plástico, muchas veces sin limpiar, lo que ocasiona que pueda ser infestado por diferentes especies de insectos, los más comúnmente encontrados son los gorgojos, entre los que destacan el gorgojo común *Acanthoscelides obtectus* Say y *A. obvelatus* Bridwell y el mexicano del frijol *Zabrotes subfasciatus* Boheman (Bonet *et al.*, 2005). Estos gorgojos pueden producir en seis meses de almacenamiento pérdidas que varían de 20 a 80% del total de la cosecha, afectando la economía del productor (Lagunes, 1994).

Algunas medidas de protección de granos almacenados, son los productos sintéticos. El desarrollo de plaguicidas organosintéticos después de la segunda guerra mundial, propició el incremento de la producción de alimentos agrícolas, siendo los primeros en utilizarse los organoclorados, entre los que destacan el DDT, aldrin y lindano, que aunque muy económicos y eficientes al inicio, son sumamente persistentes, bioacumulables en las cadenas alimenticias y tóxicos, por lo que su uso es restringido en la actualidad. Posteriormente surgieron los organofosforados que son menos persistentes pero más tóxicos tanto para insectos como para el hombre. En la década de los setenta aparecen los carbamatos con persistencia y toxicidad intermedia entre los organoclorados y los organofosforados. Después se comercializaron los piretroides sintetizados a partir de la piretrina del crisantemo, que resultan poco tóxicos, con persistencia baja en el ambiente y no son tóxicos para los mamíferos (Lagunes y Villanueva, 1995). El uso continuo e indiscriminado de estas sustancias no sólo ha causado enfermedades, ya que algunos son carcinógenos, teratógenos, producen esterilidad, dañan el sistema nervioso provocando disminución en la memoria (Castillo *et al.*, 2002), causan muertes por envenenamiento a corto y largo plazo, sino que también afectan al ambiente, acumulándose por bioconcentración en los distintos eslabones de la cadena alimenticia, en el suelo y en el agua (Waterhouse *et al.*, 1996). Los componentes de los ya mencionados plaguicidas, son responsables de la resistencia a insecticidas por parte de los insectos (Bourguet *et al.*, 2000), sin por ello restar importancia a la destrucción de parásitos, predadores naturales y polinizadores, que son integrantes del ecosistema (Freemark y Boutin, 1995). Una alternativa para el control de plagas de almacén es el uso de polvos vegetales, los cuales tienen como ventajas la protección de los cultivos, así como evitar riegos de contaminación en el ecosistema, ya que los materiales vegetales son biodegradables y renovables (Lagunes, 1994).

Lagunes (1989), menciona que la presencia de propiedades insecticidas en plantas se ha reconocido desde hace muchos años. Entre los productos naturales más conocidos se encuentran las flores del piretro, *Chrysanthemum cinerariifolium* (Asteraceae), empleadas en Europa desde el año 400 a.C., entonces se conocían con el nombre de "polvos de persia" y se usaban contra piojos en humanos. Otras plantas que también se han utilizado como insecticida son el tabaco *Nicotiana tabacum* (Solanaceae), riana *Ryania speciosa* (Flacourtiaceae) y rotenona *Derris sp.*. En nuestro país, existen también antecedentes del uso de especies vegetales para el control de insectos en granos almacenados, se acostumbra intercalar plantas secas entre los costales que contienen maíz o frijol. Pero la búsqueda sistemática de plantas con propiedades insecticidas se inició hasta la década de los 80, desde entonces se han evaluado más de 500 especies vegetales contra los gorgojos y otros insectos (Lagunes Rodríguez, 1989).

Las plantas, en conjunto, producen más de 100,000 sustancias de bajo peso molecular conocidos como metabolitos secundarios. Entre ellos se encuentran terpenos, taninos, lignanos, flavonoides, alcaloides, esteroides, etc. Se sabe que estas sustancias tienen un papel importante en el mecanismo de defensa de las plantas, como la repelencia y la acción insecticida (Jacobson, 1989). Por lo tanto, en los últimos años se ha retomado el uso de las plantas como fuente de pesticidas más seguros para el ambiente y la salud humana (Ottaway, 2001; Mansaray, 2000). Estos productos son fáciles de obtener, de preparar, y de bajo costo, ya que son recursos naturales renovables. Por ello, el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto insecticida del follaje de *Chrysactinia mexicana* Gray, *Zinnia acerosa* (DC.) A. Gray., *Datura stramonium* L., *Dyssodia pentachaeta* (DC.) B.L. Robins., *D. acerosa* DC., *Hetheroteca inuloides* var. *rosei* B. Wagenkn., *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud., *Larrea tridentata* (DC.) Coville, así como el follaje y fruto de *Guazuma ulmifolia* Lam., *Melia azedarach* L. y el fruto de *Crescentia alata* Kunth, tomando en consideración los siguientes parámetros a medir: mortalidad, emergencia de la primera generación de insectos, porcentaje de grano dañado, germinación del grano, efecto ovicida e índice de repelencia sobre el gorgojo mexicano del frijol (*Zabrotes subfasciatus* Boheman), en condiciones controladas.

2. ANTECEDENTES

2.1 Importancia del frijol

El frijol es uno de los cultivos más importantes en México, ya que constituye la base de la alimentación de la mayoría de los habitantes, en adición a esto, más del 50 % de las tierras cultivadas tanto de riego como de secano, son sembradas con estos granos básicos (Lagunes, 1994).

Phaseolus vulgaris L. conocido comúnmente como frijol, se cultiva en todos los estados del país, desde el nivel del mar hasta los 2400 m. En forma silvestre se localiza a ambos lados de la Sierra Madre Occidental, desde Oaxaca hasta Sinaloa y Durango, en una franja de transición situada entre los 500 y los 1800 m, encontrándose con mayor frecuencia en altitudes de 1200 m. (Miranda, 1967). En el año 2003 la superficie cultivada en nivel nacional fue de 1, 947,680 Ha con una producción de 1, 400,160 ton (Anónimo^a, 2005). Para el estado de San Luis Potosí el área sembrada fue de 110, 558 Ha, la producción de frijol en el ciclo otoño-invierno fue de 880 ton y para el de primavera-verano de 71,436 ton (Anónimo^b, 2005).

2.2 Daños y pérdidas ocasionados por *Z. subfasciatus* al grano almacenado

Las especies de insectos que se alimentan de frijol ocasionan contaminación del grano con sus excretas, residuos de polvo cuando se alimentan del mismo grano, presencia de cuerpos muertos y la llegada de plagas secundarias como es el caso de los ácaros (C.I.A.T, 1986; Bautista, 1988) reducen notablemente la viabilidad y germinación del grano, dándole un aspecto polvoso, sucio e inapetecible para el consumo humano (Ramayo, 1983).

El deterioro del frijol a causa del ataque de insectos se ve reflejado en la pérdida de peso del grano así como en los cambios nutricionales del mismo, además de que se vuelve inapetecible ya que se cubre enseguida de huevecillos y presentan múltiples perforaciones de las cámaras de alimentación (Ramayo, 1983).

En México se estima que se pierde hasta 35 % anual de la producción ocasionada por gorgojos, en Colombia 7.4 %, en Brasil 13.3 % y en Guatemala 4.0 % (C.I.A.T., 1986).

Las principales plagas responsables de la pérdida de frijol suelen ser el gorgojo común *A. obtectus* y el mexicano del frijol *Z. subfasciatus*, son insectos cosmopolitas que llegan a producir fuertes mermas a las semillas de frijol, debido a que los campesinos guardan su cosecha de manera rústica y antihigiénica (Bonet, 2005).

Bonet (2005), menciona que para el estado de Veracruz, donde en promedio los campesinos producen unas 29,000 ton de frijol, las pérdidas ocasionadas por el gorgojo mexicano *Z. subfasciatus*, pueden ser de hasta 5,758

ton, viéndose reflejada notablemente en la economía de los productores de ese estado, donde se ha calculado que en tres meses de almacenamiento se pueden producir pérdidas del 20% y en algunos casos, hasta el total de su cosecha en un periodo de seis meses cuando se incrementa la humedad y la temperatura.

2.3 Familia bruchidae

Mejor conocidos como "brúquidos, escarabajos o gorgojos de las semillas" Se caracterizan por presentar el cuerpo semiovalado, pequeño, estrecho en la parte anterior. Las mandíbulas son alargadas y agudas; la frente está separada del clipeo por una sutura bien marcada. Las antenas tienen once artejos, comprimidos, aserrados, pectinados, flabelados o filiformes. El dorso se encuentra densamente cubierto con sedas pequeñas y el tegumento está punteado o rugoso-punteado. El pigidio es grande y notablemente expuesto. Su talla varía entre 1 y 10 mm (Morón, 1988).

Se conocen aproximadamente unas 1600 especies de la familia Bruchidae, de las cuales 750 se encuentran en el continente americano; en México se han identificado 337 especies de 23 géneros (Loera *et al.*, 2005).

2.4 El género *Zabrotes* en México (Coleoptera:Bruchidae)

La familia Bruchidae se divide en las subfamilias Amblycerinae, Bruchinae, Kytorhininae, Rhaebinae, y Pachymerinae; la subfamilia Amblycerinae está integrada por los géneros *Amblycerus*, *Zabrotes*, y *Spermophagus*; los dos primeros son exclusivos de América, en tanto que el último es originario del viejo mundo (Kingsolver, 1990). El género *Zabrotes* esta distribuido desde los Estados Unidos hasta Brasil; sin embargo, la especie *subfasciatus* tiene una distribución cosmopolita debido al intercambio mercantil (Romero, 1992). Romero (2000), describe para este género 17 especies en Norte América

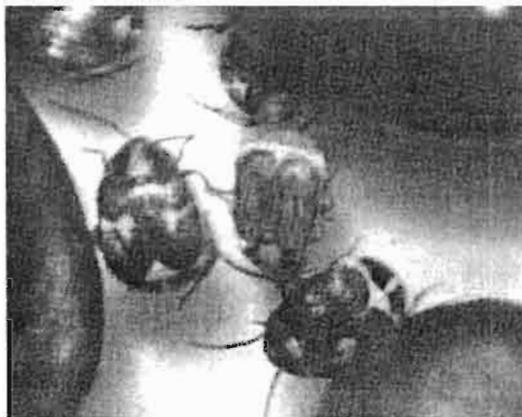
2.5 Taxonomía de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman)

2.5.1 Macho

Presenta pubescencia en forma de bandas finas de color negro en los élitros. La parte ventral es pardusca, los últimos segmentos abdominales están revestidos de una vellosidad blanca; patas parduscas negras. Los fémures posteriores no son dentados. Las tibias posteriores con dos espolones móviles en la parte terminal de color rosa. Su longitud es de 2 mm (Bonet *et al.*, 2005).

2.5.2 Hembra

Son de forma redonda, de color negro con manchas claras; una debajo del pronoto y otra sobre cada élitro; la hembra es siempre más ancha, pesa de 1.5 a 2 veces más que el macho y su longitud es de 3 mm (Figura1.) (Bonet *et al.*, 2005).



Hembras y macho del gorgojo mexicano del frijol

Figura 1. Taxonomía de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman).

2.6 Ciclo de vida

Z. subfasciatus presenta cuatro estadios de desarrollo (huevo, larva, pupa y adulto). Los huevos son semiesféricos de color blanco, la hembra ovoposita sobre la testa del grano y pueden llegar a poner hasta 56 huevecillos e infestar hasta 36 granos durante su ciclo reproductivo, el periodo de incubación puede ser de cuatro a ocho días, seguido del estado larval (12 días). Dicha larva es de color blanco, apoda y uniforme en la madurez, presenta una cápsula cefálica blanca, entra al grano perforando la testa; después de consumir la mayor parte del cotiledón, continua al estado de pupa que dura entre cuatro y nueve días, pasa por último al estado adulto y posteriormente emerge por un agujero que hace en la testa del grano (Ambriz *et al.*, 1999; Bonet *et al.*, 2005).

Para que el crecimiento del insecto sea el adecuado, requiere de una temperatura de 23° C hasta 34° C y humedad relativa desde 60% a 80%. Su ciclo biológico tiene una duración de 24 a 39 días, que depende de las condiciones ambientales (Ambriz *et al.*, 1999).

2.7 Especies vegetales hospederas de *Z. subfasciatus*

Algunas poblaciones de *Z. subfasciatus* pueden sobrevivir en campo sobre especies de fabáceas silvestres, con la condición de que las vainas se encuentren abiertas (Pierre y Pimbert, 1981)

Aun cuando este insecto es considerado como una plaga exclusiva de frijol almacenado, puede atacarlo en campo cuando las vainas entran en proceso de dehiscencia o cuando han sido ligeramente atrofiadas por otros insectos como las conchuelas de frijol (Jarry y Bonet, 1982; Pierre y Pimbert, 1981)

Las especies de la familia Bruchidae se alimentan exclusivamente de semillas de aproximadamente 32 familias de plantas (Romero, 1992).

Romero (1999), describe como plantas hospederas principalmente las de la familia Fabaceae; *Cajanus cajan*, *C. indicus*, *Cicer arietinum*, *Dipogon lignosa*, *Dolichos lablab*, *D. sesquipedalis*, *D. soja*, *Glycine hispida*, *G. max*, *Lablab niger*, *L. purpureus*, *Phaseolus acutifolius*, *P. angularis*, *P. articulatus*, *P. coccineus*, *P. lunatus*, *P. multiflorus*, *P. vulgaris*, *Pisum arvense*, *P. sativum*, *Vicia faba*, *V. sebastiana*, *Vigna mungo*, *V. sinensis*, *V. unguiculata*, y *Voandzeia subterranea*. Lindblad y Druben (1981), mencionan que cuando el gorgojo se encuentra en granos de frijol, no atacan a cereales ni a otros productos.

2.8 Combate de Plagas de almacén

2.8.1 Control cultural

El método tradicional consiste en sacar y esparcir las semillas en capas delgadas sobre bandejas (con fondo de tela de alambre que dejan pasar el aire a través del grano), que se colocan bajo los rayos directos del sol, ya que los insectos no toleran temperaturas superiores a 40 – 44° C, también se disminuye la humedad del grano y se protege de plagas como otros insectos y hongos; sin embargo, no siempre se eliminan huevecillos y larvas que permanecen dentro del grano (Linblad y Druben, 1981).

Otra opción es cosechar oportunamente para evitar al máximo infestaciones en campo y tres semanas antes de realizar la cosecha se lavan las paredes y pisos del almacén con agua y jabón, pero sobre todo se debe verificar que no queden residuos de la cosecha anterior dentro del almacén, ya que podrían quedar granos dañados con huevecillos de *Z. subfasciatus* que al emerger infestarían de inmediato la cosecha nueva (Anónimo, 1975; C.I.A.T., 1986).

2.8.2 Control biológico

Uno de los métodos más antiguos y eficaces para el control de insectos-plaga, es utilizar a sus enemigos naturales parásitos, depredadores y organismos patógenos. A este mecanismo también se le conoce como biocontrol (Rodríguez, 1978).

En el caso del frijol, la técnica consiste en la liberación artificial de enemigos naturales de los gorgojos como la avispa *Dinarmus basalis* que reduce las poblaciones, ya que las hembras tienen una gran habilidad para identificar a sus hospederos, ovopositan sobre los estados de larva, prepupa y pupa de *Z. subfasciatus* paralizándolos, por lo que se observa un efecto positivo desde la primera liberación de avispas en los sacos con grano, pudiendo reducir hasta un 95 % de la población de *Z. subfasciatus* (Bonet *et al.*, 2005).

Larson (1920) y Bushnell (1940) (Citados por Rodríguez, 1989), encontraron que al infestar a *A. obtectus*, con el ácaro *Pediculoides ventricosus*

Newp, se interrumpe el ciclo biológico del gorgojo, ya que los ácaros jóvenes prefieren a los huevecillos de los bruquidos que otro tipo de alimento

Por otro lado, Kistler (1985) determinó que *Heterospilus prosopidis* (Braconidae) y *Anisopteromalus calandrae* (Pteromalidae) tienen actividad parasitaria sobre huevecillos de *Z. subfasciatus*, así como de larvas de primer estadio.

2.8.3 Secado del grano

La humedad y la temperatura son los factores de mayor importancia para evitar el deterioro de los granos almacenados ya que la proliferación de plagas (hongos, bacterias e insectos) depende de las condiciones ambientales, por lo que debe secarse hasta una humedad menor al 14 % y mantenerse a una temperatura entre 15 y 20° C, ya que las especies de *Z. subfasciatus* requieren para desarrollarse y reproducirse, temperaturas entre 23 y 34° C y humedad relativa 40 a 80 % (Moreno, 1996; Ambriz *et al.*, 1999). El secado de las semillas puede hacerse por diferentes métodos, entre los que destacan el método natural usando el calor directo del sol, o bien por el artificial con flujo de aire caliente (Schnaider, 1995).

2.8.4 Radiaciones

Las radiaciones han sido utilizadas para proteger a los granos almacenados de los insectos. Se han realizado experimentos para controlar plagas de productos almacenados mediante radiaciones Gamma de Cobalto – 60. Conforme a la dosis de aplicación se puede ocasionar desde pérdida del apetito, parálisis, trastornos en la fertilidad y fecundidad, cambios de desarrollo e incluso la muerte de los insectos tratados con ellas. Se cree que las radiaciones son efectivas para la destrucción de los huevecillos e insectos adultos sin ocasionar daño al grano y sin dejar residuos tóxicos (Romero *et al.*, 1968).

Rodríguez (1968), menciona que el uso efectivo de las radiaciones, controlan el tamaño de la población de insectos adultos, puede no afectar su habilidad para vivir, aparearse y desarrollar sus funciones normales, excepto su reproducción. En general, la radiación sobre granos infestados con huevecillos evita la incubación o induce la muerte de la larva, pero cuando la irradiación se aplica en la etapa larvaria, esta es más sensible al radio, por lo que le provoca la muerte antes de la etapa adulta; en la mayoría de los insectos, la etapa de pupa es la más fácil de manipular, ya que se requiere una dosis baja para producir esterilidad para un adulto.

2.8.5 Polvos minerales

Los polvos minerales producen daño mecánico sobre el cuerpo del insecto, ya que raspan la cutícula haciendo que pierda humedad metabólica, si el grano

está seco, los insectos no podrán obtener la humedad para recuperar la pérdida ocasionada por las raspaduras y morirán (Lindbland y Druben, 1981).

En México se han realizado algunas investigaciones entre las que destacan las hechas por Rodríguez (1989), donde evaluó 22 polvos minerales usando diferentes dosis para controlar al gorgojo mexicano del frijol en grano almacenado, en este estudio se consideró al polvo como prometedor cuando produce mortalidad mayor al 20%. Los polvos que resultaron promisorios a la dosis de 1.0% y además redujeron la emergencia de la F1 por debajo del 50%, son: adsorcite, primex, cal viva (no hidratada), R.O.B.(arenas y limos), teckies ligero, tezontle negro – claro, tisate y tezontle gris, con porcentajes de mortalidad de 91.2, 90.3, 78.5, 94.4, 90.6, 82.6, 85.9 y 79.5% respectivamente; emergencia de 15.9, 28.8, 21.0, 24.3, 28.5, 25.1, 30.4 y 43.2% respectivamente y los demás tratamientos solamente tuvieron efecto insecticida a la misma dosis, pero no lograron reducir la emergencia de la primera generación y son los polvos minerales de tezontle rojo, tezontle oscuro, ácido bórico, bentonita, carbonato de calcio, mármol, roca de Jilotepec Veracruz, teckies pesado y tequesquite (para elotes), con porcentajes de mortalidad de 53.6, 41.7, 48.1, 85.1, 79.5, 44.4, 59.2, 59.2, 72.2% respectivamente.

2.8.6 Resistencia genética del grano hacia el insecto

La resistencia de las semillas de especies de leguminosas al ataque de gorgojos se debe principalmente a la rugosidad y dureza de la testa seminal, lo que impide la penetración de las larvas de primer estadio de *Z. subfasciatus* al interior del grano (Carreras, 1960; Janzen, 1973).

Villaseñor y Vera (1992) observaron que la mortalidad de larvas de primer estadio de *Z. subfasciatus* criadas en la variedad de frijol negro Jamapa fue menor sin testa donde emergieron 76 adultos, en contraste de frijol con testa, en el que solo eclosionaron 65 adultos, se atribuye que la mortalidad fue causada a la resistencia de la testa que actúa como barrera e impide la penetración de *Z. Subfasciatus* al grano. Aunado a esto, se encuentra el efecto de los cotiledones en donde es probable que exista la presencia de sustancias tóxicas o deficiencia de nutrientes, que inhiben el desarrollo del insecto.

2.8.7 Control químico

El uso de insecticidas en México se inició en 1945 (Stapleton, 1998), influenciado por los países de primer mundo como E.U.A., el primer grupo en introducirse fueron los organoclorados que se sintetizaron a finales de la segunda guerra mundial debido a la escasez de alimentos, eran eficientes y de bajo costo, entre los más comunes se encuentran el DDT, BHC, heptacloro, aldrín y dieldrín entre otros, fueron empleados principalmente como emulsiones con agua (Lagunes y Villanueva, 1995). En México el uso del DDT se restringió en el año 2000 y se estableció que solo puede ser utilizado por las dependencias del ejecutivo federal en campañas sanitarias contra el paludismo (Caballero, 2001).

El segundo grupo en sintetizarse fueron los organofosforados que surgieron en la década de los 50, al igual que el primero también son insecticidas residuales de contacto, entre los más conocidos destacan el paratión, malatión, TEEP y demeton, que son menos persistentes pero con toxicidad mayor en comparación con los organoclorados.

A partir de los setenta, aparecieron los carbamatos cuya persistencia y toxicidad es intermedia entre los dos primeros grupos. El ejemplo más importante es el carbaril que es muy utilizado para controlar larvas y otros insectos que se alimentan del follaje (Lagunes y Villanueva, 1995)

Posteriormente se sintetizaron los piretroides a partir de ésteres contenidos en las flores de piretro *Chrysanthemum cinerariifolium* (combinación de los ácidos crisantémico y piretrico, con los alcoholes piretrolona, cinerolona y jasmolona), ya que su uso como insecticida se remota a tiempos del rey Jerjes de Persia (400 a.C.) hoy Irán (Barthel, 1973).

Cabe mencionar que la toxicidad de los piretroides está relacionada negativamente con la temperatura; ya que se ha observado que la toxicidad es mayor cuando la temperatura es baja. Los piretroides se han empleado en México principalmente contra plagas de algodón y garrapatas, así como contra *Nephotettix cincticeps*, *Laodelphax striatellus*, *Nilaparvata lugens*, *Tetranychus urticae*, *Culex quinquefasciatus*, *C. tarsalis*, *Heliothis virescens*, entre otros, dichos compuestos estimulan las descargas de impulsos nerviosos (convulsiones), con la consecuente paralización del cuerpo, produciendo un derribe instantáneo en insectos voladores, mientras que en mamíferos la toxicidad es baja, aunque si se mezcla con otros insecticidas se vuelve tóxico (Lagunes, 1989 y 1995).

Wong *et al.* (2002), estudiaron el efecto de feromonas de agregación para detectar y monitorear la presencia de *Prostephanus truncatus* en almacén de granos, dicha feromona es producida por el macho y contiene dos componentes, el más abundante es 1-metiletil (E)-2metil-2-pentenoato al cual llamaron trunc-all 1 (T1) seguido por el 1-metiletil (E) -2, (E)-4-2, 4-dimetil-2-heptadienoato llamado trunc-all 2 (T2). Capturaron al barrenador mayor de los granos *P. truncatus* por medio de trampas de cartón tipo delta que se colocaron en sitios cercanos a tres almacenes comerciales de granos (CONASUPO) en la ciudad de Hermosillo, Sonora, utilizaron las dos feromonas ya sintetizadas en relación 1.1 (mg) por cada liberador (capsulas de polietileno de 5 cm de largo y 0.5 cm de diámetro), la capsula se mantuvo cerrada para la liberación lenta de las feromonas a través de los poros del polietileno, la distancia entre trampas fue de 200 m a una altura de 2 m con dirección de los vientos dominantes. El trapeo lo hicieron cada 15 días, realizaron un total de 16 muestreos, en los cuales se capturó a *P. truncatus* en la mayoría de las observaciones hubo una mayor proporción de hembras que de machos (1.6 :1), es importante mencionar que también detectaron a su depredador *Teretriosa nigrescens* en mayor cantidad que *P. truncatus* en relación (1: 9.3) por lo cual confirman que hay una asociación trófica entre ambas especies de insectos. No encontraron a ninguna de las dos especies dentro de los almacenes, concluyen que el uso de las feromonas resulta adecuado para la captura de insectos.

2.8.8 Uso de extractos y polvos vegetales

La actividad insecticida de algunas plantas es conocida desde antes de Cristo, se han usado tanto directamente para el combate de plagas como para el desarrollo de nuevos insecticidas sintéticos. En algunas zonas rurales se mezclan plantas locales con el grano, la información de que plantas y que partes de esta se deben mezclar con la cosecha se transmite de generación a generación (Lindblad y Druben, 1981). Sin embargo, solo algunos se han aprovechado desde el punto de vista comercial, destacan el tabaco, piretro, derris, riana, sabadilla y en los últimos años el neem, del cual se han aislado azadiractina y salanina considerados como unos de los antialimentarios más efectivos (Reed *et al.*, 1998). Estas sustancias son efectivas contra una gran variedad de insectos y la contaminación que producen al ambiente es poca o nula (Lagunes, 1994; Lagunes y Villanueva, 1995; Pascual, 1996).

En nuestro país, la búsqueda sistemática de plantas con propiedades insecticidas se inició en la década de los 80, en el Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, y hasta la fecha, se han evaluado más de 500 especies. Sin embargo, por la gran diversidad florística que posee nuestro país, es importante que este tipo de estudios se sigan realizando sistemáticamente ya que solo en algunos estados como en los de Veracruz, México, Tabasco y San Luis Potosí se tiene referencia que se realizan. Al inicio se evaluaron los polvos de plantas contra gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*, principal plaga del maíz en campo, después contra el mosquito *Culex quinquefasciatus*. Posteriormente se inició la búsqueda de especies vegetales capaces de controlar la conchuela del frijol *Epilachna varivestis*, y el barrenador mayor de los granos *Prostephanus truncatus* (Lagunes y Rodríguez, 1989).

Arenas (1984), realizó una recopilación bibliográfica de las especies vegetales a las cuales se les había detectado poder insecticida alrededor del mundo, encontrando datos acerca de 1093 especies distribuidas en 159 familias que se usan en forma de extractos o polvos contra 112 especies de artrópodos. El 20 % de las plantas reportadas forman parte de la flora mexicana y la mayoría de las especies pertenecen a la familia Asteraceae.

En la segunda mitad de la década de los 80 se empezaron a realizar evaluaciones para el control de plagas en campo y de granos almacenados, principalmente maíz y frijol. Martínez (1983), comparó en campo macerados preparados con hojas de *Bocconia officinalis*, *Brickellia cavanillesii*, *Coix lachryma*, *Hyppocratea sp.* y *Psidium guajava* en dosis de 5.0%, encontró que tienen efecto sobre el gusano cogollero del maíz *S. frugiperda*, con porcentajes de mortalidad de 57.4, 48.6, 48.1, 47.8 y 44.0 % respectivamente y únicamente la infusión de *Hyppocratea sp.* a la misma dosis tuvo efecto insecticida ya que provocó una mortalidad de 41.2 %.

Romo (1987), estudió la toxicidad de las infusiones y macerados preparados con *Euphorbia thymifolia*, *Larrea tridentata*, *Medicago denticulada*, *Trichilia americana* y *Trichilia havanensis* en dosis del 5 % para el control de la conchuela del frijol *E. varivestis* en campo, donde únicamente los macerados de

T. americana y *T. havanebsis* resultaron tóxicos para sus larvas de primer instar, provocando mortalidades de 85 y 75 % respectivamente. Por otro lado, las infusiones ocasionaron mortalidades mayores al 50% por lo que este autor supone que la temperatura afectó el principio activo de las plantas. Cruz (1990), también analizó extractos de plantas para el control de larvas de primer instar de *E. varivestis*, observó que los macerados de *Ricinus communis* y *Arctostaphylos pungens* presentaron efecto insecticida a la dosis de 5.0%, ya que produjo una mortalidad del 100 y 33.3 % respectivamente y que en forma de infusión a la misma dosis solamente *R. communis* tuvo efecto con una mortalidad de 80%.

Por otra parte, Ortega (1987), encontró que los polvos vegetales de *Equisetum arvense*, *Lippia alba* en dosis de 1.0 % produjeron mortalidad de 57.4 y 51.9% respectivamente para el control de *A. obtectus* en frijol almacenado.

Cuevas *et al.* (1990), evaluaron el efecto del "chicalote" *Argemone mexicana* sobre poblaciones de *Z. subfasciatus* en diferentes formulaciones, polvo de semilla con dos dosis 0.5 y 1.0% , extractos acuosos de (raíz, fruto, tallo y hoja) usando las dosis de 4 y 2 g de material para 20 mL de agua, infusión de raíz, fruto, tallo y hoja con la misma proporción de material que en el extracto para 150 ml de agua. Los tratamientos que resultaron prometedores, fueron el polvo de la semilla en las dos dosis 0.5 y 1.0%, donde se obtuvieron mortalidades de 97.1 y 76.1%, emergencia de la primera generación de 0.0 y 2.6% y porcentaje de grano dañado de 0.0 y 2.6 respectivamente; sin embargo, los extractos acuosos no provocaron la mortalidad del insecto superior al 40%.

Para proteger frijol almacenado contra gorgojos se mezclan de 2 a 5 mL de aceite extraído de la semilla de nim *Azadirachta indica*, por cada kg de grano (Munich, 1988) En Ecuador se adicionan 3 mL de aceite por kg, para proteger el grano hasta por 120 días del ataque del gorgojo de cuatro manchas *Callosobruchus maculatus*, cabe mencionar que el aceite se agrega lentamente para que el grano se impregne completamente (CEMADEC, 1994).

Rodríguez (1990), al evaluar la actividad insecticida de *H. excelsa* contra siete especies de insectos de importancia económica, encontró que es efectiva contra *Z. subfasciatus*, *A. obtectus*, *S. zeamais* y *P. truncatus*.

Cortez *et al.* (1991), aplicaron polvos y extractos vegetales de *Atriplex elegans*, *Baccharis glutinosam*, *Argemone mexicana*, *A. platyceras*, *Salpianthus macrodonthus*, *Larrea tridentata*, *Senecio longilobus*, *Ricinus communis*, *Nicotina glauca* y *Datura stramonium* para evaluar su efecto sobre *Z. subfasciatus* y *A. obtectus*. Sus resultados indican que la aplicación de polvos a dosis de 1.0 y 5.0%, y extractos acuosos a 5.0 y 10.0% no tuvieron efecto letal sobre los insectos, ya que la mortalidad no es mayor de 15.0%. Cabe mencionar que los extractos y polvos de *A. mexicana* y *D. stramonium*, en las dos dosis tuvieron efecto repelente para las dos especies de insectos, además de estos, *A. platyceras* y *L. tridentata* causaron repelencia de *A. obtectus*; Por otra lado, observó que *D. stramonium* y *A. mexicana* reducen la ovoposición de *Z. subfasciatus* y por consecuencia el número de adultos emergidos en frijol tratado con extracto al 5.0 y 10.0%. Los porcentajes de emergencia fueron de 38 y 46%

respectivamente y con polvo a dosis de 1 y 5% la emergencia fue de 65 y 72%, además de estas plantas, *R. communis* causó un bajo número de insectos en la primera generación de *A. obtectus*, con porcentajes de emergencia de 65 y 93% en el frijol tratado con polvo a 1 y 5% respectivamente.

Al incorporar polvo de hojas de epazote *Telexys ambrosioides* en frijol (cultivar flor de mayo), en concentraciones del 0.5, 1.0 y 1.5%, se observó que después de tres días de haber iniciado el experimento; la primera dosis provocó 69% y las dos restantes el 100% de mortalidad de *Z. subfasciatus*, los porcentajes de emergencia fueron de 46.5, 6.7 y 0.0% respectivamente (Legorreta, 1993) Procopio y Vendramin (1995) añadieron 7.5 g de polvo (mezcla de hoja, fruto y flor) de *T. ambrosioides* en un kilo de frijol, el tratamiento provocó la eliminación total de la población de adultos de *A. obtectus*, además evitó la ovoposición y por consecuencia la emergencia de adultos de la primera generación.

En un estudio realizado por Domínguez *et al.* (1998), con plantas recolectadas en el Estado de Guerrero, a dosis de 1.0%, pudieron observar que *Z. subfasciatus* reaccionaron con los tratamientos de *H. excelsa* (corteza de raíz), *Annona diversifolia* (semilla), *Pachyrhizus erosus* (la mezcla de tallo, hoja, flor), *Pachyrhizus erosus* (semilla), *Caesalpinia pulcherrima* (mezcla de semilla, hoja, flor), *D. stramonium* (mezcla de tallo, hoja, flor, semilla), *M. azedarach* (mezcla de tallo, hoja, flor, semilla) produciendo porcentajes de mortalidad en las tres primeras especies de 100%, las siguientes de 98.7, 87.5, 48.7 y 46.2% respectivamente.

López y Rodríguez (1999), evaluaron raíz y hoja de "chilca" *Senecio salignus*, hoja de "mumo" *Piper auritum*, raíz de cancerina *Hippocratea excelsa* y semilla de nim *Azadirachta indica*, para proteger al grano contra el ataque del gorgojo mexicano *Z. subfasciatus*, donde solamente el polvo de la raíz de chilca *S. salignus* con dosis de 1.0% tuvo efecto en el insecto al provocar el 98.0% de la mortalidad, 0.0% de emergencia con respecto al testigo y 0.0% de daño al grano. Los tratamientos de *H. excelsa* y *A. indica* no tuvieron efecto insecticida ya que la mortalidad no sobrepasó el 20.0%, pero lograron ser efectivos por que redujeron la emergencia de la primera generación con 2.8 y 29.5% con respecto al testigo y el daño del grano fue de 1.4 y 8.8% respectivamente.

López y Rodríguez (2005), analizaron el efecto insecticida del polvo de raíz de chilca *S. salignus* para el control de *Z. subfasciatus*, concluyen que la dosis de 0.25% eliminó el total de la población al cuarto día, fue mejor que la concentración de 0.1% la cual obtuvo un porcentaje de mortalidad de 84% y que los sobrevivientes en la ultima dosis pueden producir nuevas generaciones resistentes al polvo. Además, el uso de polvo de la raíz en la concentración de 0.25% mató a todos los adultos, al igual que 0.5 y 1.0% pero con mayor rapidez, esto solo provocaría mayor gasto de polvo vegetal.

2.9 Descripción morfológica y usos tradicionales del material vegetal usado

2.9.1 *Larrea tridentata* (DC.) Coville

Se le conoce con el nombre de gobernadora, pertenece a la familia Zygophyllaceae; es un arbusto de 1.0 a 3.5 m de altura. Sus hojas son opuestas por dos folíolos oblongos, alargados y encorvados, cubierta de un material resinoso de olor penetrante, la planta es de color verde oscuro a verde amarillento. Presenta flores solitarias, pétalos de color amarillo de 8 a 10 mm de longitud, el fruto es globoso formado por cinco carpelos densamente pilosos, con largos filamentos (Maldonado, 1976)

Usos tradicionales

Lambert *et al.* (2004), demostraron la eficacia del ácido norhidroguaiarético (NDGA) como compuesto anticarcinogénico, cuando se toma en forma de infusión.

Se emplea en la industria para disminuir las incrustaciones de materiales salinos en las calderas, también es utilizada para la preparación de polímeros fenólicos, fungicidas, jabones, grasas para calzado y para el curtido de pieles (Maldonado, 1976).

2.9.2 *Datura stramonium* L.

También llamada toloache, es una hierba a que a menudo rebasa 1.0 m de altura, nace a finales del invierno, se le encuentra en floración en los meses de mayo a junio, fructifica dentro del verano y muere con las primeras heladas. Sus hojas son grandes aovadas, agudas en su extremo, delgadas y con bordes sinuosos, las flores son blancas y tienen un cáliz tubuloso prismático con cinco pliegues. El fruto es una capsula ovoide, erguida sobre un pie, erizada de púas verdes, que se abre en la parte superior mediante cuatro valvas y con numerosas semillas en forma de riñón de color castaño oscuro. El alcaloide más importante es la l-hiosciamina, se distribuye en el tallo, raíces y semillas (Quer, 1961)

Usos tradicionales

Las hojas frescas machacadas se usan para calmar dolores de quemaduras, así como para dolores de reumatismo articular, en la antigüedad se utilizó por los brujos para realizar las hechicerías y en la edad media lo utilizaban como veneno, el cocimiento de las hojas se usaba para disminuir los dolores del parto. Las semillas afectan al sistema nervioso, originando una forma de locura transitoria hasta permanente, dependiendo la dosis ingerida. Dosis máximas: polvo de las semillas, 25 mg; polvo de las hojas de 5 a 25 centigramos; tintura hasta 30 gotas (Quer, 1961).

2.9.3 *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Steud

Conocido comúnmente como mata rata, mata ratón, madriado, madreado, madrecaao, caconance, cacahuanance, jícaro, es un árbol o arbusto de 2 a 8 m,

con tallos grisáceos, con ramas glabras. Hojas compuestas imparipinadas con 7 a 25 foliolos opuestos, de 3 a 8 cm de largo y 2-4 cm de ancho, glabros; Flores rosadas y agrupadas en racimos densos que miden de 10 a 20 cm de largo, los racimos con 20 a 40 flores, las flores de 2 a 4 cm, la mácula del estandarte de color amarillento. Fruto son vainas dehiscentes y aplanadas de 10 a 20 cm de largo y 1 a 3 cm de ancho, de color verde claro a pardas cuando maduran, enrollándose en la dehiscencia; semillas pardo amarillentas 8 a 15 mm de largo y 12 a 15 mm de ancho, aplanadas, redondas y lisas. Florece de noviembre a mayo, la presencia de frutos es más conspicua de marzo a julio (Dorado *et al.*, 2005). Crece debajo de los 1500 m, se le encuentra a la orilla de la carretera, característica de las sabanas y selvas bajas subperennifolias, en compañía de *Byrsonima crassifolia* y *Curatella americana* (Sarukhán, 1998).

Usos tradicionales

Muy utilizada para delimitar terrenos como cerco vivo, la raíz se usa como veneno para pequeños roedores en los campos de cultivo de cacao, la corteza y hojas se usan como emplastos y baño general para granos en la piel, sarampión y para disminuir la fiebre. El tallo es utilizado en la construcción, árbol de sombra, barrera contra incendios, abono verde, producción de forraje y leña (Sabillón y Bustamante, 1996), desde antes de la conquista, una vez seco y vaciados las semillas se fabricaban instrumentos de cocina y piezas artísticas adornadas con grabados y pinturas en el exterior (Sarukhán, 1998).

2.9.4 *Melia azedarach* L.

Comúnmente llamada paraíso, piocha o canelo, es un árbol que llega a medir hasta 20 m de alto. La corteza es lisa cuando joven o fisurada cuando vieja, es parda rojiza, de sabor dulce. Hojas alternas bipinadas pecioladas, de 20 a 40 cm de largo, tienden a aglomerarse en las puntas de las ramas. Flores de color púrpura en grandes panículas axilares de 10 a 20 cm de largo, glabras o con escasos pelos, las flores son aromáticas, sépalos verdes con el extremo morado, pétalos de color violeta o lila oscuro de 9 a 10 mm de largo, florece todo el año. Fruto en drupa de 1.2 a 2 cm de largo, de forma ovoide, carnosas de color amarillo cuando esta maduro, con un hueso sumamente duro, contiene alcaloides, triterpenos y glicósidos limoneicos, se le encuentra en regiones tropicales y subtropicales (Sabillón y Bustamante, 1996)

Usos tradicionales

Se ha usado para la fabricación de tableros de fibra y en el estado de San Luis Potosí se hacen plantaciones comerciales para este fin (Sarukhán, 1998).

2.9.5 *Guazuma ulmifolia* Lam.

Guácima, guácimo, cumulote, aquiche, ajillá, es un árbol de hasta 25 m de alto, normalmente de menor talla, su corteza se desprende en pequeños pedazos de color pardo grisáceo, deja en el fuste un color amarillento que después pasa a pardo rojizo, de sabor dulce a ligeramente astringente, sus hojas son alternas,

simples; laminadas de forma ovalada, lanceoladas, con el margen aserrado, ápice agudo, presencia abundante de pelos sedosos en el envés y rasposos en el haz, el follaje es caducifolio. Las flores se encuentran en forma de panícula de 2 a 5 cm de largo, pedicelos de 2 a 4 mm de largo, flores con olor dulce, sépalos verdosos de 2 a 3 mm, florece casi todo el año, especialmente de abril a octubre. Los frutos son capsulas de 3 a 4 cm de largo, en infrutescencias de hasta 10 cm, su forma es ovoide, que se abre tardíamente, con numerosas protuberancias cónicas, es de color negro cuando esta totalmente maduro, olor y sabor dulce, contiene numerosas semillas, se encuentra en zonas de vegetación sabanoide, o potreros de áreas calido-húmeda, así como en selvas medianas subperennifolias, se desarrolla muy bien en suelos de origen ígneo y sedimentario (Sarukhán, 1998).

Usos tradicionales

Los frutos verdes son de sabor dulce, las personas los consumen crudo, molido o seco como golosina, aunque también se utilizan como alimento para el ganado y aves de corral. Con las semillas y frutos maduros se preparan tortillas, atole y pinole. La madera se usa como dendroenergético por que produce buena brasa y escaso humo, debido a su contenido de saponinas se utiliza para hacer jabones (Sarukhán, 1998).

2.9.6 *Chrysactinia mexicana* Gray

Conocida comúnmente como hierba de San Nicolás, damiana o falsa damiana, es un subarbusto de más de 12 a 35 cm de alto, semileñoso, tallo glabro a puberulento con numerosas ramas apretadas. Hojas alternas, mucronadas, casi lineares, de unos 5 a 20 mm de largo y 1 o 2 mm de ancho; con dos hileras de glándulas negruzcas. Flores en capítulos amarillos, las corolas lineares a oblongas, de 6 a 12 mm de largo florece de abril a octubre. Aquenios estriados, de 3 a 4 mm de largo, hispíduos; vilano de 30 a 40 cerdas, de 3 a 6 mm de largo. Cabezuelas en pedúnculos de 3 a 7 cm de largo, las bracteólas 1 a 7 (Villareal, 2003).

Usos tradicionales

Se utiliza en infusiones como antiespasmódico, sudorífico, diurético, tónico, febrífugo y afrodisíaco (Juárez *et al.*, 1995).

2.9.7 *Heterotheca inuloides* var. *rosei* B. Wagenkn

Llamada falsa árnica, es una planta herbácea, vellosa, perenne, de más de 50 cm de altura. Hojas alternas, dentadas de 10 a 12 cm de largo; flores en cabezuelas, amarillas, de olor débil y sabor amargo. Florece en agosto y septiembre (Maximino, 1959).

Usos tradicionales

En infusión aplicada sobre contusiones, sin embargo no tiene los mismos efectos que el árnica (*Arnica montana* L.) de Europa (Maximino, 1959)

2.9.8 *Crescentia alata* Kunth

Conocido como jícaro, guiro, cuautecomate, tecomate, etc. es un árbol de 6 a 12 m de altura, perennifolio con hojas largamente pecioladas, siendo el peciolo alado, con tres hojuelas, que con el peciolo forman una cruz de 2 a 9 cm, enteras, coriáceas y glabras, corola de unos 6 cm de largo, amarilla verdosa, con rayas de color moreno. Su olor es desagradable. Flores solitarias en el tronco o ramas gruesas, pedúnculos de 1 a 2 cm de largo, gruesos y glabros. Fruto indehiscentes, cubierta dura, globoso u ovoide de 7 a 12 cm de diámetro con abundante pulpa en el interior, en la cual también se encuentran muchas semillas de color negras y aplanadas de 5 mm de diámetro (Santander, 1994)

Usos tradicionales

Nuestros antepasados usaban la corteza de este fruto para fabricar vasos, copas, platos, las copas también fueron usadas para recibir la sangre de los sacrificios humanos y como armas contra los españoles, pues en su interior depositaban chile en polvo y ceniza para producir lagrimeo. En medicina tradicional, se prepara un jarabe con la mezcla de los frutos del cuautecomate en pedazos (pericarpio, pulpa y semilla) en agua con canela, piloncillo y las especias. "tecatas" (tiras de corteza) de cuachalalate *Anphipterygium adstringens* L., hojas de frutos de cuahulote *Guazuma ulmifolia*, hojas, flor y fruto de cuajilote *Parmentiera edulis*, hojas de nanche *Byrsonima crassifolia*, hojas y flores de capitaneja *Verbesina crocata*, fruto (en pequeña cantidad) de chacua *Randia equinocarpa*, flores de camelia *Bougainvillea spectabilis* Willd., toda la planta de manzanilla *Matricaria chamomilla* L., todo en conjunto, se cocer a fuego bajo, hasta lograr una consistencia de jarabe, luego, en reposo, le agregan alcohol del 96 %, mezcal, tequila, aguardiente, vino u otra bebida alcohólica, que varía de acuerdo con la región. Se utiliza como antidiarreico, anticatarral, antiinflamatorio, aperitivo, astringente, antiasmático, expectorante (Santander, 1994).

2.9.9 *Dyssodia acerosa* DC.

Sus nombres comunes más frecuentes son contra yerba, hierba de San Nicolás, hierba del perro. Es una planta herbácea perenne, de 10 a 30 cm de alto, muy ramificada en la base, glabros a puberulentos; hojas opuestas en la base, frecuentemente fasciculadas, linear-acerosa de 8 a 18 mm de largo, de 0.5 a 1.8 mm de ancho, ápice agudo, margen ciliado, con glándulas evidentes; cabezuelas en pedúnculos de 0 a 10 mm de largo; cálculo de 5 bractéolas linear-lanceoladas, de 2 a 4 mm de largo, usualmente presenta 13 brácteas, lineares, soldadas, con glándula basales, receptáculo plano. Flores, liguladas, aproximadamente contiene ocho, elípticas, de 5 a 6 mm de largo, de color amarillo claro, lanceolado, partidos en 3 a 5 cerdas de 2 a 3 mm de largo, florece de junio a enero. Crece en matorrales xerófilos y pastizales, preferentemente sobre suelos calizos, en climas árido y semiárido a una altitud de 1700 – 2400 m (Villareal, 2003).

Usos tradicionales

No se encontraron registros de usos de esta especie

2.9.10 *Zinnia acerosa* (DC.) A. Gray

También llamada hierba del burro, es una planta subarborescente, rastrera, extendiéndose radialmente en forma irregular de hasta de 5 cm de alto; raíces leñosas, fuertes y largas; tallos profusamente ramificados desde la base, delgados, cinéreo-pubescentes, el mismo tipo de pelos involucrando también con frecuencia a las vainas foliares; hojas opuestas, sésiles, connadas, acerosas a lineares, de 1 a 1.5 cm de largo y 0.8 a 2 mm de ancho, ápice agudo a obtuso, ligeramente pubescentes a esencialmente glabras, pero cortamente ciliadas en el margen, cabezuelas solitarias, terminales, sobre pedúnculos de 1 a 2.5 cm de largo, por lo común ampliamente campanuladas de 1 cm de alto; brácteas de 10 a 14, graduadas en unas 4 series, ovado-orbiculares a oblongas, de 2.5 a 5 mm de largo por 2.5 a 4 mm de ancho. Flores, liguladas 5 ó 8, sus corolas blancas o de color crema, con venas amarillentas o verdosas a cafés, muy conspicuas por fuera, desprovistas de tubo, ápice entero o bilobado, o con más frecuencia trilobado, la cara interna algo pubescente en la base, afelpada por la presencia de numerosos y diminutos pelos cortos y anchos, con glándulas globosas algo esparcidas, ápices de las ramas estilares agudos, aquenio comprimido a algo trícuetro, angostamente oblongo, pero ampliándose ligeramente hacia el ápice truncado, de 3 a 4 mm de largo, longitudinalmente apostillado y provisto de tubérculos redondeados a puntiagudos escasos a muy abundantes y densos, a veces pubescente, vilano ausente; flores del disco 20 a 27, sus corolas amarillas, tubo aproximadamente de 1 mm de largo, garganta de alrededor de 3 mm de largo, lóbulos angostamente triangulares, de 0.8 a 1 mm de largo, afelpado-pubescente: prospera en laderas calizas de pendiente moderada con vegetación de pastizal, en altitudes entre 2000 y 2200 m (Villareal, 2003).

Usos tradicionales

No se encontraron registros de usos de esta especie.

2.9.11 *Dyssodia pentachaeta* DC.

Conocida como parraleña amarilla y limoncillo, es una planta herbácea perenne de 10 a 25 cm de alto, muy ramificada desde la base. Hojas opuestas de 1 a 3 cm de largo, pinnatisectas con 5 a 11 lóbulos lineares, ápice aristado, puberulentas, con glándula diminutas; cabezuelas en pedúnculos de 2 a 8 cm de largo; cálculo de 3 a 5 bractéolas triangulares ciliadas y con 2 a 4 glándulas, presenta aproximadamente 13 brácteas lineares, dispuestas en dos hileras y soldadas, receptáculo convexo. Flores; de color amarillo, liguladas frecuentemente presenta 13; flores de disco de 2 a 3 mm de largo, aquenios obipiramidales, de 2 a 3.5 mm de largo, glabros a esparcidamente estrigosos, florece de agosto a noviembre; vilano de 5 escamas lanceoladas, aristadas de 2 a 3 mm de largo. Crece en matorral xerófilo y pastizales, de preferencia en suelos calcáreos a altitud de 1700 a 2200 m (Villareal, 2003).

Usos tradicionales

No se encontraron registros de usos de esta especie.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Las evaluaciones se realizaron en el laboratorio de Fitoquímica del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas (IIZD) de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP). La identificación de las especies vegetales estudiadas fue determinada por el taxónomo vegetal José D. García Pérez en el herbario "Isidro Palacios" SLPM del IIZD.

3.1 Desarrollo de la Investigación

3.1.1 Recolecta del material vegetal

Las plantas se recolectaron en el período primavera - verano del año 2006 en las distintas zonas geográficas del estado de San Luis Potosí (Cuadro 1). Donde la zona semiárida presenta una temperatura media anual de 17.6° C y la vegetación predominante es rosetófila, microfila, crasicaule y zacatal en la zona del altiplano. En la parte oeste del altiplano potosino encontramos clima seco templado con lluvias en verano, con temperatura media anual entre 12 a 18° C, con vegetación matorral desértico micrófilo, rosetófilo y crasicaule cuyas plantas están adaptadas a la escasez de agua, clima que corresponde a la zona oeste de la altiplanicie potosina. La región centro del estado presenta clima semiseco con lluvias en verano, temperatura media anual de 22° C. La zona sur-este de la huasteca potosina presenta clima semicálido húmedo, con abundantes lluvias en verano, temperatura media anual de 24° C, donde la vegetación que predomina es principalmente bosque perennifolio, selva mediana y bosque de encino. Por último la región centro presenta un clima seco templado con lluvias en verano, temperatura media anual de 18° C, vegetación de matorral desértico micrófilo y crasicaule (Anónimo, 2005).

Cuadro 1. Especies vegetales evaluadas.

Especie	Parte de la planta	Localidad	Mes de recolecta
<i>Crescentia alata</i> Kunth	fr	Jalpan, Qro.	Junio
<i>Chrysactinia mexicana</i> A. Gray	fo	Guadalcázar S.L.P	Mayo
<i>Datura stramonium</i> L.	fo	San Luis Potosi	Junio
<i>Dyssodia acerosa</i> DC	fo	Salinas de Hidalgo S.L.P.	Septiembre
<i>Dyssodia pentachaeta</i> (DC.) B.L. Robins	fo	San Luis Potosi.	Junio
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq) Steud	fo	Entronque Tamazunchale - Xilitla	Junio
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	fo, fr	Tamasopo, S.L.P	Mayo
<i>Heterotheca inuloides</i> var. <i>rosei</i> B. Wagenkn	fo	San Luis Potosi	Junio
<i>Larrea tridentata</i> (DC) Cov	fo	San Luis Potosi	Junio
<i>Melia azedarach</i> L.	fo, fr	Río verde S.L.P.	Junio
<i>Zinnia acerosa</i> (DC) A. Gray	fo	Salinas de Hidalgo S.L.P.	Septiembre

Partes de la planta que se usó. fo = Follaje, fr = Fruto

De cada especie se recolectaron de tres a cuatro ejemplares para herbario, que sirvieron para precisar su identidad taxonómica y aproximadamente un

kilogramo de peso fresco para la realización del experimento. El material vegetal se extendió en bandejas de papel absorbente bajo la sombra hasta su desecación. Una vez seco, el material se molió en una licuadora hasta obtener un polvo fino, capaz de atravesar un tamiz de Mesh 40.

3.2 Establecimiento del experimento

3.2.1 Bioensayo

Los insectos usados para el bioensayo se obtuvieron de la cría que se encuentra en el IIDZ. Se colocaron parejas de gorgojo pinto o mexicano *Z. subfasciatus* en frascos con aproximadamente un kilogramo de frijol (cultivar flor de mayo) y se mantuvieron a una temperatura de $28 \pm 2^\circ \text{C}$, 60 a 65% de humedad relativa y un fotoperiodo 12/12. Conforme la colonia creció se incrementó el número de frascos hasta obtener una densidad de población suficiente para llevar a cabo el bioensayo.

3.2.2 Determinación del porcentaje de mortalidad y de emergencia

Para evaluar el efecto insecticida del material vegetal se siguió la metodología propuesta por Lagunes y Rodríguez (1989), que consiste en colocar en frascos de vidrio de 250 mL 100 g de frijol (flor de mayo). El grano presentó un contenido de humedad entre 12 y 15%. El polvo vegetal de cada especie (dosis de 0.0, 0.1, 0.5 y 1.0% p/p, con tres repeticiones cada una) se agregó y se mezcló uniformemente; inmediatamente después, a cada frasco se le agregaron 10 parejas de insectos de menos de 24 horas de edad y la boca del frasco se cubrió con una malla fina. El criterio usado para determinar el sexo de los adultos es el que indica Decelle (1951), que establece que los machos son más pequeños (2 mm de longitud) y de color grisáceo, la hembra es de color negro con manchas color crema sobre los elitros y miden 3 mm de longitud (Rodríguez, 1989).

Para estimar la toxicidad de cada tratamiento se midió la mortalidad; a los 6 días de realizada la infestación se cuantificaron los insectos adultos vivos y muertos en cada tratamiento. Las mismas muestras usadas para determinar el porcentaje de mortalidad se utilizaron para evaluar la emergencia de la primera generación (F1) y el porcentaje de grano dañado.

3.2.2.1 Análisis de datos

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

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

Donde:

% MC = Mortalidad corregida (%)

X = Porcentaje de mortalidad en el tratamiento

Y = Porcentaje de mortalidad en el testigo

Se consideraron como prometedores aquellos polvos vegetales que ocasionaron una mortalidad corregida igual o mayor al 40 % (Lagunes, 1994)

Fue necesario transformar los valores con el logaritmo de los porcentajes de mortalidad, con el objeto de que los resultados tuvieran una distribución normal y poder realizar el análisis de varianza correspondiente (Steel y Torrie, 1997).

3.2.3 Estimación de la emergencia F1

A los 50 días de iniciada la infestación se registró la emergencia de la primera generación y se calculó tanto el porcentaje de emergencia como el porcentaje de grano dañado con respecto al testigo.

Para el cálculo de porcentaje de emergencia corregida de insectos se utilizó la siguiente formula:

$$\% \text{ de Emergencia} = \frac{X}{Y} * 100$$

Donde:

X = número de insectos emergidos en el tratamiento

Y = número de insectos emergidos en el testigo.

Se consideran como prometedores aquellos tratamientos con emergencia de la primera generación menor o igual al 50 %. Los datos se transformaron a raíz cuadrada para normalizarlos y se realizó un análisis de varianza ($\alpha < 0.5$) y una prueba de comparación de medias de Tukey con el objeto de verificar cuales son los mejores tratamientos, este análisis se hizo también para las pruebas de ovoposición y porcentaje de grano dañado.

3.2.4 Porcentaje de grano dañado

El porcentaje de grano dañado se cuantificó a los 50 días de realizada la infestación, se contabilizaron los granos sanos y dañados. Para poder hacer la estimación de porcentaje de granos dañados se utilizó de la formula propuesta por Adams & Schulten (1976, citado por Silva 2003)

Debido a que no existen criterios para determinar si un polvo reduce las pérdidas económicas al disminuir el daño en el grano, se tomó como referencia un 20%, ya que según datos estadísticos arrojados de un estudio realizado en el estado de Veracruz, las perdidas al grano ocasionadas por *Z. subfascistus*, van desde un 20% hasta el total de la cosecha (Bonet *et al.*, 2005).

$$Pgd = 100 (Ngd/Ntg)$$

Donde:

Pgd: porcentaje de grano dañado (%),

Ngd: número de granos dañados,

Ntg: número total de granos (Silva, 2005).

3.2.5 Índice de repelencia

El método que se usó para evaluar la repelencia, es el adaptado por Silva (2005), inicialmente propuesta por Mazzonetto y Tavares (2002) Consiste en colocar una arena, formada por cinco cajas plásticas circulares de 5 cm de diámetro y 1.5 cm de altura; la caja central es conectada a las demás cajas por medio de tubos de 10 cm de longitud dispuestos diagonalmente. En las cajas laterales se depositaron 30 g de frijol con los diferentes tratamientos (dosis de: 0.0, 0.1, 0.5, y 1.0%), de cada tratamiento se hicieron tres repeticiones. En el recipiente central se liberaron 50 insectos sin haber determinado su sexo, luego de 24 horas se contó el número de insectos en cada recipiente. Para tener mayor confiabilidad de los datos se empleó la fórmula descrita por Mazzonetto (2002)(citado por Silva, 2003).

$$IR = 2G/(G+P)$$

Donde:

IR: índice de repelencia

G: porcentaje de insectos en el tratamiento

P: porcentaje de insectos en el testigo

El polvo vegetal se considera neutro si $IR = 1$, atrayente si $IR > 1$ y repelente si $IR < 1$ (Silva, 2005).

3.2.6 Efecto residual del polvo vegetal

Se realizó la evaluación del efecto residual en aquellos tratamientos donde se obtuvieron porcentajes de mortalidad mayor al 40%. Para llevar a cabo esta prueba se repitió el modelo de mortalidad con 12 muestras de 100 g cada una, Estas se repartieron en las dosis (0.0, 0.1, 0.5 y 1.0%) con tres repeticiones cada uno y fueron infestadas con 10 parejas de insectos, a las 24 horas de haber iniciado la prueba, se retiraron todos los insectos de cada frasco y se cuantificaron insectos vivos y muertos, se volvió a mezclar uniformemente el polvo vegetal con el grano y se adicionaron 10 parejas nuevas de gorgojos, a los 6 días se realizó el mismo procedimiento así como a los 12, 18, 24, 30 y 36 días (Silva, 2004).

3.2.6.1 Análisis de los datos

Para determinar el tiempo al que el polvo presenta actividad insecticida, se utilizó un diseño de mediciones repetidas y un análisis de varianza con significancia ($p < 0.5$), el parámetro evaluado fue el porcentaje de mortalidad durante el tiempo que duro el experimento.

3.2.7 Germinación del grano

Se realizó una prueba de germinación de las semillas expuestas en los tratamientos con mortalidades mayores al 40%, además de un tratamiento sin aplicación de polvo, se hicieron tres repeticiones de cada tratamiento, con el objetivo de verificar si las diferentes partículas vegetales disminuyen el poder de germinación de las semillas. Para llevar a cabo dicha prueba, se colocaron 30 semillas de cada tratamiento en cajas petri acondicionadas con una toalla de papel húmeda bajo condiciones controladas (fotoperiodo 12/12, temperatura de $26 \pm 2^\circ \text{C}$), durante siete días. Se hizo un conteo diariamente de las semillas germinadas y se consideró como 100 % el número de granos germinados en el testigo (Silva, 2003).

3.2.7.1 Análisis de los datos

Para determinar si el polvo reduce el poder germinativo de la semilla, se utilizó un diseño de mediciones repetidas y un análisis de varianza con significancia ($p < 0.5$).

3.2.8 Efecto ovicida

La prueba para verificar el efecto ovicida se realizó en tratamientos considerados como prometedores, la metodología es similar a la prueba de mortalidad: consiste en colocar en frascos de 250 ml 100 g de frijol con tres repeticiones y posteriormente se adicionaron 10 parejas de insectos que se dejarán copular por un periodo de 10 días. Al término de este tiempo, se retiraron todos los insectos y se mezcló el polvo vegetal a las diferentes dosis con el frijol, los frascos se colocaron en la habitación acondicionada y la emergencia de la progenie se cuantificó después de 50 días de haberse realizado la infestación (Silva, 2005).

3.3 Diseño experimental

El diseño experimental que se usó fue completamente al azar, con un arreglo factorial (13×4) 13 tratamientos y 4 dosis. Donde el factor A son los tratamientos y el factor B son las dosis. Solamente los tratamientos prometedores fueron objeto de análisis estadístico.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ijk} : variable respuesta en la repetición k , nivel j de B , nivel i de A ,
- μ : la Media general
- A_i : efecto del factor A al nivel i
- B_j : efecto del factor B al nivel j
- E_{ijk} : error aleatorio.

Con los resultados que se obtuvieron se hicieron pruebas de normalidad y se sometieron a un análisis de varianza para probar la significancia ($\alpha < 0.5$) de los factores principales y sus interacciones, con los datos de germinación y residualidad fueron analizados por separado mediante un diseño de mediciones repetidas. Se realizaron comparaciones múltiples de medias de los tratamientos mediante una prueba de Tukey, Estos análisis se hicieron con el paquete estadístico (SAS, 1991).

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Porcentaje de mortalidad

Con base en el criterio propuesto por Lagunes y Rodríguez (1989), quienes consideran como prometedores los polvos vegetales que producen una mortalidad mayor del 40 %, se puede hacer mención que de los 39 tratamientos evaluados solamente dos sobrepasan el porcentaje antes mencionado. Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 2. Estos datos, corregidos con respecto al testigo indicaron que hubo diferencia significativa en el efecto que tuvieron los polvos vegetales en la mortalidad del insecto.

El análisis estadístico ($p < 0.05$) demuestra que existe interacción entre las dosis y las especies, por lo que los mejores resultados fueron obtenidos con *C. mexicana* en las dosis de 0.1, 0.5 y 1.0 % y *G. sepium* al 0.5 y 1.0 % (Cuadro 2), cabe mencionar que *C. mexicana*, ha sido evaluada con otras especies de gorgojos como el del maíz *Sitophilus zeamais* y se ha demostrado su efecto insecticida (Juárez, 1998).

En cuanto a *G. sepium*, Lagunes (1994) encontró que tiene efecto sobre el barrenador mayor de los granos *Prostephanus truncatus* Horn. a una dosis del 1.0%, probablemente se deba a sus componentes estigmastanol glucosido y 3',4'-dihidroxi-*trans*-cinámico ácido octacosilester (Herath y de Silva, 2000). Por otro lado, Rodríguez (1989), informa que dicha especie no es considerada como prometedora a una dosis de 1.0 % ya que solo produjo una mortalidad de *Z. subfasciatus* del 25 % con respecto al testigo, Sabillon y Bustamante (1996) comentan que *G. sepium* controla otras plagas y mencionan la parte que se usa pero no explican como se prepara ni la concentración para cada insecto; Afidos (corteza), *Culex* sp. (fruto), roedores (toda la planta), *Trichoplusia ni* (raíces y fruto); Lagunas (1994) evaluó el follaje de *C. alata*, *D. stramonium*, *M. azedarach*, *H. inuloides* en la concentración de 1.0%, los resultados que obtuvo coinciden con los realizados en esta investigación, dichos tratamientos no presentaron acción tóxica contra el gorgojo mexicano, además, otras especies que también fueron evaluadas tuvieron efecto insecticida solo que contra otras plagas, son; *Guazuma tomentosa* sobre el *Spodoptera frugiperda*, *Gliricidia sepium* y *Larrea tridentata* disminuyen las poblaciones de *S. frugiperda* y de *Acanthoscelides obtectus*.

4.2 Emergencia

Con relación a la disminución de la emergencia de la primera generación de adultos, aún cuando los tratamientos que no produjeron la mortalidad de *Z. subfasciatus*, algunos de ellos lograron reducir la emergencia de la progenie de este insecto, los tratamientos se consideraron promisorios si provocan su reducción de la F1 por lo menos al 50 % (Silva, 2003), con base en los resultados obtenidos (Cuadro 2). Con base en esta prueba los mejores tratamientos a la dosis de 1.0% fueron *C. mexicana*, *G. sepium*, *G. ulmifolia* (Fr), *D. acerosa*, *L. tridentata*, *M. azedarach* (Fr), *M. azedarach* (Fo), *C. alata*, *D. pentachaeta*, *H.*

inuloides, *G. ulmifolia* (Fo) y *Z. acerosa*, en la dosis de 0.5% los tratamientos que lograron reducir la emergencia fueron, *C. mexicana*, *G. sepium*, *G. ulmifolia* (Fr), *D. acerosa*, *L. tridentata*, *H. inuloides*, *M. azedarach* (Fr), *D. pentacha*, *C. alata*, *G. ulmifolia* (Fo) y el polvo de *M. azedarach* (Fo) en esta dosis fue el tratamiento que mayor emergencia presentó con respecto al testigo. En la dosis más baja que corresponde a 0.1% la emergencia se logro reducir con los tratamientos de *G. sepium*, *L. tridentata*, *C. mexicana*, *G. ulmifolia* (Fr), *G. ulmifolia* (Fo), *H. inuloides*, *M. azedarach* (Fr), *D. acerosa*, *C. alata* *D. pentachaeta*. Asimismo, cabe mencionar que con *G. sepium*, no hay diferencia significativa entre las dosis, siendo las tres iguales estadísticamente, con *C. mexicana* se observa un efecto dosis respuesta, siendo éste el mejor tratamiento. Esta situación tal vez se deba a un efecto antialimentario que presenta *C. mexicana* y que ocasionó que los insectos no copularan. Villavicencio (1995), extrajo el aceite esencial de esta planta *C. mexicana* el cual contiene cuatro clases de monoterpenos (quercetagenin-3-glucosido, quercetagenin-7-glucosido, 6-hidroxikaempferol 7-glucosido 6-hidroxikaempferol 7-acetilglucosido, 6-Hidroxikaempferol 7-glucosido) y observó que estos ejercen acción antialimentaria sobre *S. zeamais* lo que se podría relacionar con la mortalidad y reducción de la emergencia.

El tratamiento con *G. ulmifolia* presenta mejores resultados con el fruto molido que con follaje, debido a que en el primero se reduce la emergencia casi a la mitad en comparación con el polvo de la hoja, por lo que probablemente el principio activo de esta especie se encuentra en el fruto una mayor proporción que en el follaje.

4.3 Porcentaje de grano dañado

Con una mayor mortalidad de insectos y por consecuencia una menor emergencia de los mismos, se esperaría un menor daño al grano. Cabe mencionar que algunos tratamientos que no incrementaron la mortalidad por encima del 40% para *Z. subfasciatus*, lograron reducir la emergencia de la primera generación y por consecuente el porcentaje de daño; los mejores resultados los presentan *C. mexicana*, *G. sepium*, *G. ulmifolia* (Fr) y *D. acerosa* en la concentración de 1.0%. Los tratamientos que lograron reducir significativamente el daño en los granos en la dosis de 0.5% fueron las especies antes mencionadas; por último en la dosis menor los polvos vegetales que redujeron el porcentaje de daño con respecto al testigo fueron *L. tridentata*, *G. sepium* y *C. mexicana*, los demás tratamientos sobrepasaron el 40.0% de daño al grano (Cuadro 2).

El tratamiento con el que se presentó el mayor porcentaje de grano dañado en comparación con el testigo fue *D. stramonium*, que se comportó estadísticamente igual en sus tres dosis ($p < 0.05$) con valor promedio de 120.0% de daño, superando el daño ocasionado en el testigo.

4.4 Efecto de repelencia

Los tratamientos evaluados y sus respectivos resultados se muestran en la Cuadro 3, donde se clasifican a las especies vegetales como repelentes, neutras o atrayentes de *Z. subfasciatus*.

Los polvos de *C. mexicana*, *D. acerosa*, *G. sepium*, *G. ulmifoli* (Fr), *H. inuloides*, *L. tridentata* muestran tener actividad repelente sobre *Z. subfasciatus*, debido a esta propiedad, dichos tratamientos evitaron que los gorgojos invadieran al frijol, aunque *Z. acerosa* resultó tener actividad repelente, fue el único tratamiento con valores de emergencia cercanos a 50% y datos de grano dañado de mas de 58%, por lo que tal vez su principio activo se degradó con mayor rapidez que el de los demás polvos.

Aquellos tratamientos que no se comportaron como repelentes pero tampoco atrayentes se consideraron como polvos neutros, posiblemente la acción de los polvos repelentes, es evitar la ovoposición de la hembra sobre el grano, debido a que hay una menor emergencia de adultos y menor perdida de granos, en el caso de las especies que resultaron ser atrayentes solamente el polvo vegetal que facilitó la infestación del grano fue el de *D. stramonium* en sus tres concentraciones, donde se observan los mayores porcentajes de emergencia así como de grano dañado, tal vez se deba a que sus progenitores crean resistencia con mayor rapidez, Silva (2005) evaluó la hoja y semilla de *D. stramonium* contra *Sitophilus zeamais* y sus resultados son comparables con esta investigación ya que observó una baja mortalidad, menor al 2% y porcentaje de emergencia mayor (77.7%). Por otro lado, Procopio *et al.* (2003), encontraron que la hoja de paraíso *Melia azedarach* fueron repelentes para *Z. subfasciatus*.

Cuadro 3. Índice de repelencia de las especies evaluadas a las 24 hrs.

Repelentes	Neutros	Atrayentes
<i>Chrysactinia mexicana</i> *	<i>Melia azedarach</i> *	<i>Datura stramonium</i> *
<i>Zinnia acerosa</i> *	<i>Dyssodia pentachaeta</i> *	<i>Crescentia alata</i> *
<i>Dyssodia acerosa</i> *	<i>Guazuma ulmifolia</i> *	<i>Melia azedarach</i> **
<i>Heterohteca inuloides</i> *		
<i>Guazuma ulmifolia</i> **		
<i>Gliricidia sepium</i> *		
<i>Larrea tridentata</i> *		

* Follaje
** Fruto

Cuadro 2. Porcentajes de mortalidad, emergencia y grano dañado al aplicar los polvos vegetales.

Especie vegetal	% Mortalidad corregida con respecto al testigo			% Emergencia de la F1			% Grano dañado		
	Dosis								
	0.1%	0.5%	1.0%	0.1%	0.5%	1.0%	0.1%	0.5%	1.0%
<i>Crescentia alata</i> (Fr)	14.0f	17,5e	20.5e	39.0i	40.0i	32.0j	56.5i	50.0i	50.0i
<i>Chrysactinia mexicana</i> (Fo)	49.5c	66.0b	84.0a	20.0k	12.0k	6.0k	30.0k	14.0k	8.0k
<i>Datura stramonium</i> (Fo)	17.0e	25.0e	30.0e	95.5c	98.0c	125.0a	120.0a	110.0b	121.0a
<i>Dyssodia acerosa</i> (Fo)	13.0f	13.0g	15.0g	39.0i	23.0k	21.0k	55.5i	38.0j	26.0k
<i>Dyssodia pentachaeta</i> (Fo)	20.0e	20.0e	22.0e	42.0h	38.0i	35.0j	59.0h	50.5i	49.0i
<i>Gliricidia sepium</i> (Fo)	11.0e	48.0c	56.0b	16.0k	15.0k	15.0k	25.0k	25.0k	22.0k
<i>Guazuma ulmifolia</i> (Fo)	18.0e	20.0e	20.0e	27.0k	40.0i	45.0g	41.0i	53.0i	62.0g
<i>Guazuma ulmifolia</i> (Fr)	25.0e	38.0d	38.0d	22.0k	21.0k	16.5k	42.5i	30.0k	26.0k
<i>Heterotheca inuloides</i> (Fo)	16.0e	16.0f	20.0e	38.0i	31.0i	38.0j	66.0e	55.0i	55.0h
<i>Larrea tridentata</i> (Fo)	20.0e	26.0e	31.0e	18.0k	28.0k	23.0k	28.0k	42.0i	41.0i
<i>Melia azedarach</i> (Fo)	20.0e	27.0e	29.0e	70.5d	50.0d	31.5j	79.0d	70.0e	47.0i
<i>Melia azedarach</i> (Fr)	19.0e	27.0e	27.0e	39.0i	38.0i	30.0j	62.0f	60.0i	55.0i
<i>Zinnia acerosa</i> (Fo)	8.0i	11.0g	11.0h	50.0e	48.0e	46.0f	72.0d	66.0e	58.0h
Testigo	2.0i	2.0i	2.0i	100.0b	100.0b	100.0b	100.0c	100.0c	100.0c

Parte de la planta usada: Fr = Fruto, Fo = Follaje.

Los tratamientos con diferente literal, estadísticamente son diferentes por hilera y por columna, test de Tukey $p < 0.05$

4.5 Efecto residual

En los bioensayos de efecto residual se evaluaron los polvos de *C. mexicana* en sus tres concentraciones y *G. sepium* al 0.5 y 1.0%. Para esta última especie la dosis de 0.1% no fue evaluada en este parámetro debido a que no tuvo efecto letal sobre el insecto en la prueba de mortalidad, por lo cual tampoco fue evaluada en las pruebas de germinación y de efecto ovicida. Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 4. Se encontró que no hay efecto de los polvos sobre el insecto pasadas 24 horas de haber iniciado la infestación, el porcentaje de mortalidad se incrementó al dejar al insecto en contacto con la mezcla de frijol y polvo, se demostró que sí hay efecto de todos los tratamientos durante las primeras tres semanas (7, 13 y 19 días), a partir de la cuarta (25 días) los polvos de *C. mexicana* 0.1% y *G. sepium* 0.5% dejaron de tener acción insecticida, en la quinta semana en adelante (31 y 37 días) todos los tratamientos dejaron de ser tóxicos para *Z. subfasciatus*, esto se debió probablemente a que los compuestos de las plantas evaluadas comenzaron a degradarse o se volatizaron.

4.6 Prueba de germinación del grano

Con el objeto de verificar si las plantas pulverizadas afectaban el poder germinativo de los granos, se realizó esta prueba solamente a los tratamientos que produjeron mortalidad mayor al 40%, las especies vegetales fueron *C. mexicana* (1.0, 0.5 y 0.1%) y *G. sepium* (1.0 y 0.5%), como se puede observar en el cuadro 4. A pesar de que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$), cabe indicar que la germinación de los granos se redujo a partir del quinto día, debido a la infección de un hongo blanco algodonoso, probablemente *Fusarium* spp, los polvos que retardaron la emergencia de las plantas fueron únicamente los pertenecientes a la especie *G. sepium* en sus dos concentraciones. Cabe mencionar que de acuerdo con los estándares internacionales, los granos tratados con polvos vegetales en los que se vea disminuida su germinación por debajo del 90% no podrán comercializarse como semilla (González, 1995).

Cuadro 4. Efecto residual y germinación al aplicar los polvos vegetales prometedores.

Dosis	Efecto residual							Prueba de germinación del grano							
	0.1%		0.5%		1.0%		Testigo	Tiempo días	0.1%		0.5%		1.0%		Testigo
	A	B*	A	B	A	B			A	B*	A	B	A	B	
24 hrs	10b		27a	4.5c	29a	7.5c	2c	1	0a		0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
7 días	55b		50b	49b	82a	59b	5c	2	0 a		0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
13 días	48b		60b	50.5b	89a	56b	3c	3	50c		100a	0d	125a	75b	100a
19 días	46b		53b	71a	76a	52b	3c	4	100b		100b	80c	140a	60c	100b
25 días	36d		40c	34d	82a	51b	8.3c	5	143a		157a	72c	115a	100 b	100b
31 días	21a		30a	29a	32a	24.5a	5b	6	84b		100a	50c	75b	67c	100a
37 días	18.5a		31a	14a	35a	16.5a	6.5b								

A = *Chrysactinia mexicana*

B = *Gliricidia sepium*

Los tratamientos con diferente literal, estadísticamente son diferentes por hilera. test de Tukey $p < 0.05$

* No fueron evaluados

4.7 Efecto ovicida

En cuanto al efecto ovicida de los polvos considerado como prometedores (Cuadro 5), no existe diferencia significativa ($p > 0.05$) en el porcentaje de grano dañado así como en el de emergencia de la primera generación. *C. mexicana* y *G. sepium* en ambos parámetros y con base en la prueba de comparación de medias, son iguales estadísticamente ($p < 0.05$) con los resultados del Cuadro 2.

Comparando los datos obtenidos en las pruebas de emergencia y grano dañado (Cuadro 2.) se observó que los valores se asemejan a los logrados en la prueba de ovoposición, por lo que se puede afirmar que no hay diferencia ($p > 0.05$) en la aplicación de los polvos antes o después de estar en contacto con el grano y donde el mejor tratamiento fue *C. mexicana*.

Cuadro 5. Estimación del efecto ovicida de los tratamientos promisorios mediante la emergencia de la F1 y el Porcentaje de grano dañado

Especies prometedoras	Efecto ovicida					
	% Emergencia de la F1			% Grano dañado		
Dosis	0.1%	0.5%	1.0%	0.1%	0.5%	1.0%
<i>Chrysactinia mexicana</i>	22.3b	18.0b	6.7b	27.8b	28.0b	9.4c
<i>Gliricidia sepium</i>	*	13.3b	15b	*	23.6b	25.5b
Testigo	100a	100a	100a	100a	100a	100a

Los tratamientos con diferente literal, estadísticamente son diferentes por hilera y por columna

* No fueron evaluados

5. CONCLUSIONES

De las 11 especies de plantas evaluadas (39 polvos vegetales) pertenecientes a siete familias diferentes, el follaje de *C. mexicana* destaca por ser el mejor tratamiento para el control de *Z. subfasciatus*, ya que con este se observa que a mayor concentración del polvo, mayor es el porcentaje de mortalidad, disminuye la emergencia de la primera generación, reduce significativamente el porcentaje de grano dañado y no hubo efecto letal del polvo pasadas 24 horas de estar expuesto con el insecto. Pero conforme transcurrió el tiempo de exposición, se observó una reducción en la población de *Z. subfasciatus*, los primeros cinco días por lo que podemos pensar que el polvo de *C. mexicana* es un insecticida antialimentario.

Asimismo, *C. mexicana* tiene un efecto repelente sobre el insecto lo cual favoreció que las hembras no estuvieran por mucho tiempo en contacto con el grano y consecuentemente lo ovopositaran, por último, el polvo de *C. mexicana* en las tres dosis evaluadas no disminuyen el poder germinativo de los granos de *P. vulgaris*, por tanto, se debe señalar que la germinación de los granos se vio disminuida a partir del quinto día, por causas ajenas del efecto de los tratamientos.

El polvo de *G. sepium*, también resulto ser prometedor, aunque, presente solamente toxicidad para *Z. subfasciatus* en las dosis de 0.5 y 1.0 %; las tres concentraciones lograron reducir la emergencia de la primera generación, así como el porcentaje de grano dañado, además, el follaje de *G. sepium* presentó acción repelente contra los insectos. En cuanto a su efectividad, al igual que *C. mexicana* no hubo efecto del polvo sobre *Z. subfasciatus* pasadas 24 horas de estar en contacto con el grano, a los siete días se observó el efecto máximo, 13 días después de iniciado el experimento se produjo una disminución del efecto hasta que se perdió a los 25 días. Por otra parte, *G. sepium* redujo el poder germinativo de las semillas de frijol *P. vulgaris*.

Aunque el fruto de *G. ulmifolia* y *C. alata* y el follaje de *D. acesora*, *D. pentachaeta*, *H. inuloides*, *L. tridentata*, *Z. acerosa* y *G. ulmifolia*, no tuvieron efecto tóxico sobre *Z. subfasciatus*, lograron reducir la emergencia de la primera generación menor al 50%, a excepción del follaje y fruto de *M. azedarca* en la dosis de 0.1%; aunque no existen referencias de cual debe ser el porcentaje de grano dañado para considerar a un polvo como prometedor, tomamos arbitrariamente un valor de 20%, el único tratamiento que logró reducir el porcentaje de daño al grano, fue *C. mexicana* al 0.5 y 1.0%.

D. stramonium es el tratamiento que presentó menor efecto ($p < 0.05$) en los parámetros de mortalidad, emergencia de la (F1) y porcentaje de grano dañado, además resultó ser atrayente para *Z. subfasciatus*.

6. LITERATURA CITADA

- Abbott, W. S. 1925. A method of comuting the effectiveness aof an insecticida J Econ. Entomol 18: 265 – 267 pp.
- Ambriz B. K. A., Contreras G. J. M., Flores B. I. 1999. Comportamiento del ciclo de vida de *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera:Bruchidae) a temperaturas extremas En: N. Bautista M., O Morales G., C. Ruíz M. (Ed.) Colegio de Postgraduados Montecillo. XXXIV Congreso Nacional de Entomología. Aguascalientes, México. p 594.
- Anonimo. 1975. Guía para la asistencia técnica agrícola. Área de influencia del campo agrícola experimental "Mixteca Oaxacaqueña" S.A.G. I.N.I.A. México.
- Anónimo. 2000. Situación actual y perspectiva de la producción de Frijol en México 1990 – 2000. SAGARA. México. p 52
- Anónimo^a, 2005. México en el Mundo INEGI, México, 261 pp.
- Anónimo^b, 2005. Anuario estadístico de San Luis Potosí INEGI, Tomo II, México, 587 – 588 pp.
- Arenas L. C 1984. Extractos acuosos y polvos vegetales con propiedades insecticidas. Una alternativa por explorar. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. 157 p.
- Barthel, W. F. 1973. Toxicity of pyrethrum and its constituents to mammals. En: Pyrethrum the natural insecticide. Academic Press. New York and London, 123 – 142 pp.
- Bonet, A., Morales, C. O., Rojas, C V 2005. El control biológico con parasitoides, una alternativa para limitar a los gorgojos en frijol almacenado Instituto de Ecología A. C., Xalapa, Ver. México. pp 3, 8.
- Bourguet D., Genissel A., Raymond M., J. Econ. 2000. Entomol 93, 1588 – 1595.
- Caballero R.M. 2001. Diagnóstico Regional del uso del DDT y el control de la malaria, Informe Regional para México y Centroamérica Instituto de Salud y Ambiente, México 5–28 pp.
- Carreras P. M. 1960. Evaluación del daño ocasionado por el gorgojo pinto (*Spermophagus pectorales* (Say)) a diez variedades de frijol. Tesis profesional de la Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
- Castillo C. G., Montante M., Dufort L., Martínez L. M., Jiménez C. M. E 2002 Behavioral effects of exposure to endosulfan and methyl parathion in adult rats. Medline 24 (6): 797 – 804 pp.

- CEMADEC. 1994. El nim en un programa de desarrollo rural (CEMADEC: Centro Manabita de Desarrollo Comunitario). Memorias del 1er. Congreso Latinoamericano y del Caribe sobre nim y otros insecticidas vegetales. Santo Domingo, República Dominicana. 159 – 73 pp.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1986. Insectos del frijol almacenado y su control por C.I.A.T. Folleto de divulgación 11344, Apartado aéreo 6713, Cali, Colombia 4p.
- CICOPLASFEST 1991 Catálogo Oficial de Plaguicidas 1991, Comisión Intersecretarial para el control del proceso y uso de plaguicidas, fertilizante y sustancias tóxicas. SARH-SEDUE-SS-SECOFI. 469 pp.
- Cortez R. M. O., García G., Villaescusa M.I. y Sánchez R.I. 1991 Utilización de polvos y extractos vegetales para el control de *Zabrotes subfasciatus* y *Acanthscelides obtectus* (Say) en grano de frijol almacenado. En: Resúmenes del XXVI Congreso Nacional de Entomología, Veracruz, Ver. 470 pp.
- Cruz, O. J. E. 1990. Extractos de higuera, *Ricinus communis* L. y manzanita, *Arctostaphylos pungens* H.B.K. para el control de la conchuela del frijol, en Chapingo México, Tesis de Maestría, Chapingo, México. 44 pp.
- Cuevas S. M. I., Romero N. C. A., García M. J. C. 1990. Utilización de chicalote *Argemone mexicana* (PAPAVERACEAE), como una alternativa para el control de gorgojo pinto del frijol *Zabrotes subfasciatus* (Bohn) (COLEOPTERA:BRUCHIDAE). En: J. F. López O., C. Rodríguez H., A. Aragón G. (Ed) XXV Congreso Nacional de Entomología, II Simposio Nacional sobre Sustancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas, Oaxaca, Oax, México. 188 pp.
- Decelle, J.E. 1951. Contribution al estude Bruchidae de Congo Belge. Rev. Zool. Bot. African. 45: 92 – 172.
- Delgado G., Ríos M. Y. 1991 Monoterpenes from *Chrysactinia mexicana* Phytochemistry 30 (9): 3129-3131 pp.
- Domínguez M. V. M., Correa L. A J., Catalán H. C., Luna L. C. 1998. Uso de plantas silvestres para el control del "gorgojo del maíz" *Sitophilus zeamais* Mots. Y el "gorgojo pinto del frijol" *Zabrotes subfasciatus* Boheman. En: C. Rodríguez H (Ed) Colegio de Postgraduados Montecillo. Memorias del I Simposio Internacional y IV Nacional sobre sustancias vegetales y minerales en el combate de plagas. Acapulco, Gro. México. 191pp.
- Dorado O., Arias D. M., Ramírez R., Sousa 2005. leguminosas de la sierra de Huautla CEAMISH, CONABIO, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. p 84.
- González U. 1995. El maíz y su conservación. Ed: Trillas. México, D.F. México. 399 pp.

- Herath H. M. T. B. and Susila deSilva. 2000. New constituents from *Gliricidia sepium*.
Fitoterapia Volume 71, Issue 6, 722-724 pp.
- Jacobson, M. 1989. Botanical Pesticides: past, present and future. En insecticidas of plant origin. Arnason, J. T., Philogene, B. J. R. y Morand, P. ACS Symposium Series, 387 1 – 10 pp.
- Janzen, D. H. 1973. Community structures of secondary compound in plants. Pure Appl. Chem. 34: 329-538 pp.
- Jarry, M., Bonet A. 1981. Premires observations sur la contamination par *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) de gosses de *Phaseolus vulgaris* (L.) et *P. Lunatus* (L.) au México. Acta Oecológica Aplicata. 2(4) : 311 – 315 pp.
- Juárez P. M. A., Reyes A.J.A., Andrade A. J.A. 1995. Flora útil de tres tipos de matorral en el altiplano potosino-zacatecano, Revista de Geografía Agrícola, Universidad Autónoma de Chapingo, Núm 22-23, septiembre, 1 – 17 pp.
- Juárez F. B. I. 1998. Especies silvestres de la familia Compositae con actividad insecticida sobre el gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamias* Motsch (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) Tesis de maestría en Ciencias Agropecuarias. San Luis Potosí, México. 4 – 12 pp.
- Kingsolver, J. M. 1990. Biosystematics of the genus of *Zabrotes* of America North of Mexico (Coleoptera: Bruchidae). Trans. Amer. Entomol. Soc. 116 (1): 135 – 174 pp.
- Kistler R. A. 1985. Host-age structure and parasitism in a laboratory system of two hymenopterous parasitoids and larvae of *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae). En Environmental Entomology 14 (4) 507 – 511 (Sacado de Review of Applied Entomology, Series A: Agricultural; Vol 74 (4) cita 1255.
- Lambert J.D., Sang S., Dougherty A. Caldewell C. G., Meyers R. O., Dorr R. T., Timmermann B. T. 2005. Cytotoxic lignans from *Larrea tridentate*. Phytochemistry 66: 811 – 815 pp.
- Lagunes T. A. 1989. Manejo de insecticidas piretroides. Colegio de Postgraduados, Texcoco, México, 7 p.
- Lagunes, A. 1994. Extractos y polvos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas de maíz y de frijol en la agricultura de subsistencia. Montecillo, México: CONACYT/Colegio de Posgraduados. 1, 27, 30 pp.
- Lagunes, T. A., Villanueva J. J. A. 1995. Toxicología y manejo de insecticidas. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 8, 9 pp.
- Legorreta M. D. 1993. Control de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) con tres plantas insecticidas en frijol almacenado. Tesis de

- Licenciatura. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, Nuevo León, México. 56 p.
- Lindblab C., Druben L. 1981 Almacenamiento del grano. Ed. Concepto. México. 46 p
- Loera B. J.C., Romero N. J., Valdez C. J., Carrillo S. J.L. 2005. Especies y hospederas de los Bruchidae (INSECTA:COLEOPTERA) del Estado de Jalisco, México. *Agrociencia*, volumen 40, Número 4, México. 512 p.
- López P. E., Rodríguez H. C. 1999. Actividad de la chilca *Senecio salignus* (Asteracea) en el combate del gorgojo mexicano del frijol *Zabrotes subfasciatus* (COLEOPTERA:BRUCHIDAE), En: N. Bautista M., O. Morales G., C. Ruíz M. (Ed) Colegio de Postgraduados Montecillo. XXXIV Congreso Nacional de Entomología Aguascalientes, México. 701 p.
- López P. E., Rodríguez H. C., Ortega A. L. D., Garza G. R. 2005. Actividad biológica de la raíz de *Senecio salignus* contra *Zabrotes subfasciatus* en frijol almacenado, En: *Agrociencia* 41: 95 - 102 pp.
- Maldonado A. L. J. 1976. Método de corte en gobernadora, *Larrea tridentata*, INIF, Boletín Técnico No. 54 Coahuila, México. 6, 10 pp.
- Mansaray, M. 2000. Chem, 667 p.
- 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 de Licenciatura, UACH, México 67 – 72 pp.
- Maximino M. 1959. Las plantas medicinales de México. Ediciones Botas, México D.F., 41 p.
- Mitter C., B. Farrel & D. J. Futuyma. 1991. Phylogenetics studies on insect-plant interactions: insight into the genesis of diversity. *Trends in Ecol. And Evol.*, 6:190-293 pp.
- Miranda C. S. 1967. Origen de *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común). *Agrociencia* 1(2): 99-109 pp.
- Moreno M., E. 1996. La Humedad: Su importancia en la conservación de los granos semillas. *In* Curso Teórico. Almacenamiento y Conservación de los granos y semillas. Programa Universitario de alimentos. UNAM. 44 – 71 pp.
- Morón M.A., 1988. Entomología Práctica, Instituto de Ecología, A.C. México. p 274.
- Munch E. L. 1988. Plantas con propiedades plaguicidas; posibilidades para el Depto. de Choluteca / Honduras. COHAAT (GTZ). Choluteca, Honduras. 20 – 29 pp.
- Ortega A. L. D. 1987. Evaluación de polvos vegetales y minerales para el combate del gorgojo pardo del frijol *Acanthoscelides obtectus* Say

(COLEOPTERA:BRUCHIDAE) en frijol almacenado. Tesis de licenciatura, UNAM, "Iztacala". México. 45 - 47 pp.

Ottaway, P. B. 2001. Chem, 42 – 4

Pascual V. M. J. 1996. Plaguicidas naturales de Origen Vegetal: Estado actual de la Investigación Monografías INIA 92. Madrid, España.

Pierre D., Pimbert L. M., 1981. Some data on the reproductive activity of *Z. Subfasciatus* (Boh.) in the laboratory. In: Labeyrie, V. (ED) International Symposium on the ecology of Bruchids attacking legumes (pulses). Tours, France. 1980. Proceedings. The Hauge, Junk. Series Entomológica. Vol. 19: 113 – 123 pp.

Procopio S. de O. y Vendramim J. D. 1995. Avaliação da actividade de diversos pós de origen vegetal em relação a *Acanthoscelides obtectus* (Say.) Resumos do 16º Congresso Brasileiro de Entomologia. Salvador BA, Brasil 326 pp.

Procopio S. de O y Vendramim J. D. Ribeiro J. I. and Santos J. B. 2003 Effect of plant owners on *Acanthoscelides obtectus* (Say.) and *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera. Bruchidae). Revista Ceres 50(289): 395-405 pp.

Quer F.P. 1961. Plantas medicinales. Ed Labor, S.A. Barcelona, España, 595, 596 pp.

Ramayo R. L. F 1983. Tecnología de granos y semillas. Universidad Autónoma Chapingo. Depto. De Industrias Agrícolas. Chapingo, México. 216 p.

Reed D. K., Jacobson M., Warthen J. D., Uebel E. C., Tromley N. J., Jurd L. and Freedman B. 1981. Cucumber Beetle Antifeedants. Laboratory Screening of Natural Products. U.S. Department of Agriculture. Technical Bulletin 1641. 13 pp.

Rodríguez de la T. M. 1978. Manejo y control de plagas de insectos Vol. 3. Ed. Limusa, México D.F. 522 pp.

Rodríguez R. F. H 1989. Evaluación de la actividad tóxica de polvos vegetales y minerales sobre el gorgojo mexicano del frijol *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) en frijol almacenado bajo condiciones de laboratorio. Tesis de Maestría en Ing. Agrónomo. Chapingo, México. pp 20, 22, 102

Rodríguez H., C. 1990. Actividad insecticida de cancerina (*Hippocratea excelsa* Hippocrataceae) en siete insectos de importancia económica In Memoria II Simposio Nacional sobre sustancias vegetales y minerales en el combate de plagas. Oaxaca, Oax, México. pp. 37 – 55 pp.

Romero R. F., C. García M. y L. López M. de A. 1968. Efecto de las radiaciones gamma en el gorgojo del arroz *Sitophilus orizae* L. observaciones preeliminares. Agrociencia 3(1): 54-63 pp.

- Romero N. J. 1992. Revision of the genus *Amblycerus* of the University of the United States and Mexico (Coleoptera: Bruchidae: Amblycerinae) Thesis of PhD, Northern Arizona University. 274 p.
- Romero, N. J., 1999. Estudio comparativo entre *Zabrotes subfasciatus* y *Z. sylvestris* Romero y Johnon (COLEOPTERA:BRUCHIDAE. AMBLYCERINAE) En: N. Bautista M., O. Morales G., C. Ruiz M. (Ed) Colegio de Postgraduados Montecillo. XXXIV Congreso Nacional de Entomología. Aguascalientes, México. 594 p.
- Romero, N.J. 2000. El Genero *Zabrotes* en México (COLEOPTERA:BRUCHIDAE), En: S.G. Stanford C., A. Morales M., J. R. Padilla R. (Ed) Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México, XXXV Congreso Nacional de Entomología. 138, 139 pp.
- Romo, O. J. M. 1987. Utilización de extractos acuosos vegetales para el combate de la conchuela del frijol *Epilachna varivestis* Muls. (COLEOPTERA:COCCINELLIDAE) Tesis de maestría en protección vegetal. Chapingo, México. 71 – 94 pp.
- Santander C, R.M., 1994. ETNOBOTÁNICA DEL CUATECOMATE (*Crescentia spp.*) EN REGIONES TROPICALES DE MÉXICO, COLPOS, TESIS DE MAESTRIA. 9,10, 21, 22, 54, 55 pp.
- Sabillón A., Bustamante M. 1996. Guía fotográfica para la identificación de plantas con propiedades plaguicidas, Parte 1. Ed. Zamorano, Honduras, 110 pp.
- Sarukhán J. 1998. Árboles tropicales de México Manual para la identificación de las principales especies. UNAM, Segunda Edición, México D.F.
- SAS Institute, 1991. SAS User's Guide: Statistics. SAS Institute Inc., Cary, NC. 1028 p.
- Schnaider, K. 1995. Secamiento de los granos. Programa Regional de Postcosecha (ED). p. 14
- Silva G. Pizarro D., Casals P., Berti M. 2003. Evaluación de plantas medicinales en polvo para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en maíz almacenado. En: Agrociencia, volumen 9, numero 4, México. 384, 385 pp.
- Silva A. G., González G. P., Hepp G. R., Casals B. P. 2004. Control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky con polvos inertes. Agrociencia, volumen 38, numero 5, México. 531 p.
- Silva A. G. I; Kiger M. R; Hepp G. R; Tapia V. M. 2005. Búsqueda de plantas con propiedades insecticidas para el control de *Sitophilus zeamais* en maíz almacenado. Brasilia, volumen 40, número 1, Brasil. 11-17 pp.
- Stapleton, 1998. F.H. Stapleton, The dawn of DDT and its experimental use by the Rockefeller foundation in Mexico. 1943–1952, *Parassitologia* 40, 149–158. pp.

- Steel y Torrie. 1997. Principles and Procedures of statistics a Biometrical approach. 2nd Edition, McGraw-Hill, New York, 592 – 593 pp.
- Villareal Q. J. A. 2003. Flora del bajo y de regiones adyacentes. Fascículo 113, agosto de 2003, Instituto de Ecología A. C., Pátzcuaro, Michoacán, México. 85 pp.
- Villaseñor, V. J.A., Vera, G. J. 1992. La testa del frijol de la variedad negro Jamapa como defensa contra el ataque de *Zabrotes subfasciatus* (COLEOPTERA:BRUCHIDAE) Agrociencia vol. 3, México, 2:39-49.
- Villaviscencio M. A., Pérez B., Ramírez A. 1995. Actividad insecticida de aceites esenciales de especies de compuestas. En: Memoria del XIII Congreso Mexicano de Botánica. Diversidad vegetal de México. Cuernavaca, Mor., México p. 111
- Waterhouse D., Carman W. J., Schottenfeld D., Gridley G., MacLean S. 1996, Cancer, 77, 763 – 770.
- Wong C. F.J., Bourne M. L.R. , Borboa F. J., Cortez R. M.O. 2002. Captura de insectos por medio de feromonas en vegetación circundante a los almacenes de granos. Depto. De Investigación y Posgrado den Alimentos de la Universidad de Sonora, Hermosillo. En: Memorias del III Simposio Internacional sobre la flora silvestre en zonas ardías, del 9 al 11 de octubre del 2002. ED: Dolores Vásquez del Castillo, Magdalena Ortega Nieblas, Reyna Amanda Castillo Gámez, Hermosillo, Sonora, México. 111-119 pp.