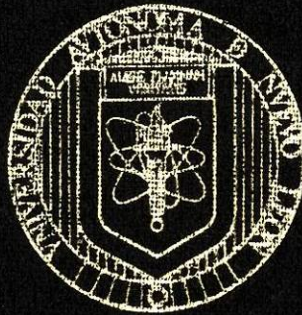


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



CONTROL DE Zabrotes subfasciatus (Boheman)

(COLEOPTERA: BRUCHIDAE)

CON TRES PLANTAS INSECTICIDAS EN  
FRIJOL ALMACENADO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

PRESENTA

DAVID LEGORRETA MILLAN

MARIN, N. L.

MARZO 1993.

T

SB608

.B4

L4

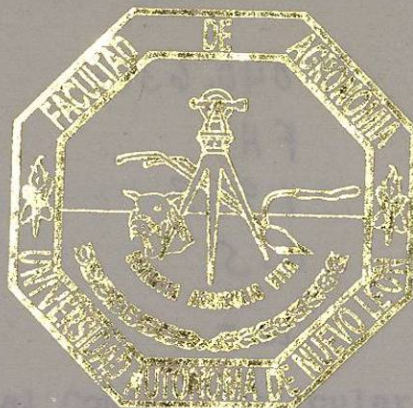
C.1



1080061973

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



CONTROL DE Zabrotes subfasciatus (Boheman)  
(COLEOPTERA: BRUCHIDAE)  
CON TRES PLANTAS INSECTICIDAS EN  
FRIJOL ALMACENADO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

PRESENTA

DAVID LEGORRETA MILLAN

Ing. Carlos A. Latorre  
Secretario

Marin, Nuevo Leon

MARIN, N. L.

MARZO 1993.

011476 &

T  
SB608  
.B4  
L4

040.632  
FAL  
1993  
C.5



Biblioteca Central  
Magna Solidaridad

F. Tesis



FONDO  
TESIS LICENCIATURA

CONTROL DE Zabrotes subfasciatus (Boheman)  
(COLEOPTERA: BRUCHIDAE)  
CON TRES PLANTAS INSECTICIDAS EN FRIJOL ALMACENADO

Tesis

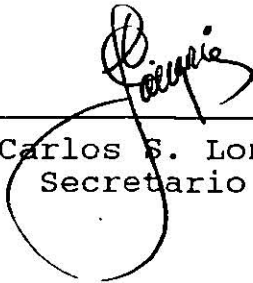
Sometida al Comité Particular como requisito  
parcial para obtener el título de

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

Comisión Revisora



Ph.D. Josué Leos Martínez  
Presidente



Ing. Carlos S. Longoria  
Secretario



Ing. Benjamín Báez Flores  
Vocal

Marín, Nuevo León

Marzo de 1993

DEDICATORIA

A mis Padres:

Sr. Pedro Adrián Legorreta Pérez †  
Sra. Luz María Millán vda. de Legorreta

Por su confianza y ejemplo, con amor

A mis Hermanas y Hermanos:

Victor José

Ana Luz

Rosa Laura

Lina

Pablo

Adriana

María Inés

Amalia Guadalupe

Por su apoyo y enseñanza

A todos mis familiares, abuelos, tíos y primos, por compartir  
conmigo sus vidas.

A mis compañeros y amigos:

Que durante todos mis años de estudio me brindaron su lealtad  
y apoyo.

El presente trabajo está dedicado especialmente a la memoria de mi padre, el que me enseñó tanto durante mi niñez y juventud.



## AGRADECIMIENTOS

Al Ph.D. Josué Leos Martínez, por su invaluable ayuda y consejos para el perfeccionamiento del presente trabajo.

A todos mis maestros, y en especial a los de la Facultad de Agronomía por haberme instruido profesionalmente, logrando con esto la superación del Género Humano y la mía propia.

Gracias a todo el personal que labora en la facultad, así como a todas las personas que de alguna u otra forma colaboraron para que se realizara este trabajo, por haberme prestado desinteresadamente su ayuda. Muchas Gracias.

Y ante todo, gracias a Dios por haberme prestado la vida, la que me ha dado conciencia de Su Magnífica Creación.

## I N D I C E

	Página
1. INTRODUCCION . . . . .	1
1.1 Objetivos. . . . .	3
1.2 Hipótesis. . . . .	3
2. REVISION DE LITERATURA . . . . .	4
2.1 Descripción y Usos Tradicionales de las Especies	
Vegetales Estudiadas . . . . .	4
2.1.1 Nombre científico: <u>Chenopodium ambrosioides</u> L. . . . .	4
2.1.2 Nombre científico: <u>Castela texana</u> (T.& G.) Rose. . . . .	5
2.1.3 Nombre científico: <u>Azadirachta indica</u> A.Juss . . . . .	7
2.2 Antecedentes Históricos del Uso de Materiales	
Vegetales para el Control de Insectos. . . . .	9
2.3 Uso de Plantas en el Control de Insectos de Granos	
Almacenados. . . . .	12
2.4 Farmacología y Toxicología del Epazote, Chaparro	
amargoso y Neem. . . . .	19
2.4.1 Composición química de las plantas . . . . .	18
2.5 Apariencia, Biología y Hábitos del gorgojo pinto del	
frijol <u>Zabrotes subfasciatus</u> (Boheman) . . . . .	20
2.5.1 Apariencia . . . . .	20
2.5.2 Biología y Hábitos . . . . .	22
2.6 Importancia de <u>Z. subfasciatus</u> (Boheman) como plaga	
de frijol almacenado . . . . .	23
3. MATERIALES Y METODOS . . . . .	24
4. RESULTADOS Y DISCUSION . . . . .	30

4.1 Porcentaje de Mortalidad a los 3 Días. . . . .	30
4.2 Número de Huevecillos a los 21 Días. . . . .	31
4.3 Número de Adultos Emergidos a los 42 Días. . . . .	33
4.4 Número de Huevecillos a los 42 Días. . . . .	36
4.5 Número de Huevecillos Viables y Eclosionados a los 42 Días. . . . .	38
4.6 Porcentaje de Huevecillos Muertos a los 42 Días. . . . .	39
4.7 Número de Orificios de Emergencia a los 42 Días. . . . .	40
4.8 Número de Granos con Orificios de Emergencia a los 42 Días. . . . .	42
4.9 Porcentaje de Pérdida de Peso a los 42 Días. . . . .	44
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	47
6. LITERATURA CITADA. . . . .	49
7. APENDICE . . . . .	53

## INDICE DE CUADROS

	Pagina
Cuadro 1. Promedios de mortalidad de adultos de <u>Zabrotes subfasciatus</u> en frijol a los tres días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas. . . . .	31
Cuadro 2. Promedios del número de huevecillos de <u>Zabrotes subfasciatus</u> en frijol en una muestra de 15 g, a los 21 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas. . . . .	33
Cuadro 3. Promedios del número de adultos emergidos de <u>Zabrotes subfasciatus</u> en frijol, a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas. . . . .	34
Cuadro 4. Promedios del número total de huevecillos (viabiles, eclosionados y muertos) de <u>Zabrotes subfasciatus</u> en una muestra de 50 g de frijol, tomada a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas. . . . .	37
Cuadro 5. Promedios del número de huevecillos viabiles y eclosionados de <u>Zabrotes subfasciatus</u> en una muestra de 50 g de frijol, tomada a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas. . . . .	39
Cuadro 6. Promedios para el factor "planta" del porcentaje de huevecillos muertos de <u>Zabrotes subfasciatus</u> en una muestra de 50 g de frijol, tomada a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas . . . . .	40
Cuadro 7. Promedios del número de orificios de emergencia marcados por <u>Zabrotes subfasciatus</u> en frijol, a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas . . . . .	41
Cuadro 8. Promedios del número de orificios de emergencia abiertos por <u>Zabrotes subfasciatus</u> en frijol, a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas . . . . .	42

Cuadro 9. Promedios del número de frijoles con orificios de emergencia de <u>Zabrotes subfasciatus</u> , a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas . . . . .	43
Cuadro 10. Frecuencia de frijoles con diverso número de orificios de emergencia de <u>Zabrotes subfasciatus</u> , en 1 kg de muestra, a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas . . . . .	44
Cuadro 11. Promedios del porcentaje de pérdida de peso causada por <u>Zabrotes subfasciatus</u> en frijol a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas. . . . .	45

#### INDICE DE CUADROS DEL APENDICE

Cuadro A1. Análisis de varianza del porcentaje de mortalidad de adultos de <u>Zabrotes subfasciatus</u> en frijol a los tres días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas. . . . .	53
Cuadro A2. Análisis de varianza del número de huevecillos de <u>Zabrotes subfasciatus</u> en frijol en una muestra de 15 g, a los 21 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas . . . . .	53
Cuadro A3. Análisis de varianza del número total de adultos emergidos de <u>Zabrotes subfasciatus</u> en frijol, a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas . . . . .	54
Cuadro A4. Análisis de varianza del número total de huevecillos (viables, eclosionados y muertos) de <u>Zabrotes subfasciatus</u> en una muestra de 50 g de frijol, tomada a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas . . . . .	54
Cuadro A5. Análisis de varianza del número de huevecillos viables y eclosionados de <u>Zabrotes subfasciatus</u> en una muestra de 50 g de frijol, tomada a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas. . . . .	54

Cuadro A6. Análisis de varianza del porcentaje de huevecillos muertos de <u>Zabrotes subfasciatus</u> en una muestra de 50 g de frijol, tomada a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas . . . . .	55
Cuadro A7. Análisis de varianza del número de orificios de emergencia marcados por <u>Zabrotes subfasciatus</u> en frijol, a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas . . . . .	55
Cuadro A8. Análisis de varianza del número de orificios de emergencia abiertos por <u>Zabrotes subfasciatus</u> en frijol, a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas . . . . .	55
Cuadro A9. Análisis de varianza del número de frijoles con orificios de emergencia de <u>Zabrotes subfasciatus</u> , a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas . . . . .	56
Cuadro A10. Análisis de varianza del porcentaje de pérdida de peso causada por <u>Zabrotes subfasciatus</u> en frijol a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas . . . . .	56

#### INDICE DE FIGURAS

Fig. 1 <u>Chenopodium ambrosioides</u> L. (Chenopodiaceae). . . . .	5
Fig. 2 <u>Castela texana</u> (T. & G.) Rose (Simaroubaceae). . . . .	6
Fig. 3 <u>Azadirachta indica</u> A. Juss. (Meliaceae). . . . .	8
Fig. 4. El gorgojo pinto o Mexicano del Frijol <u>Z. subfasciatus</u> . . . . .	21
Fig. 5. Porcentaje de mortalidad corregida (Abbott) obtenido a los tres días de la infestación. . . . .	31

## RESUMEN

Se evaluaron el neem Azadirachta indica A. Juss. (Meliaceae), el chaparro amargoso Castela texana (T. & G.) Rose (Simaroubaceae) y el epazote Chenopodium ambrosioides L. (Chenopodiaceae) para observar el efecto de sus hojas molidas sobre la vida, oviposición, desarrollo poblacional y daño del gorgojo pinto del frijol Zabrotes subfasciatus (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) en frijol almacenado a  $30 \pm 2$  °C y  $70 \pm 7\%$  de h.r.

Las plantas fueron secadas a la sombra y sus hojas molidas para obtener mediante el tamizado un polvo fino. Se aplicaron cinco dosis de polvo (0.0, 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0%) peso x peso, en unidades experimentales que consistieron de frascos de 1 litro que contenían 120 g de frijol de la variedad Flor de Mayo. Se hicieron cuatro repeticiones por tratamiento.

La infestación se hizo con 12 parejas de gorgojos de cinco o menos días de edad. En un conteo a los tres días de la infestación se obtuvo el porcentaje de mortalidad de adultos. A los 21 días, se contaron los huevecillos en 15 g. A los 42 días se observaron en 50 g las variables: adultos emergidos, huevecillos viables, muertos y eclosionados, orificios de emergencia cerrados y abiertos, y pérdida de peso.

Sólo el epazote fue tóxico para adultos de Z. subfasciatus. Las dosis de 1.0, 1.5 y 2.0% resultaron con 100% de mortalidad en tres días. Al considerar las otras variables estudiadas, los tratamientos con epazote se mostraron como los que mantuvieron a la población bajo un mejor control; sin embargo, esto se debió a la eliminación de los adultos introducidos, y no a un efecto directo sobre otros aspectos de la biología del insecto.

El chaparro amargoso fue moderadamente efectivo para controlar el crecimiento poblacional de Z. subfasciatus; su acción principal fue sobre la oviposición. Este efecto fue notorio tanto en los insectos introducidos como en los de la F1. Además fue la única planta que causó, aunque en forma leve, mortalidad de huevecillos. Debido a esto, la emergencia, el incremento poblacional, el daño y la pérdida de peso del grano fue menor que en los testigos sin polvo de hoja y que en el neem, el cual no pudo demostrar ningún tipo de acción en contra de este gorgojo.



## ABSTRACT

Neem Azadirachta indica A. Juss. (Meliaceae), allthorn or chaparro amargoso Castela texana (T. & G.) Rose (Simaroubaceae) and wormseed or Mexican tea Chenopodium ambrosioides L. (Chenopodiaceae) were evaluated to study the effect of their grind leaves upon life oviposition, population development and damage of the Mexican bean weevil Zabrotes subfasciatus (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) in stored beans at  $30 \pm 2$  °C y  $70 \pm 7\%$  de r.h..

The plants were dried on the shade and their leaves were ground to get by sieving a fine dust. Five doses of dust were applied (0.0, 0.5, 1.0, 1.5, and 2.0) weight x weight, in experimental units consisting of one litre jars containing 120 g of beans of the variety Flor de Mayo. Four replications were made for each treatment.

The infestation was made with 12 pairs (male and female) of weevils five or less days old. In an observation three days after the infestation, the percent of adult mortality was obtained. At day 21, eggs were counted in a 15 g sample. In a 50 g sample, the following variables were measured at day 42: emerged adults, alive, death, and hatch eggs, open and closed emergence holes, and weight loss.

Only the wormseed was toxic to Z. subfasciatus adults. Doses of 1.0, 1.5, and 2.0% resulted with 100% mortality in three days. Considering the other variables, the wormseed treatments show as the ones that kept the population under the best control; however, this was due to the elimination of the introduced adults. It was not because a direct action on other aspects of the insect biology.

The allthorn or chaparro amargoso, was moderately effective to control the population growth of Z. subfasciatus; its main action was on the oviposition. This effect was evident both in the introduced insects and in the ones of the F1. Additionally, it was the only plant that caused, at least in a low level, egg mortality. Because of this, emergence, population increase, damage, and grain weight loss was lower in this plant than in the checks and the neem treatments. Neem could not show any tipe of action against this weevil.

## 1. INTRODUCCION

El frijol Phaseolus vulgaris L. ocupa el segundo lugar como grano básico en la alimentación diaria de la población de México, sólo superado por el maíz. Además, cuenta con un alto porcentaje de proteínas, lo que lo hace aún más importante.

Existen por lo menos 28 especies de insectos que se alimentan de frijol almacenado, las que llegan a provocar pérdidas que van de un 10 a un 35% (Sifuentes y CIAT, citados por Rodríguez y Rodríguez 1990). De éstas, una de las dos más importantes en México y la más importante de zonas tropicales es Zabrotes subfasciatus (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae).

Para resolver este problema se han aplicado productos químicos, los que tienen la cualidad de actuar rápidamente, pero crean problemas de resistencia en los insectos plaga, teniéndose que aplicar dosis más altas y frecuentes, llegando a ocasionar problemas adicionales de contaminación, así como el incremento en los costos de almacenamiento, lo que hace mínima la aplicación de insecticidas en zonas agrícolas de subsistencia.

Una alternativa de control de insectos es el uso de plantas con propiedades insecticidas (abrasivas, antialimentarias, hormonales, inhibidoras de la oviposición, y repelentes). Este método tiene distintas ventajas como: las plantas son renovables; se degradan más fácilmente; no contaminan; su costo es

comparativamente bajo, y representan menos riesgos a la salud humana que los insecticidas convencionales.

En México se han reportado muchas plantas insecticidas. Lagunes y Rodríguez (1989) trabajaron con plantas del centro del país, Vidales y Leos (1991) con plantas tropicales, y López y Leos (1991) con plantas del noreste de México. En este último trabajo, se señalaron como las mejores plantas insecticidas comunes en nuestra zona al epazote y al chaparro amargoso, además del neem, recientemente introducido a México (Leos y Salazar 1991).

Los rendimientos de los cultivos pueden elevarse si los recursos disponibles son bien administrados, pero un almacenamiento deficiente ó un nulo control de plagas puede hacer inútil este trabajo, además de poner en peligro el abastecimiento suficiente de alimentos a la población. Debido a que en muchas zonas agrícolas del país los recursos económicos son precarios, es necesario hacer un uso racional de los recursos naturales disponibles, ayudando con esto a tener un ambiente equilibrado y sano, aumentando con esto la calidad de vida de la gente.

### 1.1 Objetivos

En este trabajo se pretende definir la dosis de polvo de hoja de tres especies vegetales, dos comunes en nuestra zona (noreste de México) y una .introducida recientemente, las cuales se ha

demostrado tienen propiedades insecticidas. El presente estudio tiene el propósito de aportar tecnología básica, proporcionando medios para que los campesinos de escasos recursos y productores de subsistencia puedan controlar plagas del frijol almacenado, eficaz y económicamente. Los objetivos particulares son:

- a) Evaluar el efecto del tratamiento con polvo de hoja de tres especies vegetales sobre la vida, oviposición, desarrollo y daño del gorgojo pinto Zabrotes subfasciatus (Boheman) en frijol almacenado.
- b) Definir la dosis de polvo de hoja de tres especies vegetales, para controlar el gorgojo pinto, en frijol almacenado.

### 1.2 Hipótesis

- a) El polvo de las hojas secas y molidas de las tres especies vegetales probadas influyen negativa y desigualmente sobre la vida y oviposición de Zabrotes subfasciatus (Boheman), y sobre el desarrollo, emergencia, mortalidad y daño de su población.
- b) Al incrementar la dosis de polvo de hoja, el efecto negativo sobre Zabrotes subfasciatus (Boheman) también se incrementa.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Descripción y Usos Tradicionales de las Especies Vegetales Estudiadas.

A continuación se hace una breve descripción morfológica de las plantas usadas en este estudio, para facilitar su localización y distinguirlas de otras especies. Además, se anotan algunos usos tradicionales de las plantas, pero no se pretende hacer recomendaciones o promoción de éstos, ya que las personas interesadas podrán contar con una mayor información en libros de herbolaria y/o medicina natural.

#### 2.1.1 Chenopodium ambrosioides L. (Chenopodiaceae)

Nombres comunes: epazote, epazotl, pazote.

Hierba con tallo principal erecto, de 20 cm a 1 m de alto, con ramas ascendentes. La disposición de las hojas es alterna, son pecioladas, de forma ovalada a lanceolada, de 5 a 15 cm de largo y 2 a 4 cm de ancho; borde lobulado, glabras a glandular pubescentes, aromáticas. Las flores son espigas ubicadas en las axilas de las hojas; perianto verde, de 1 mm de ancho, cubierto de glándulas, con cinco lóbulos ovalados; cinco estambres y tres estigmas. El fruto es circular de casi 1 mm de ancho, con una semilla en posición horizontal, color negro.

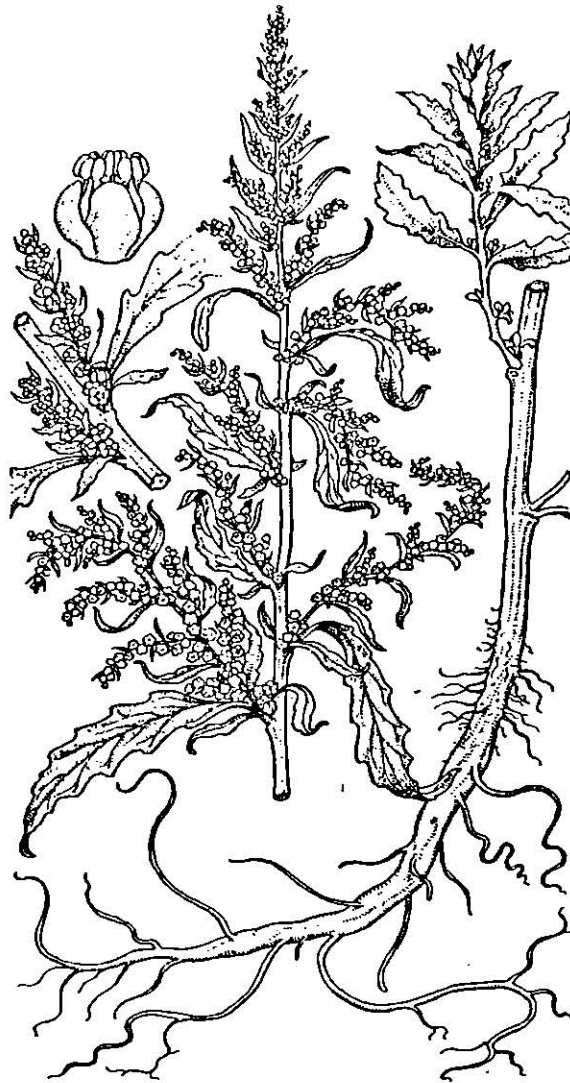


Fig. 1 Chenopodium ambrosioides L. (Chenopodiaceae)

Se ha utilizado tradicionalmente como condimento y como medicina por sus cualidades vermífugas. La raíz, tallos u hojas en administración oral, se han señalado como remedio eficaz para combatir la disentería, el asma, el dolor de dientes, la corea o mal de San Vito; también se ha utilizado con éxito contra enfermedades nerviosas, además de poseer propiedades emenagógicas y antihelmínticas (Martínez 1969).

2.1.2 Castela texana (T. & G.) Rose (Simaroubaceae)

Nombres comunes: chaparro amargoso, bisbirinda.

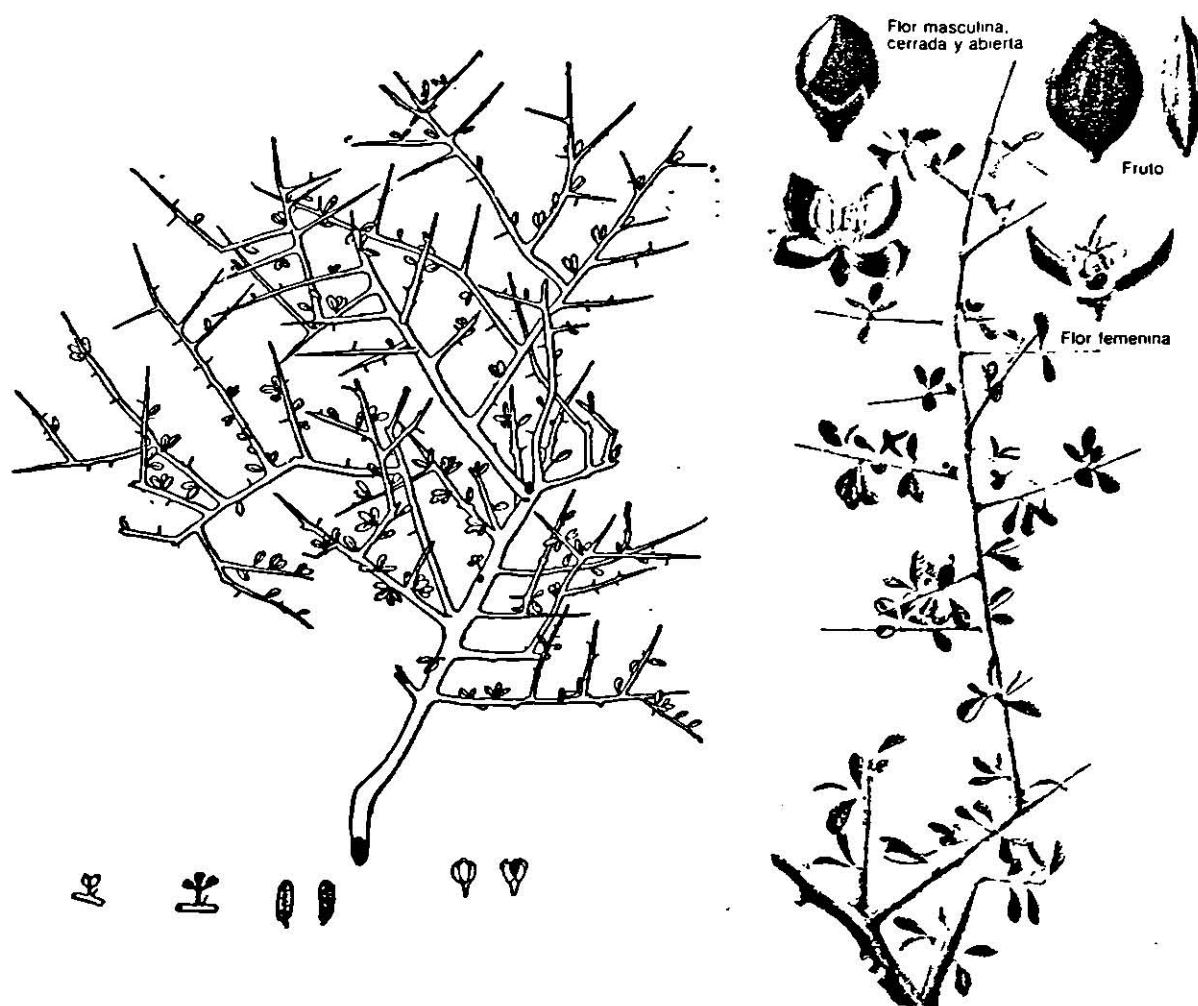


Fig. 2 Castela texana (T. & G.) Rose (Simaroubaceae)

Arbusto hasta de 2 m de altura, polígamo-dióico, con espinas axilares y densas ramificaciones terminadas en punta; las ramas tiernas de color grisáceo, la corteza y las hojas de sabor muy amargo. Estas últimas son alternas de 2.5 cm de largo y 7 mm de ancho ó menos, subsésiles, linear-oblongas a lanceoladas; el margen es revoluto, el ápice es obtuso a agudo y mucronado, el haz es



lustroso y el envés es canescente grisáceo, de consistencia coriácea. Las flores son solitarias o fasciculadas, miden de 3 a 4 mm de largo, dispuestas en las axilas de las hojas, con los pedicelos de 2 a 3 mm de largo; tienen cuatro pétalos, cuatro sépalos y ocho estambres. El fruto es una drupa, formada por cuatro mericarpos de color rojo brillante, mide de 6 a 10 mm de longitud y es ligeramente comprimido.

La corteza de chaparro amargoso se utiliza en medicina popular como remedio para fiebres, diarreas, disturbios intestinales y eczema. Recientemente se han realizado estudios sobre su acción antiparasitaria, sobre todo contra amibas, en donde ha demostrado su completa eficacia en el tratamiento de este padecimiento (Martínez 1969).

### 2.1.3 Azadirachta indica A.Juss. (Meliaceae)

Nombres comunes: neem, nim, nimba.

Es un árbol robusto, siempre verde, de rápido crecimiento, corteza gruesa y copa redonda. Alcanza una altura de 7 a 20 m en su etapa adulta y el diámetro de la copa es de 5 a 10 m. Posee hojas bipinadas, pecioladas y con numerosos folíolos lanceolados, con bordes dentados. Las flores son axilares, se agrupan en panículas y son bisexuales. El fruto es una drupa pequeña e indehiscente en forma de nuececilla. Fue introducido recientemente en México (Leos y Salazar 1990).

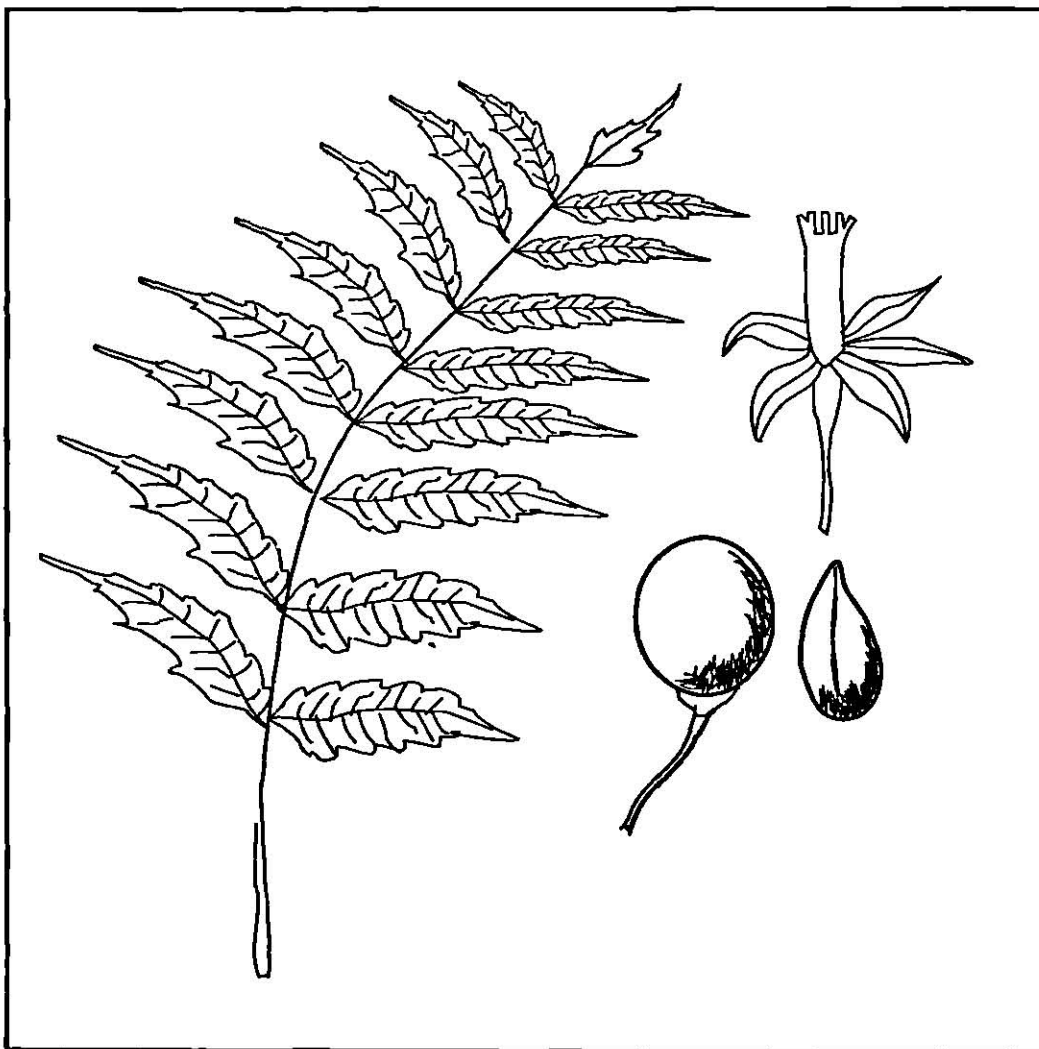


Fig. 3 Azadirachta indica A.Juss. (Meliaceae)

Varias partes del árbol neem tienen acción antihelmíntica, antiperiódica, antiséptica, antisifilítica, astringente, demulcente, emenagógica, emoliente y purgativa. Además, es utilizado para el tratamiento de tumores, enfermedades de los ojos, eczemas, dolor de cabeza, hepatitis, lepra, reumatismo, enfermedades venéreas y úlceras (Achundow et al. , citado por Ahmed y Grainge 1986).

## 2.2 Antecedentes Históricos del Uso de Materiales Vegetales para el Control de Insectos.

Las plantas han evolucionado por más de 400 millones de años, y para oponerse al ataque de insectos han desarrollado un buen número de mecanismos de protección como la repelencia y la acción insecticida. Varias especies de plantas contienen materiales insecticidas, algunos de los cuales han sido usados por el hombre desde tiempos muy remotos (Cremllyn 1982).

Más de 2000 especies de plantas han sido examinadas o probadas casualmente por su valor insecticida, pero pocas de ellas han sido evaluadas críticamente y aún menos, han sido encontradas como apropiadas para explotación comercial. Las que se han explotado pertenecen a seis familias botánicas que son: Quenopodiáceas (anabasina), Compuestas (piretrinas), Flacurtiáceas (rianodina), Leguminosas (rotenona), Liliáceas (alcaloides de la veratrina), Solanáceas (anabasina, nicotina, nornicotina) (Gunther y Jeppson 1962).

Muchos extractos de plantas son a menudo altamente insecticidas o acaricidas, pero algunas veces son también altamente activos farmacológicamente (no son inocuos para otros animales: medicinales, venenos, etc.); no pueden usarse. Una planta que sea repelente a los insectos, o venenosa para otros animales, puede o no, contener sustancias insecticidas.

Las sustancias activas biológicamente pueden estar contenidas en el tronco, flores, frutos, hojas, semillas, raíces, vainas, brotes, etc. De aquí que, el descubrimiento de una planta insecticida de un valor real, será fortuito; los éxitos actuales provienen del escrutinio hecho a las preparaciones galénicas de los antiguos, ejemplo, la rotenona en el oriente, el piretro en Asia, la cuasina en las Indias Orientales, los alcaloides de la wilfornia de China, y muchas otras. Consideraciones similares se aplican a muchas de nuestras drogas medicinales modernas; muchas preparaciones médicas tienen su origen en los remedios de los antiguos y que se establecieron por su eficiencia, pero su modo de acción permanece inexplicado (Gunther y Jeppson 1962).

Uno de los derivados vegetales de carácter insecticida que más uso tiene es el pelitre, especialmente como insecticida doméstico, a pesar de su alto costo y susceptibilidad a la fotodescomposición. Las piretrinas derivadas del pelitre continúan siendo un insecticida económico prominente a causa de su baja toxicidad oral para los mamíferos (NAS 1978).

Actualmente se considera como planta productora de extracto de pelitre principalmente a Chrysanthemum cinerariifolium (Visiani) aparte de otras especies. En 1654, ya se cultivaba esta planta en el jardín Botánico de Padua; en 1697, Baccone lo denominó Chrysanthemum exoticum, y Zocconi le llamó C. perpetuo; en 1820 Treviranus lo menciona como Pyrethrum cinerariifolium. Todas estas

menciones se refieren al pelitre de Dalmacia, cuya actividad insecticida era conocida de mucho antes; fue usado en Persia y la región del Cáucaso como insecticida o repelente durante muchos años (Barberá 1976).

La rotenona es conocida desde hace más de cien años; el ingrediente activo es extraído principalmente de las raíces de Derris elliptica, Derris spp., Lonchocarpus spp. y Thaeprosia spp (Barberá 1976, Cremllyn 1982). Estas plantas fueron usadas por poblaciones nativas de países tropicales como tratamiento contra infestaciones de insectos parásitos y algunas otras plagas; hay evidencia de que los chinos la usaron de ella en épocas lejanas. El Derris spp. es nativa de los trópicos orientales, mientras que Lonchocarpus spp. es nativa del hemisferio occidental, incluyendo a México, Centro y Sur América; algunas especies se encuentran en Africa y Australia (Gunther y Jeppson 1962).

En Toluca, México, a principios de siglo se empleaba la raíz del chichicamole ó sanacoche, Microsechium helleri en solución acuosa para matar lombrices, cochinillas de la humedad, babosas, caracoles y gallinas ciegas en jardines y macetas. Una mezcla de 1:1:5 de sanacoche, azúcar y masa de maíz se empleaba contra cucarachas. En la región de Ixtapan de la Sal del mismo Estado, es costumbre intercalar plantas secas de Artemisia ludoviciana (Compositae) entre costales de maíz para evitar el daño del gorgojo. En la sierra del norte de Puebla, en la región de

Zacapoaxtla, es utilizada la semilla de la planta Trichilia havanensis (Meliaceae) conocida como "Xopiltetl"; los campesinos aplican la pasta de la semilla molida para a su vez aplicarla a la semilla del maíz durante los tres días que el grano se humedece antes de la siembra; este tratamiento es considerado efectivo para repeler el ataque de parásitos durante la germinación (Lagunes 1984).

En el México prehispánico la herbolaria ya había alcanzado gran desarrollo, pero las publicaciones existentes sobre el tema tenían muy poca información sobre plantas con efectos insecticidas, debido a que el uso de plantas estaba concentrado a la medicina humana, además de que la complejidad de los agroecosistemas en el México antiguo inhibía la explosión de poblaciones insectiles a niveles epidémicos (varios autores citados por Salcedo 1985).

### 2.3 Uso de Plantas para Control de Insectos de Granos Almacenados

Las hojas de neem se pueden utilizar de diferentes maneras para controlar insectos de almacén. Se ha recomendado mezclar de 2 a 5 kg de neem por cada 100 kg de grano. También se ha utilizado una mezcla de barro y una pasta hecha de hojas de neem para construir recipientes destinados al almacenamiento de grano. Algunos agricultores indopakistanos remojan sacos durante toda la noche en 100 l de agua que contiene de 2 a 10 kg de hojas de neem,

poniéndolos a secar para posteriormente llenarlos de grano (Ahmed y Grainge 1986).

En 1965 Jotwani y Sircar (citados por Jotwani y Srivastava 1985) encontraron que el polvo de semilla molida de neem en dosis de 1-2% (peso x peso) proporciona protección satisfactoria contra Sitophilus oryzae, Rhizopertha dominica, y Trogoderma granarium, por 270, 320 y 380 días, respectivamente. Así mismo, Jacobson (1986) encontró un efecto inhibitor de la alimentación sobre Rhizopertha dominica, Sitophilus granarium, S. zeamais, S. oryzae y Tribolium confusum, y toxicidad en S. oryzae, T. confusum y T. castaneum.

López (1991) afirmó que a los 60 días de tratar grano de maíz con polvo de hoja de neem, este tuvo menor daño que el testigo y nunca superó el 7.4 % de daño.

Este autor, (López 1991) evaluó el efecto insecticida de 20 especies vegetales del noreste de México y del árbol insecticida neem, para controlar a Sitophilus zeamais Mots. en maíz almacenado. En la primera prueba, valoró las propiedades antagónicas de las 20 especies en una dosis de 3% de polvo de hoja (peso x peso); aquí encontró que las plantas más prometedoras fueron el epazote Chenopodium ambrosioides L. y el chaparro amargoso Castela texana (T. & G.) Rose. En la segunda, probó cinco dosis de estas dos plantas y del neem Azadirachta indica A. Juss, por su reconocido

efecto insecticida; las dosis probadas fueron: 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5% (peso x peso) de polvo de hoja. Las mejores dosis para el epazote fueron las de 2.0 y 2.5% con 92.7 y 98.6% de mortalidad corregida (Abbott); en el chaparro amargoso la mejor dosis fue de 2.0% presentando 69.6 y 81.2% de mortalidad corregida. La dosis de neem de 2.0% se consideró como la mejor de esta especie con una mortalidad corregida máxima de 66.1%. En el tercer experimento se evaluó el efecto insecticida residual de las dos especies más prometedoras del primer experimento; epazote y chaparro amargoso, donde el chaparro amargoso presentó mayor residualidad en cuanto a mortalidad, pero el tratamiento con epazote fue el que obtuvo el menor porcentaje de daño con 1.5%.

Sólo tres trabajos se encontraron sobre el control de Zabrotes subfasciatus con plantas: Rodríguez y Rodríguez (1990), Cuevas et al. (1990) y Cortez et al. (1991).

Rodríguez y Rodríguez (1990) trabajaron con Zabrotes subfasciatus (Boheman) y evaluaron 84 polvos vegetales pertenecientes a 34 familias botánicas y 22 polvos minerales, a las dosis de 0.1, 0.5, 1.0 g, por cada 100 g de frijol dando un total de 106 tratamientos. Después de tres etapas de selección, resultaron prometedores los polvos vegetales de Hippocratea excelsa (raíz), Tagetes foetidissima (hoja y flor), y los polvos minerales Bentonita, Cal, Tisate, Teckies ligero, Tezontle gris, Adsorcite y Tezontle negro-claro, y cenizas del volcán Chichonal.



La cría masiva del gorgojo se realizó en frascos de vidrio. Para preparar los polvos, se identificaron las plantas, se secaron a la sombra, y se trituraron en un molino. De algunas plantas se evaluaron por separado sus componentes como: raíz, hojas, tallo, corteza, flores y fruto. Las pruebas se hicieron en frascos de 250 ml, donde se colocaron 100 g de frijol y después se pesó el polvo vegetal o mineral, con el cual se impregnó el frijol mediante movimientos verticales y oscilatorios, para después infestar con 10 parejas de gorgojos sexados de un día de edad. Para determinar la toxicidad de cada tratamiento se tomaron como base dos parámetros: el porcentaje de mortalidad de adultos a los 6 días y la emergencia de la generación F1 a los 50 días. Un polvo vegetal o mineral era considerado como prometedor cuando su porcentaje de mortalidad fuese mayor o igual al 20%.

Cuevas et al. (1990) utilizaron diferentes partes de "Chicalote" Argemone mexicana en forma de polvos, extractos acuosos e infusiones. Para la formulación de polvo las diferentes partes de la planta se sometieron a un proceso de secado protegidas de la luz solar directa; una vez seco, el material se molió manualmente y se tamizó. La infestación de los tratamientos consistió en la colocación de 30 adultos (20 hembras y 10 machos) de 24 horas de emergidos. Después de la infestación, los insectos adultos se mantuvieron en los tratamientos durante seis días y al término de este período se retiraron, cuantificando los gorgojos muertos; a los 55 días se cuantificó el daño causado al grano.

En este estudio se determinó que el mejor tratamiento fue el polvo de semilla: dosis de 1 g tuvieron 97.1% de mortalidad, 0% de emergencias y 0% de grano dañado. La dosis mínima efectiva que fue de 0.5 g, ésta causó el 76.2% de insectos muertos, emergiendo únicamente el 2.6% y permitiendo sólo un daño al grano de 2.6%. El testigo presentó 1.66% de mortalidad, 100% de emergencia y 59.8% de daño.

Cortez et al. (1991) evaluaron polvos y extractos de diez especies vegetales nativas del estado de Sonora. La recolección de las plantas se efectuó en la región del Rio Yaqui, Costa de Hermosillo y Rio Sonora, lugares donde se encuentran en abundancia, utilizándose tanto el tallo como las hojas. Las plantas se secaron al sol para facilitar su molienda. Una vez pulverizadas, una parte del material fue utilizado para la elaboración de extractos y el resto se almacenó en un lugar seco y fresco hasta el momento de su utilización para ser aplicado como polvo. Las plantas pulverizadas (polvos) fueron aplicadas sobre el grano en concentraciones de 1 y 5% (peso x peso).

Para probar el efecto tóxico y/o repelente de cada planta, se efectuó una prueba de libre elección con 75 parejas de la misma edad. Se dejó a los insectos en libertad de elegir la muestra de su preferencia incubándose por 12 días y se contó el número de insectos presentes en las muestras tratadas para evaluar la preferencia y mortalidad. Los insectos introducidos que

permanecieron vivos fueron desechados. De cada una de las muestras se tomó al azar el 50% del peso de grano y se contó el número de huevecillos presentes en cada grano. Las muestras se colocaron en cámaras de incubación a condiciones óptimas de desarrollo por 33-35 días para realizar conteos diarios durante 10 días a partir del primer día de emergencia.

Los resultados mostraron que la forma de aplicación fue diferente significativamente ( $P < 0.05$ ), ya que en las muestras tratadas con extractos se tuvo el más alto número de insectos muertos, (10 % promedio en extractos mientras que en polvos fue de 7.5 %).

En la prueba de oviposición, se observó que en las muestras tratadas con Datura stramonium y Argemone mexicana presentaron un bajo número de huevecillos ovipositados, mientras que en las tratadas con Salpianthus macrodonthus, Senecio longilobus y Baccharis glutinosam la oviposición fue mayor. Por otro lado, en el conteo de insectos de nueva emergencia, se encontró que en las muestras tratadas con D. stramonium y A. mexicana el número de insectos emergidos fue bajo, contrario a esto Ricinus communis, S. macrodonthus y Atriplex elegans mostraron una elevada emergencia. Esto se relaciona con los datos de oviposición indicando que al tenerse una reducción en el número de huevecillos ovipositados, la emergencia de insectos es menor.

La aplicación de Argemone mexicana y Datura stramonium tanto en forma de extractos como de polvos causó la mayor repelencia a Zabrotes subfasciatus, mientras que Senecio longilobus tuvo la menor repelencia. Ninguna de las plantas aplicadas al frijol presentó un efecto letal considerable a Zabrotes subfasciatus

La aplicación de las plantas Guayabilla (Salpianthus macrodonthus), Atriplex (Atriplex elegans) y de Hierba ceniza (Senecio longilobus) causó un efecto atrayente para esta especie de insecto.

#### 2.4 Farmacología y Toxicología del Epazote, Chaparro amargoso y Neem.

La farmacología de éstas plantas ya ha sido tratada más ampliamente por la herbolaria o medicina tradicional y por la medicina moderna; y en cuanto a su toxicología ya se ha demostrado por diferentes autores que sustancias aisladas de las plantas o extractos de ellas pueden ser tóxicos a mamíferos y otros seres de sangre fría, pero en el caso de partes de plantas lo importante es el factor cantidad (López 1991).

##### 2.4.1 Composición química de las plantas

A continuación se mencionan los compuestos que han sido aislados de las plantas y descritos por diferentes autores.

a) Epazote: Su esencia contiene alrededor de 60 a 73% de ascaridol (peróxido terpénico de sabor acre), p-cimol,  $\alpha$ -terpineno, mentadieno, limoneno levogiro, alcanfor dextrogiro, safrol, ácido salicílico, salicilato de metilo, ácido butírico (Font-Quer 1962).

b) Chaparro amargoso: De la parte aérea de esta planta se ha aislado lo siguiente: simaroubolidano, chaparrina, glaucarubol, glaucorubolona, amarolido, chaparrinona, chaparroolido y castelanolido. Del extracto etéreo de la raíz se aisló  $\beta$ -sitosterol, amarolido y chaparrina. De los compuestos aislados de las Castela spp., los C-15 ésteres de glaucorubolona son citotóxicos (Domínguez et al. 1979).

c) Neem: Los principios activos de las "substancias ocres" del neem han sido identificados como limonoides, un grupo de estereoquímicos homogéneos tetranortriterpenoides. El principio activo más importante es la azadirachtina, además de 25 compuestos diferentes que han sido aislados incluyendo al  $\beta$ -sitosterol, ácidos grasos y flavonoides. Por lo menos nueve compuestos poseen actividad reguladora del desarrollo en insectos, además de azadiractina, meliantrol y salanina que también son inhibidores de la alimentación. Un nuevo limonoide, el diacetil-azadirachtinol, fue aislado de frutos frescos, siendo tan efectivo como la azadiractina en ensayos contra Heliothis virescens. Asimismo, otro antialimentario e inhibidor del crecimiento estrechamente relacionado con la azadiractina (designado como vepaol) y otros dos

compuestos aparentemente nuevos (designados como isovepaol y nimibidina) han sido aislados de semillas de neem. Recientemente, se identificó un nuevo limonoide inhibidor del desarrollo en insectos (7-diacetil-17-hidroxi-azadiradion). El meliantrol y la salanina han sido obtenidos en pequeños cristales de forma y estructura definida, pero es poco conocida la estructura química de la azadiractina hasta hace poco, habiéndose obtenido como un polvo blanco amorfo que se funde de 154-158 °C (Saxena 1989).

## 2.5 Apariencia, Biología y Hábitos del Gorgojo Pinto del Frijol Zabrotes subfasciatus (Boheman).

### 2.5.1 Apariencia

El adulto posee dos espinas móviles en el ápice de la tibia de las patas posteriores; esas "calcarias" son de color rojizo e iguales de largo. Los élitros de la hembra están marcados fuertemente con un dibujo de color blanco a gris pálido colocado sobre un fondo oscuro. El macho tiene una pubescencia uniforme, de color café grisáceo claro, algunas veces moteado de café oscuro, sobre una cutícula de color gris oscuro. Los élitros son cortos y relativamente anchos, están juntos y tienen una forma cuadrada. La décima estría de cada élitro es de alrededor de la mitad del largo de éste (Dobie et al. 1991).

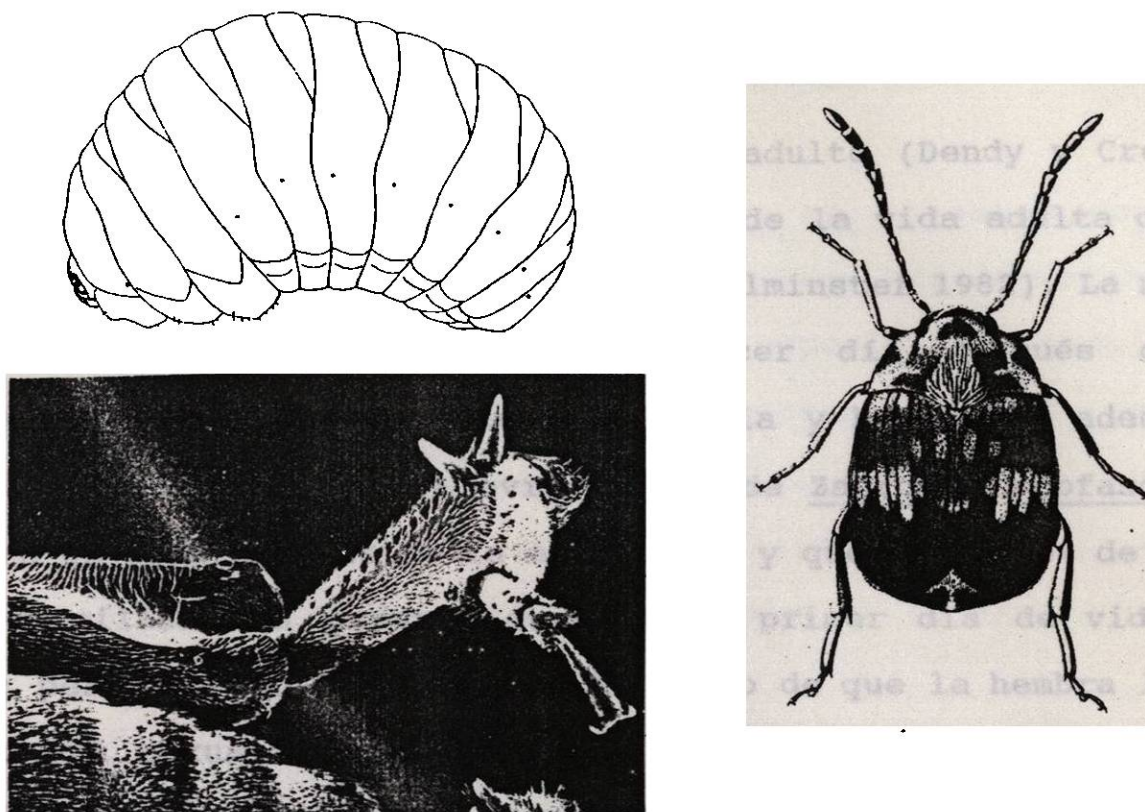


Fig. 4. El gorgojo pinto o Mexicano del Frijol Z. subfasciatus.

Los huevecillos son de color blanco, fáciles de distinguir, aplanados, protuberantes, de menos de 1 mm de diámetro (Wightman y Southgate 1982).

#### 2.5.2 Biología y Hábitos

Zabrotes subfasciatus (Boheman) se originó en las zonas tropicales y subtropicales de Centro y Sudamérica. También se ha establecido en muchas regiones tropicales y subtropicales, especialmente en el Centro y Este de Africa, Madagascar, el Mediterráneo y la India (Dobie et al. 1991). Está confinado en

áreas de clima tibio.

No necesita alimentarse en estado adulto (Dendy y Credland 1991, Pajni y Jabbal 1978). La duración de la vida adulta de las hembras es de cerca de 12 días (Golob y Kilminster 1982). La máxima oviposición ocurre el segundo o tercer día después de la emergencia, si la hembra encuentra cópula y hospedero adecuado. Utida (1967) señaló que la oviposición de Zabrotes subfasciatus comienza un poco después de la emergencia y que el 30-40% de todos los huevecillos son puestos durante el primer día de vida del adulto; pero esto no coincide con el hecho de que la hembra libera su feromona sexual hasta que tiene dos días de edad. La máxima fecundidad de las hembras es de alrededor de 55 huevos, los cuales son pegados sobre las semillas. Normalmente eclosiona alrededor del 80% de los huevecillos puestos, y se desarrollan en 34 días en condiciones de 27 °C y 70% de h.r.; pueden emerger de una sola semilla hasta 20 adultos; alrededor del 75% de las larvas en una semilla puede producir adultos a bajas y moderadas densidades iniciales (Dendy y Credland 1991).

Es una plaga de almacén que no ataca frijoles dentro de vainas sanas (Shoonhoven 1976, Pimbert 1985). Sin embargo, puede ovipositar en el campo sobre las semillas de hospederos como Phaseolus vulgaris y Phaseolus lunatus, cuando sus vainas están dehiscentes, lo que permite a la hembra el acceso a las semillas dentro del fruto. (Pimbert y Pierre 1983 citados por Pimbert 1985).



2.6 Importancia de Zabrotes subfasciatus (Boheman)  
como plaga de frijol almacenado.

Sifuentes (citado por González et al. 1985) encontró a Zabrotes subfasciatus (Boheman) como la plaga más importante del frijol almacenado en México. Esta misma especie está considerada como la principal plaga del frijol almacenado en las regiones cálidas y tropicales de América Latina (Gloria, citado por Decheco et al. 1986). Shoonhoven (1976), estimó que las pérdidas ocasionadas en Colombia por Z. subfasciatus (Boheman) son de alrededor del 8%.

En Cuba, González et al. (1986) señalaron a Z. subfasciatus (Boheman) como una de las principales especies de brúquidos que atacan semillas de leguminosas almacenadas.

### 3. MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en el Laboratorio del Programa de Investigación sobre Plagas de Productos Almacenados del CIA-FAUANL, ubicado en el municipio de Marín, N.L.

La especie de insecto con la que se trabajó fue el gorgojo pinto del frijol Zabrotes subfasciatus(Boheman) (Coleoptera: Bruchidae). La cría masiva se efectuó en una cámara ambiental construida localmente, donde las condiciones de temperatura y humedad fueron de  $30 \pm 2$  °C y de  $70 \pm 5\%$  de h.r., respectivamente. La fuente alimenticia fue frijol. Esta cría se inició de una colecta en frijol infestado con gorgojo pinto localizado en el almacén de la FAUANL, la cual se colocó en un cajón de 30x30x50 cm con tapa de vidrio, y éste a su vez dentro de la cámara ambiental. El volumen de grano utilizado en este procedimiento fue de aproximadamente 10 kg. Para obtener los adultos de menos de cinco días de edad, se tamizó totalmente el grano infestado, retirando de la cría todos los gorgojos viejos, y volviendo a colocar el cajón con el grano dentro de la cámara ambiental, para colectar los gorgojos cinco días después.

Las plantas se colectaron en distintas partes del Estado de Nuevo León. El epazote se colectó en el ejido "El Uro", ubicado en el municipio de Santiago ( $25^{\circ}25'$  Latitud Norte,  $100^{\circ}09'$  Longitud Oeste), escogiéndose este lugar por su abundancia en epazote silvestre, que crece a orillas de los arroyos. La colecta del

material de chaparro amargoso se hizo en un monte del campo experimental de la FAUANL en Marín (25°52' Latitud Norte, 100°03' Longitud Oeste). El neem se colectó de un árbol de 2 años de edad, ubicado en una casa particular de Guadalupe; se escogió por ser el de más edad (25°41' Latitud Norte, 100°15' Longitud Oeste).

Las plantas se pusieron a secar en un lugar obscuro y seco, escogiéndose para esto un cuarto utilizado anteriormente para secado de grano. La máxima temperatura registrada fue de 50 °C. A las plantas se les separaron las hojas ó los folíolos (neem) y se molieron separadamente en un molino manual de modo que el polvo obtenido pasara por un tamiz # 35 (malla de 0.5 mm de separación entre hilos) y tuviese una textura fina. Posteriormente se guardaron en el refrigerador, dentro de frascos tapados para su conservación y posterior uso, durante un período de aproximadamente de 120 días.

Se utilizó grano de frijol de la variedad Flor de Mayo. Este fue seleccionado y limpiado a conciencia para eliminar basura, granos dañados y defectuosos. De hecho, sólo se escogieron para la prueba granos completamente sanos. El contenido de humedad del grano se determinó con un aparato Steinlite 400 G<sup>o</sup>, tomándose una lectura de 14.9%. Las condiciones de la cámara ambiental se mantuvieron de 30 ± 2 °C y de 70 ± 7% h.r. El registro de estos factores se realizó con un higrotermógrafo Cole-Parmer<sup>o</sup>.

Cada unidad experimental consistió de 120 g de frijol colocado en frascos de vidrio de un litro de volumen. Los dos factores involucrados en el experimento fueron las tres especies vegetales: epazote, chaparro amargoso y neem, y cinco dosis de polvo: 0.0, 0.5, 1.0, 1.5, y 2.0%, peso x peso. Se hicieron cuatro repeticiones por tratamiento. El número de tratamientos fue de 15, para un total de 60 unidades experimentales.

Las unidades experimentales con el frijol ya aclimatado se trataron el 14 de Febrero de 1992, con sus respectivas especies y dosis. El tratamiento se hizo mezclando el polvo de hoja uniformemente con el grano mediante agitación manual. La infestación de cada una de las unidades experimentales se hizo con 12 hembras y 12 machos de cinco o menos días de edad, tapándose los frascos con hojas de papel estrasa sujetas con una banda elástica; posteriormente se colocaron dentro de la cámara ambiental. Los insectos se introdujeron cinco y seis días después del tratamiento con polvo: el quinto día a las repeticiones I y II (insectos de cuatro o menos días de edad) y el sexto a las repeticiones III y IV (insectos de cinco o menos días de edad).

El modelo estadístico utilizado fue de un diseño bifactorial con bloques al azar:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \delta_j + \theta_k + \epsilon_{ijk}, \text{ donde}$$

$\mu$  = Efecto verdadero de la media.  
 $\beta$  = " " del i-ésimo bloque.  
 $\delta$  = " " de la j-ésima planta.  
 $\theta$  = " " de la k-ésima dosis.  
 $\epsilon$  = " " del error aleatorio.

La hipótesis estadística a probar fue:

$H_0 = T_1 = T_2 = \dots = T_{15}$       *vs.*       $H_a =$  Al menos un T diferente

Las variables medidas se enlistan a continuación:

- a) Mortalidad de los adultos introducidos a los tres días después de la infestación. Para definir esta variable se tamizó (tamiz # 6) el contenido total de cada unidad experimental por un tiempo de 15 segundos y se contaron los insectos vivos y muertos. Con esta variable se intentó medir la toxicidad directa en adultos.
- b) Número total de huevecillos por muestra a los 21 días, mediante la observación minuciosa de cada uno de los frijoles en una muestra de 15 g (método de conos y cuartos). Esta variable sirvió para medir el efecto inhibitor de la oviposición.
- c) Número de insectos adultos emergidos a los 42 días (F1). Para separar a los adultos se usó la misma técnica que en el inciso "a", pero después de contar el número total de insectos vivos y muertos se le restó al valor obtenido, los 24 individuos de la infestación inicial. Esta variable señala el efecto

negativo general sobre la oviposición, la viabilidad o nacencia y sobre los estados inmaduros.

- d) Número de huevecillos viables, eclosionados y muertos a los 42 días. En una muestra de 50 g (tomada con conos y cuartos), se observaron minuciosamente los frijoles individuales para observar los huevecillos ovipositados. Se contaron como viables los huevecillos que se veían aún húmedos vidriosos llenos de substancia viva. Los eclosionados eran aquellos que estaban llenos del material que desecha la larva al nacer y barrenar hacia adentro del grano. Se tomaron como muertos los que estaban rotos o secos y sin el material de desecho de la larva.
- e) Número de granos con orificios de emergencia abiertos a los 42 días. En la muestra de 50 g del inciso "d", se contaron los frijoles con orificios de emergencia abiertos y el número de orificios en cada frijol dañado.
- f) Número total de orificios de emergencia marcados y abiertos a los 42 días. En la misma muestra de 50 g del inciso "d", se contó el número total de orificios de emergencia marcados y abiertos de cada uno de los granos de la muestra.
- g) Porcentaje de pérdida de peso a los 42 días. En la muestra de 50 g de "d" se separaron aquellos que tuvieran orificios de emergencia ya abiertos. Estos se consideraron como dañados en forma completa, de modo que deberían ser eliminados para consumo. Se tomó el peso de éstos y se calculó el porcentaje que representaban, en relación a la muestra.

Se hicieron 10 análisis de varianza (ver el Apéndice): uno para el porcentaje de mortalidad a los 3 días y uno para cada uno de los demás parámetros. Para hacer los análisis los datos de porcentaje de mortalidad y porcentaje de pérdida de peso fueron transformados a ángulos Bliss, mientras que los datos de conteo de huevecillos, de orificios de emergencia cerrados y abiertos además del número de granos con orificios de emergencia se transformaron a logaritmos base 10 (Steel and Torrie 1960). La comparación de medias se hizo sólo en los factores que resultaron significativos de cada variable; el método utilizado fue el de Diferencia Mínima Significativa al nivel de 5% (Olivares 1991).

Para obtener valores más verídicos de la variable porcentaje de mortalidad, se corrigieron los datos con la fórmula de Abbott (Cuevas et al. 1990) con la finalidad de descartar la muerte natural o de algún factor ajeno. Básicamente esta fórmula corrige los datos de acuerdo a la mortalidad que ocurre en el testigo. A continuación se presenta la formula de Abbott.

$$MC = \frac{x - y}{100 - y} \times 100$$

dónde: MC = mortalidad corregida  
x = % de mortalidad en el tratamiento  
y = % de mortalidad en el testigo

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

En todas las variables estudiadas, excepto en una, se encontró diferencia significativa en la interacción de los factores "planta" y "dosis". Por esta razón, al comparar las medias se usaron los 15 tratamientos resultantes de la interacción. En estas variables, también hubo significancia para cada uno de los factores. En la variable "porcentaje de huevecillos muertos a los 42 días" sólo hubo significancia en el factor "planta", y para ésta se hizo la comparación de medias.

##### 4.1 Porcentaje de Mortalidad a los Tres Días

Los resultados sobre mortalidad de adultos a los tres días después de haber infestado las unidades experimentales tratadas con los polvos (y los testigos), se presentan en la Figura 5 y en el Cuadro 1. La mortalidad corregida para las dosis de epazote de 1.0, 1.5 y 2.0% fue de 100%. También en la dosis de 0.5% de epazote hubo una alta mortalidad corregida: 66.7%.

La mortalidad en las tres dosis altas de epazote de fue significativamente superior a la del resto de los tratamientos. La mortalidad en la dosis de 0.5% para epazote fue menor estadísticamente que las otras tres dosis de epazote, pero también fue superior al resto de los tratamientos.



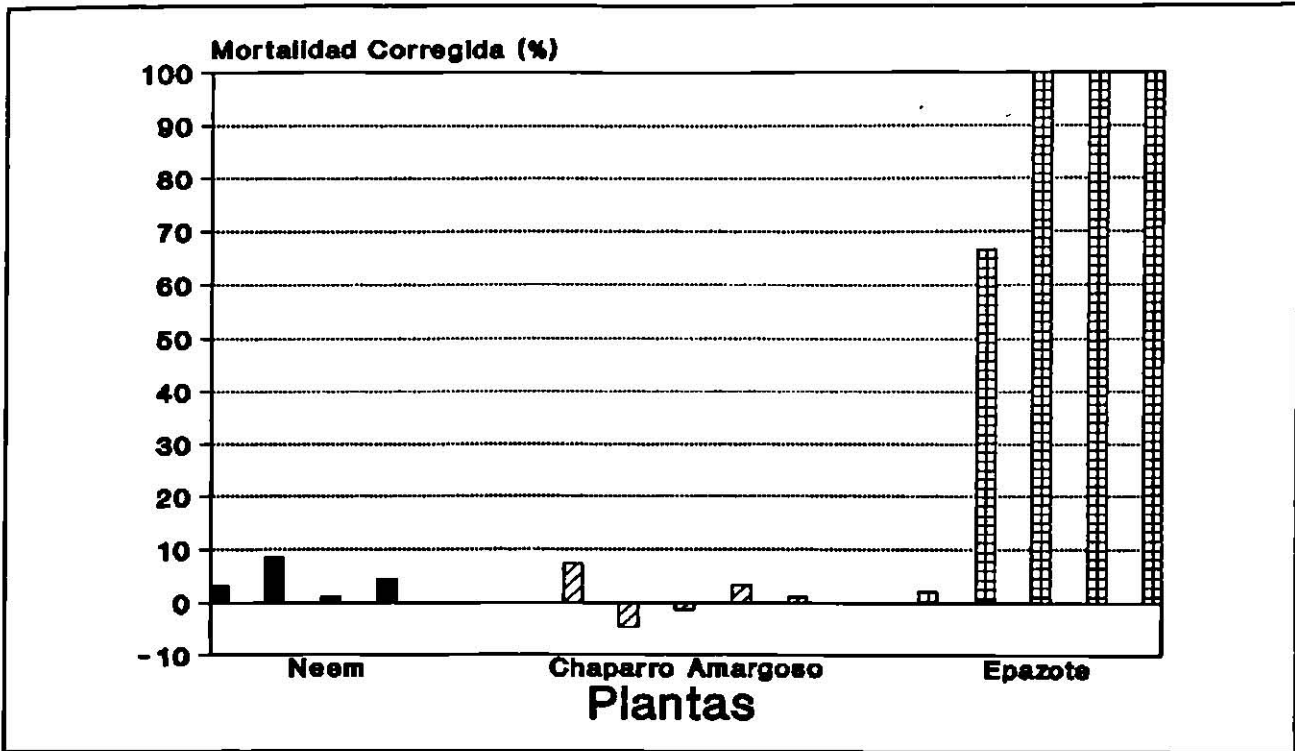


Fig. 5. Porcentaje de mortalidad corregida (Abbott) obtenido a los tres días de la infestación.

Cuadro 1. Promedios de mortalidad de adultos de *Zabrotes subfasciatus* en frijol a los tres días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas.

Especies vegetales	Dosis (%)	Mortalidad real	Mortalidad retransformada a valores originales(%)	
Epazote	1.0	100.00	100.00	a <u>1/</u>
Epazote	1.5	100.00	100.00	a
Epazote	2.0	100.00	100.00	a
Epazote	0.5	67.71	69.06	b
Neem	0.5	11.46	10.71	c
Chaparro amargoso	1.5	10.42	10.32	c
Chaparro amargoso	testigo	7.29	6.92	cd
Neem	1.5	7.29	6.92	cd
Chaparro amargoso	2.0	8.33	4.30	cd
Chaparro amargoso	1.0	6.25	4.26	cd
Neem	1.0	4.17	3.06	cd
Neem	testigo	3.13	2.36	cd
Chaparro amargoso	0.5	3.13	2.36	cd
Neem	2.0	3.13	2.35	cd
Epazote	testigo	2.09	1.05	d

1/ Las medias con la misma letra no son diferentes entre sí al nivel de significancia de 0.05, según el método de DMS.

En las otras dos especies vegetales, no existió diferencia de mortalidad de adultos entre las dosis.

#### 4.2 Número de Huevecillos a los 21 Días

Los cálculos que se hicieron para estimar el número de huevecillos en la totalidad de la muestra (120 g) y el consiguiente número de huevecillos ovipositados por adulto introducido (24), se presentan en el Cuadro 2. La oviposición fue en general baja, considerando que en condiciones óptimas una hembra puede ovipositar hasta 55 huevecillos (Dendy y Credland 1991). En este estudio el máximo número de huevecillos por hembra fue de cerca de 20 en los testigos y en algunos tratamientos de neem. En los tratamientos con chaparro amargoso la función de ovipositar se redujo; esto se señala de esta manera, para denotar que a pesar de que los adultos introducidos sobrevivieron, no ovipositaron normalmente. En cambio, en el caso del epazote, el bajísimo número de huevecillos ovipositados se debió seguramente a que los insectos murieron rápidamente, sin poder ovipositar. El efecto exclusivo sobre la oviposición del epazote fue imposible de determinar por su efecto letal inmediato.

El frijol tratado con epazote tuvo estadísticamente un menor número de huevecillos a las dosis de 1.0, 1.5 y 2.0% que los demás tratamientos. También se encontró un bajo número de huevecillos en el tratamiento con chaparro amargoso a una dosis de 2%, que resultó

mayor que el del epazote en las dosis señaladas, pero más bajo que el del resto de los tratamientos. En los otros tratamientos hubieron pocas diferencias (Cuadro 2).

Cuadro 2. Promedios del número de huevecillos de Zabrotes subfasciatus en frijol en una muestra de 15 g, a los 21 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas.

Especies vegetales	Dosis (%)	Valores reales	Valores retransformados	Cálculos		
				huev./120 g	huev./adulto	
Chaparro amargoso	testigo	29.7	28.1	a 1/	237.6	9.9
Neem	1.0	28.0	25.9	ab	224.0	9.3
Epazote	testigo	24.0	23.2	ab	192.6	8.0
Neem	2.0	27.7	22.8	abc	221.6	9.2
Neem	0.5	20.0	19.4	abcd	160.0	6.7
Neem	testigo	19.5	18.7	abcd	156.0	6.5
Neem	1.5	18.0	14.5	abcd	144.0	6.0
Chaparro amargoso	1.5	13.2	12.5	abcd	105.6	4.4
Chaparro amargoso	0.5	12.7	10.7	bcd	101.6	4.2
Epazote	0.5	10.7	9.2	cd	85.6	3.6
Chaparro amargoso	1.0	11.2	8.2	de	89.6	3.7
Chaparro amargoso	2.0	6.0	3.2	e	48.0	2.0
Epazote	1.0	1.0	0.6	f	8.0	0.3
Epazote	2.0	1.0	0.6	f	8.0	0.3
Epazote	1.5	0.7	0.4	f	5.6	0.3

1/ Las medias con la misma letra no son diferentes entre sí al nivel de significancia de 0.05, según el método de DMS.

#### 4.3 Número de Adultos Emergidos a los 42 Días

En las dosis de 1.5 y 2.0% de epazote no emergieron insectos, y éstas fueron diferentes a los demás tratamientos; la dosis de 1.0% también tuvo estadísticamente menos emergidos que el resto de los tratamientos. Todas las dosis con polvo de chaparro amargoso fueron iguales entre sí y mejores que su testigo. En el neem, todos los tratamientos, incluyendo el testigo, fueron estadísticamente

iguales, presentando las poblaciones de adultos más altas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Promedios del número de adultos emergidos de Zabrotes subfasciatus en frijol, a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas.

Especies vegetales	Dosis (%)	Valores reales	Valores retransformados		Grado de reproduc.	% de huevos que llegaron a adultos
Neem	2.0	145.2	137.8	a <u>1/</u>	7.05	65.5
Neem	0.5	138.0	135.5	a	6.75	86.2
Epazote	testigo	131.0	130.0	ab	6.45	60.0
Chaparro amargoso	testigo	138.5	128.6	ab	6.77	58.3
Neem	1.0	129.5	127.8	ab	6.39	57.8
Neem	1.5	128.0	124.1	ab	6.33	88.9
Neem	testigo	103.5	103.1	abc	5.31	66.3
Chaparro amargoso	1.0	66.7	66.6	bcd	3.78	74.4
Epazote	0.5	61.0	52.0	cd	3.54	71.3
Chaparro amargoso	1.5	50.2	50.0	d	3.09	47.5
Chaparro amargoso	2.0	49.7	46.0	d	3.07	103.5
Chaparro amargoso	0.5	40.2	37.7	d	2.67	39.6
Epazote	1.0	9.0	4.6	e	1.37	112.5
Epazote	1.5	0.0	0.0	f	1.00	--
Epazote	2.0	0.0	0.0	f	1.00	--

1/ Las medias con la misma letra no son diferentes entre sí al nivel de significancia de 0.05, según el método de DMS.

El explicar el incremento de la población de adultos en la F1 se calculó el "grado de reproducción" (G.R.) dividiendo el número total de adultos presentes en las unidades experimentales, (incluyendo los 24 introducidos) entre el número de adultos introducidos (24). Los valores de G.R. están en el Cuadro 3.

En los tratamientos con las dos dosis más altas de epazote (1.5 y 2.0%), donde se había presentado 100% de mortalidad de

adultos a los 3 días de introducidos, la reproducción fue nula (G.R. de 1.0); en el otro tratamiento de epazote que produjo 100% de mortalidad (1.0%), el G.R. fue de sólo 1.37.

En los tratamientos con chaparro amargoso, la población se incrementó más. En este caso la dosis no fue tan importante para definir esta variable (no hubo diferencias entre ellos); el G.R. promedio fue de 3.15 ( $s = 0.46$ ).

Los tratamientos con neem tuvieron incrementos poblacionales altos, con un promedio de G.R. igual a 6.63 ( $s = 0.33$ ). Este valor incluso fue mayor al promedio de G.R. en los testigos: 6.17 ( $s = 0.76$ ).

Otro cálculo que se hizo para estudiar el efecto de las plantas sobre el incremento poblacional fue el de "porcentaje de huevos que llegaron a adultos". Este valor se estimó usando los datos de huevecillos en 120 g a los 21 días, que se presentó en el Cuadro 2. Los porcentajes se presentan en el Cuadro 3 y son altos en todos los casos, denotando que los incrementos grandes o pequeños de la población de adultos en la F1, no se debieron a algún efecto directo sobre los huevecillos; ni tampoco sobre las larvas o pupas que se desarrollan dentro de los granos. El incremento poblacional entonces se debió principalmente, a la mortalidad de adultos en el caso del epazote y a la reducción de oviposición en el caso del chaparro amargoso.

#### 4.4 Número de Huevecillos a los 42 Días

El número de huevecillos presentes en las unidades experimentales, salvo dos excepciones, aumentó notablemente para este conteo hecho a los 42 días, en relación al los que había a los 21 días (Cuadro 4). En los testigos sin polvo vegetal, el número de huevecillos fue en promedio 17.9 veces mayor ( $s = 5.3$ ) en este conteo que en el de los 21 días. En los tratamientos con neem, el número de huevecillos en este conteo fue 22.7 veces mayor ( $s = 5.0$ ) que a los 21 días. En los tratamientos con chaparro amargoso el número fue 8.2 veces mayor ( $s = 5.2$ ) ahora que a los 21 días. En el caso del epazote, hubo mucha variación en los datos dependiendo de las dosis: para las dosis bajas de 0.5 y 1.0%, los números de huevecillos fueron 17.2 y 17.5 veces mayores ahora, respectivamente, que a los 21 días; sin embargo, y estas son las dos excepciones mencionadas, en las dosis altas de 1.5 y 2.0%, el incremento fue mínimo, con números 0.2 y 1.2 veces mayores, respectivamente, a los 42 días que a los 21. Este bajo incremento se explica por la disminuida población de adultos sobrevivientes en estos tratamientos.

En el Cuadro 4 se anotan cálculos sobre el número de huevecillos adicionales en la totalidad de la muestra. Este cálculo se hizo estimando el número de huevecillos en 120 g y luego restando el número de huevecillos que ya estaban presentes a los 21 días. El cálculo sobre huevecillos por adulto, se hizo dividiendo

el número de huevecillos entre el número de adultos emergidos (F1) en cada unidad experimental. En esta ocasión, la oviposición fue normal; cerca del óptimo de 55 por hembra señalado por Dendy y Credland (1991) en todos los tratamientos, excepto en los de chaparro amargoso, donde la oviposición se redujo notoriamente. En las dos dosis altas de epazote, no se pudieron hacer los cálculos correctamente pues no había adultos desde los tres días.

Cuadro 4. Promedios del número total de huevecillos (viables, eclosionados y muertos) de Zabrotes subfasciatus en una muestra de 50 g de frijol, tomada a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas.

Especies vegetales	Dosis (%)	Valores reales	Valores retransformados	Cálculos		
				h. adic./120g	h./adulto	
Neem	0.5	1636.7	1577.7 a	1/	3768.1	27.3
Neem	1.0	1680.5	1525.5 a		3809.2	29.4
Neem	2.0	1610.5	1513.2 a		3643.6	25.1
Epazote	testigo	1513.0	1483.5 a		3438.6	26.2
Neem	1.5	1454.0	1403.1 a		3345.6	26.1
Chaparro amargoso	testigo	1384.5	1250.7 ab		3085.2	22.3
Neem	testigo	1079.7	1043.0 ab		2435.3	23.5
Epazote	0.5	645.2	527.4 bc		1462.9	24.0
Chaparro amargoso	1.5	227.5	220.7 cd		440.4	8.8
Chaparro amargoso	1.0	197.7	188.4 d		384.9	5.8
Chaparro amargoso	0.5	218.2	171.3 d		422.1	10.5
Chaparro amargoso	2.0	189.7	169.3 d		407.3	8.2
Epazote	1.0	83.5	35.0 e		192.4	21.4
Epazote	2.0	3.2	2.4 f		-0.3	--
Epazote	1.5	1.0	0.5 f		-3.2	--

1/ Las medias con la misma letra no son diferentes entre sí al nivel de significancia de 0.05, según el método de DMS.

La comparación de medias señala a los tratamientos con 1.5 y 2.0% de epazote, como diferentes al resto; en la dosis de 1.0%, el epazote también tuvo menos huevecillos que los demás. El chaparro

amargoso se mostró con cualquiera de sus dosis, en segundo lugar; y al final, junto con los testigo estuvo el neem.

#### 4.5 Número de Huevecillos Viables y Eclosionados a los 42 Días

Esta variable es muy parecida a la anterior, pero separa sólo aquellos huevecillos que al momento del muestreo ya habían eclosionado o aún estaban viables. Con esta variable se trata de observar el posible efecto sobre la viabilidad o nacencia.

En general, los valores de esta variable (Cuadro 5), no difieren mucho de los del Cuadro 4, pues la mayor parte de los huevecillos que fueron ovipositados estaban vivos o lograron eclosionar. La mortalidad de huevecillos fue baja y se discute en la siguiente sección.

Los tratamientos de epazote en dosis de 1.5 y 2.0% fueron estadísticamente iguales entre sí y diferentes al resto; el tratamiento con epazote al 1.0% también mostró un bajo número de huevecillos vivos. Todos los tratamientos con chaparro amargoso fueron iguales estadísticamente, diferentes a su testigo y superiores a los tratamientos con neem, los que tuvieron en promedio el mayor número de huevecillos eclosionados (Cuadro 5).



Cuadro 5. Promedios del número de huevecillos viables y eclosionados de Zabrotes subfasciatus en una muestra de 50 g de frijol, tomada a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas.

Especies vegetales	Dosis (%)	Valores reales	Valores retransformados	
Neem	0.5	1583.0	1521.3	a <u>1/</u>
Neem	1.0	1667.5	1503.9	a
Neem	2.0	1574.2	1469.6	a
Epazote	testigo	1484.2	1452.8	a
Neem	1.5	1426.7	1379.4	a
Chaparro amargoso	testigo	1358.2	1215.2	ab
Neem	testigo	1063.5	1022.3	ab
Epazote	0.5	636.5	520.8	b
Chaparro amargoso	1.5	195.0	183.0	c
Chaparro amargoso	1.0	170.7	157.5	c
Chaparro amargoso	0.5	206.7	152.1	c
Chaparro amargoso	2.0	151.5	133.9	c
Epazote	1.0	83.0	35.0	d
Epazote	2.0	2.5	2.1	e
Epazote	1.5	1.0	0.5	e

1/ Las medias con la misma letra no son diferentes entre sí al nivel de significancia de 0.05, según el método de DMS.

#### 4.6 Porcentaje de Huevecillos Muertos a los 42 Días

En general, el efecto de las plantas sobre esta variable fue bajo. No hubieron diferencias entre las dosis usadas (incluyendo el testigo) en ninguna de las plantas. El análisis de varianza señaló significancia sólo en el factor "planta". La comparación de medias se muestra en el Cuadro 6. El chaparro amargoso fue el material que causó una mortalidad estadísticamente mayor que las otras dos plantas; las cuales resultaron iguales entre sí. Debe aclararse que en los tratamientos con dosis altas de epazote, el número de huevecillos era muy bajo e incluso en tres casos no había ninguno.

Esto podría implicar una desigualdad en la comparación; sin embargo la superioridad del chaparro amargoso sobre las otras plantas fue notoria y manifiesta.

Cuadro 6. Promedios para el factor "planta" del porcentaje de huevecillos muertos de *Zabrotes subfasciatus* en una muestra de 50 g de frijol, tomada a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas.

Especies vegetales	Valores reales	Valores retransformados
Chaparro amargoso	13.17	10.31 a <u>1/</u>
Neem	2.15	1.72 b
Epazote	2.55	0.71 b

1/ Las medias con la misma letra no son diferentes entre sí al nivel de significancia de 0.05, según el método de DMS.

#### 4.7 Número de Orificios de Emergencia a los 42 Días

Al contar los orificios de emergencia sin abrir, que estaban apenas marcados (ventanas), se encontraron los resultados que se presentan en el Cuadro 7. Los tratamientos con polvo de epazote y de chaparro amargoso resultaron con los valores más bajos y fueron iguales estadísticamente, aunque la dosis de 0.5% de epazote y las de 0.5 y 1.0% de chaparro amargoso fueron iguales a los testigos del neem y del chaparro amargoso. El neem fue la especie que mostró los valores más altos junto con el testigo del epazote.

Cuadro 7. Promedios del número de orificios de emergencia marcados por Zabrotes subfasciatus en frijol, a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas.

Especies vegetales	Dosis (%)	Valores reales	Valores retransformados	
Neem	1.5	303.2	166.9	a <u>1/</u>
Epazote	testigo	350.0	107.4	ab
Neem	2.0	114.7	89.1	ab
Neem	0.5	314.5	74.4	ab
Neem	1.0	236.7	31.0	abc
Neem	testigo	144.0	21.1	bcd
Chaparro amargoso	testigo	87.2	19.6	bcd
Epazote	0.5	12.7	4.9	cde
Chaparro amargoso	0.5	2.7	2.5	de
Chaparro amargoso	1.0	3.5	2.4	de
Chaparro amargoso	1.5	2.2	1.7	e
Chaparro amargoso	2.0	1.0	0.7	e
Epazote	1.0	0.0	0.0	e
Epazote	1.5	0.0	0.0	e
Epazote	2.0	0.0	0.0	e

1/ Las medias con la misma letra no son diferentes entre sí al nivel de significancia de 0.05, según el método de DMS.

Los resultados sobre el número de orificios de emergencia ya abiertos están en el Cuadro 8. Los valores más bajos, y estadísticamente diferentes a todos los demás tratamientos, se presentaron en las dos dosis mayores de epazote, donde no se tuvo ningún orificio. La dosis de 1.0% también mostró un número de orificios estadísticamente menor que el resto de los tratamientos. Todos los tratamientos con chaparro amargoso tuvieron menos orificios abiertos que su propio testigo. El neem tuvo valores iguales estadísticamente a cualquiera de los testigos, siendo los más altos del estudio.

Cuadro 8. Promedios del número de orificios de emergencia abiertos por Zabrotes subfasciatus en frijol, a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas.

Especies vegetales	Dosis (%)	Valores reales	Valores retransformados
Epazote	testigo	62.2	57.9 a <u>1/</u>
Neem	0.5	59.7	56.9 a
Neem	2.0	57.7	54.9 a
Chaparro amargoso	testigo	55.7	51.2 a
Neem	1.5	50.2	47.7 a
Neem	1.0	47.0	43.6 ab
Neem	testigo	45.0	43.4 ab
Chaparro amargoso	1.0	23.2	21.8 bc
Chaparro amargoso	1.5	20.7	20.0 c
Chaparro amargoso	2.0	21.0	19.8 c
Epazote	0.5	21.2	14.9 c
Chaparro amargoso	0.5	14.2	12.6 c
Epazote	1.0	2.5	1.8 d
Epazote	1.5	0.0	0.0 e
Epazote	2.0	0.0	0.0 e

1/ Las medias con la misma letra no son diferentes entre sí al nivel de significancia de 0.05, según el método de DMS.

#### 4.8 Número de Granos con Orificios de Emergencia a los 42 Días

Los resultados sobre esta variable, que básicamente nos da una idea del daño, están en el Cuadro 9. El epazote fue el que mostró los valores más bajos. En las dosis de 1.5 y 2.0% ningún grano tenía orificios de emergencia, estos tratamientos fueron diferentes a todos los demás. El tratamiento al 1% de epazote también tuvo menor número que los demás. El tratamiento de epazote al 0.5% y todos los tratamientos con chaparro amargoso fueron iguales entre sí y mejores que los tratamientos del neem y los testigos.

Cuadro 9. Promedios del número de frijoles con orificios de emergencia de Zabrotes subfasciatus, a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas.

Especies vegetales	Dosis (%)	Valores reales	Valores retransformados	
Epazote	testigo	39.5	37.7	a <u>1/</u>
Neem	0.5	36.2	34.0	a
Chaparro amargoso	testigo	36.2	33.9	a
Neem	1.5	34.0	32.1	a
Neem	1.0	30.0	28.8	a
Neem	2.0	28.2	27.5	a
Neem	testigo	28.2	27.2	a
Chaparro amargoso	1.0	12.5	11.8	b
Chaparro amargoso	2.0	10.2	9.6	b
Chaparro amargoso	0.5	10.2	9.2	b
Chaparro amargoso	1.5	9.0	8.5	b
Epazote	0.5	10.0	8.2	b
Epazote	1.0	1.7	1.5	c
Epazote	1.5	0.0	0.0	d
Epazote	2.0	0.0	0.0	d

1/ Las medias con la misma letra no son diferentes entre sí al nivel de significancia de 0.05, según el método de DMS.

El número de orificios de emergencia presentes en cada grano a los 42 días del inicio de la infestación fue variable: lo más común fue encontrar un orificio por grano, pero aún tres o cuatro insectos desarrollándose simultáneamente en un sólo grano fue frecuente; en un caso se llegaron a tener ocho orificios. Los datos sobre este aspecto están en el Cuadro 10.

Normalmente, cada orificio de emergencia representa el desarrollo y salida de un adulto de Z. subfasciatus (Dobie et al, 1991); por esto, el número de insectos que emergieron de los frijoles observados para el Cuadro 10 es igual o parecido al número de orificios. Aunque se ha reportado la emergencia de hasta 20

insectos por grano, la diferencia aquí es que las larvas se estaban desarrollando todas al mismo tiempo.

Cuadro 10. Frecuencia de frijoles con diverso número de orificios de emergencia de *Zabrotes subfasciatus*, en 1 kg de muestra, a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas.

Número de orificios de emergencia	NUMERO DE GRANOS			$\Sigma$ Total
	Epazote	Ch. amargoso	Neem	
1	117	186	333	636
2	57	67	144	268
3	20	36	82	138
4	4	14	30	48
5	5	6	8	19
6	1	2	6	9
7	1	1	2	4
8	0	1	0	1
$\Sigma$ Total	205	313	605	1,123

#### 4.9 Porcentaje de Pérdida de Peso a los 42 Días

Los resultados de esta variable muestran que los tratamientos con epazote en dosis de 1.0, 1.5 y 2.0% de polvo de hoja, fueron los que obtuvieron las pérdidas más bajas. Las dosis de 1.5 y 2.0% de epazote no mostraron pérdida. Todos los tratamientos con chaparro amargoso fueron estadísticamente iguales entre sí pero diferentes a su testigo. Los tratamientos con neem resultaron estadísticamente iguales a su testigo y junto con los otros testigos sin tratar fueron los tratamientos que mostraron mayor porcentaje de pérdida de peso (Cuadro 11).

Cuadro 11. Promedios del porcentaje de pérdida de peso causada por Zabrotes subfasciatus en frijol a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas.

Especies vegetales	Dosis (%)	Valores reales	Valores retransformados	
Epazote	testigo	22.4	22.00	a <u>1/</u>
Chaparro amargoso	testigo	21.2	20.96	a
Neem	0.5	21.0	20.73	a
Neem	1.5	18.0	17.70	a
Neem	testigo	17.9	17.66	a
Neem	1.0	17.5	17.38	a
Neem	2.0	16.1	15.96	ab
Chaparro amargoso	0.5	11.3	9.22	bc
Chaparro amargoso	1.0	7.3	7.13	c
Chaparro amargoso	2.0	6.3	6.18	c
Epazote	0.5	5.8	5.54	c
Chaparro amargoso	1.5	5.4	5.24	c
Epazote	1.0	1.7	1.29	d
Epazote	1.5	0.0	0.00	e
Epazote	2.0	0.0	0.00	e

1/ Las medias con la misma letra no son diferentes entre sí al nivel de significancia de 0.05, según el método de DMS.

Sólo una especie vegetal de las tres utilizadas resultó ser altamente tóxica para matar al gorgojo pinto del frijol; esta fue el epazote, de la que ya se había reportado su valor como planta insecticida Aguilar (1987) y López (1991). Las mejores dosis reportadas por López (1991) para controlar a Sitophilus zeamais Mots. con epazote, fueron de 2.0 y 2.5% con 92.7 y 98.6% de mortalidad, respectivamente, a los seis días de haber iniciado la prueba. En el caso de Zabrotes subfasciatus (Boheman) los resultados mostraron una mortalidad de 100% en las dosis más altas (1.0, 1.5 y 2.0%) a los tres días.

Se demostró que el efecto tóxico de las plantas varía según el insecto de que se trate. En el presente estudio, el chaparro amargoso no mostró un efecto de mortalidad sobre Zabrotes subfasciatus, como sí lo hizo sobre Sitophilus zeamais en el trabajo de López (1991).

Debido a la alta mortalidad que causó el epazote a los adultos introducidos, la población en tales tratamientos no pudo desarrollarse. Esto se notó en todas las variables estudiadas, excepto en la mortalidad de huevecillos. El efecto sobre los adultos se tradujo en valores bajos para: huevecillos de los adultos introducidos, número y frecuencia de los orificios de emergencia, población de la F1, huevecillos de los adultos de la F1, y como consecuencia final, sobre la pérdida de peso del grano 42 días después de la infestación.

Aunque el chaparro amargoso no tuvo acción tóxica, como el epazote, su acción se notó en la reducción de oviposición y algo de mortalidad de huevecillos. Su actividad fue moderada, pero puede considerarse como efectivo para retardar el desarrollo de las poblaciones de Z. subfasciatus.

El polvo de hoja de neem no fue eficiente para controlar Z. subfasciatus.



## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- a) En cuanto al efecto tóxico causado a Zabrotes subfasciatus, sólo el epazote mostró ser efectivo, provocando una mortalidad corregida de 100% en dosis de 1.0, 1.5 y 2.0%. El chaparro amargoso y el neem no mostraron ser plantas tóxicas a los insectos tres días después de infestar el grano.
- b) El efecto negativo sobre la oviposición de Z. subfasciatus, se presentó sólo en los tratamientos con chaparro amargoso. En este caso, las diversas dosis probadas no fueron determinantes sobre el efecto.
- c) El efecto sobre los otros parámetros biológicos medidos: incremento poblacional, daño y pérdida de peso del grano, estuvo en función del control inicial de adultos en el caso del epazote, y de la oviposición en el caso del chaparro amargoso.
- d) El epazote resultó ser la mejor planta para controlar a Z. subfasciatus. El chaparro amargoso fue moderadamente efectivo. Y el neem en las dosis probadas, no mostró en ninguna forma su actividad para el control de esta especie.

- e) El epazote es una especie vegetal prometedora para el control de insectos en el noreste de México, por su amplia distribución, principalmente en las riberas de ríos y arroyos; además, se propaga fácilmente.
  
- f) Se recomienda hacer pruebas de residualidad de los materiales del epazote para proteger frijol de Z. subfasciatus y otras especies plaga.
  
- g) Se recomienda retirar el polvo de hoja de epazote antes de que el grano sea consumido, ya que pruebas toxicológicas indican que en cantidades grandes puede causar problemas de salud. Lo mismo es recomendable para las otras plantas.
  
- h) Se deben hacer pruebas con otras especies vegetales nativas ó presentes en nuestra región, como es el caso de las familias Papaveraceae y Solanaceae, las cuales ya han sido utilizadas con éxito contra Z. subfasciatus por otros investigadores.
  
- i) Es necesario hacer pruebas de campo bajo condiciones reales de almacenamiento y con volúmenes más grandes de grano.

## 6. LITERATURA CITADA

- Aguilar, J. 1987. Búsqueda de Alternativas Tecnológicas para la Conservación del Maíz y el Chile en la Sierra de Villa Alta, Oax. Ed. Gea, S.A. México. pp. 53-58.
- Ahmed, S. and M. Grainge. 1986. Potential of the neem tree (Azadirachta indica A. Juss) for pest control and rural development. Econ. Bot. 40 (2): 201-208.
- Barberá, C. 1976. Pesticidas Agrícolas. 3a.Ed. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. pp. 239, 242 y 243.
- Cortez Rocha, M., G. García Sánchez, M. I. Villaescusa Moreno, R. I. Sánchez Mariñez, T. R. Rentería Gutiérrez, y F. J. Wong Corral. 1991. Utilización de polvos y extractos vegetales para el control de Zabrotes subfasciatus (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) en grano de frijol almacenado. Memorias del XXVI Congreso Nacional de Entomología, Veracruz, Ver. México. p. 470.
- Dendy, J., y P. F. Credland P. F. 1991. Development and egg dispersion of Zabrotes subfasciatus. Entomol. exp. appl. 59: 9-17.
- Cremllyn, R. 1982. Plaguicidas Modernos y su acción bioquímica. Editorial Limusa, S.A. México. pp. 63 y 65.
- Cuevas Salgado, M. I., C. A. Romero Nápoles y J. C. García Montalvo. 1990. Utilización del Chicalote Argemone mexicana (Papaveraceae) como una alternativa para el control del gorgojo pinto del frijol Zabrotes subfasciatus (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae). Memorias del II Simposio Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. Oaxaca, Oax. Mayo 1990. pp. 3-10.
- Decheco, A., B. Moncada y M. Ortiz. 1986. Desarrollo de Zabrotes subfasciatus sobre seis variedades de frijol en Lima. Revista Peruana de Entomología, Vol. 29 pp. 77-79.
- Dobie, P., C. P. Haines, R. J. Hodges, P. F. Pevett y D. P. Rees. 1991. Insects and Arachnids of Tropical Stored Products: Their Biology and Identification (A Training Manual). Second edition revised and edited by C.P. Haines. National Resources Institute. Overseas Development Administration. Kent, U.K. pp. 38,39.

- Domínguez, X. A., R. Franco, G. Cano, C. García Delgado, S. García y M. J. Torres I. 1979. Plantas medicinales Mexicanas XXXIX. Aislamiento de simaroubolidanos de la raíz de la Castela texana (T. & G.) Rose (Chaparro amargoso, bisbirinda). Rev. Latinoamericana de Química, 10: 138-140.
- Font Quer, P. 1962. Plntas Medicinales. El dioscórides renovado. Editorial Labor, S.A. Barcelona, España. pp. 153 y 154.
- Golob, P., y A. Kilminster. 1982. The biology and control of Zabrotes subfasciatus (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) infesting red kidney beans. J. stored Prod. Res. 18: 95-101.
- González, V., M., R. Roche y M. E. Simanca. 1985. Capacidad de infestación y emergencia del coleóptero Zabrotes subfasciatus, plaga de granos almacenados. Ciencias de la Agricultura. No. 23 pp. 31-37.
- González, V., M., R. Roche y M. E. Simanca. 1986. Incidencia y distribución de plagas de insectos en granos almacenados. Ciencias de la Agricultura. Academia de Ciencias de Cuba. No. 27 pp. 77-82.
- Gunther, F. A. y L. R. Jeppson. 1962. Insecticidas Modernos y la Producción Mundial de Alimentos. Compañía Editorial Continental, S.A. México. pp. 201, 202, 214 y 215.
- Jacobson, M. 1986. The Neem tree: Natural resistance par excellence. In M. B. Green and D. A. Hedin (eds.): Natural Resistance of Plant to pests. Roles of Allelochemicals. Am. Chem. Soc. Symposium Series 296. pp. 222 y 225.
- Jotwani, M. G. y K. P. Srivastava. 1983. A review of neem research in India to insects. New Delhi, India. Proc. 2nd. Neem Conf. Rauschholzhausen. pp. 43-56.
- Lagunes T., A. 1984. Informe del proyecto cooperativo "Empleo de substancias vegetales contra plagas del maíz como una alternativa al uso de insecticidas en áreas de temporal". [PCAFBNA-001299] CONACYT, C.P., U.A.Ch., Dir. Geral. de Sanidad Vegetal-SARH, INIA. 162 pp.
- Lagunes T., A. y C. Rodriguez H. 1989 Informe del proyecto CONACYT PTV/AI/NAL/85/3149. Búsqueda de tecnología apropiada para el combate de plagas de maíz almacenado en condiciones rústicas. CONACYT-CP 150 p.

- Leos Martínez, J. y R. P. Salazar. 1990. Importación y diseminación del árbol insecticida neem (Azadirachta indica A. Juss) en México. Memoria II Simp. Nal. sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. Oaxaca, Oax. Mayo 1990. pp. 106-127.
- López Sánchez, V. 1991. Especies vegetales del noreste de México para el control del gorgojo Sitophilus zeamais Mots. (Coleoptera: Curculionidae) en maíz almacenado. Fac. de Agronomía, UANL. Tesis de Maestría en Ciencias. 73 pp.
- López Sanchez, V. y Leos Martínez, J. 1991. Especies vegetales del noreste de México para el control del gorgojo del maíz, Sitophilus zeamais Mots. (Coleoptera: Curculionidae). In Memorias del III Simposio Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el combate de plagas. Veracruz, Ver. México. (en prensa).
- Martínez, M. 1969. Las Plantas Medicinales de México. 5ª ed. Ediciones Botas. México. pp. 102, 103, 127 y 128.
- National Academy of Sciences. 1978. Manejo y Control de Plagas de Insectos, Vol. 3. Editorial Limusa, S.A. México. p. 384.
- Olivares Sáenz, E. 1991. Notas de Experimentación Agrícola y Pecuaria. Apuntes de clase. FAUANL. Marín, N.L. México. pp. 35-37 y 88-98.
- Rajni, H. R. y A. Jabbal. 1986. Some observations on the biology of Zabrotes subfasciatus (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae). Research Bulletin (Science) of the Punjab University, V. 37, Parts III-IV. pp. 11-16.
- Pimbert, M. P. 1985. Reproduction and oviposition preferences of Zabrotes subfasciatus stocks reared from two host plant species. Entomol. exp. appl. 38: 273-276.
- Rodríguez Rivera, F. H. y J. C. Rodríguez Maciel. 1990. 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. Memoria II Simposio Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. Oaxaca, Oax. pp. 146-161.
- Salcedo B., A. L. 1985. Búsqueda de plantas nativas de Morelos con propiedades tóxicas contra el gusano cogollero del maíz (Spodoptera frugiperda J. E. Smith) y el mosquito (Culex quinquefasciatus Say). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Morelos. Esc. de C. Biológicas. Cuernavaca, Morelos, México. pp. 33.

- Saxena, R. C. 1989. Insecticides From Neem. In Insecticides of Plant Origin. In American Chemical Society (Ed). pp. 110-135.
- Shoonhoven, A. V. 1976. Pests of stored beans and their economic importance in Latin America. Proceedings of XV International Congress of Entomology. Washington, D.C. E.U.A. Aug. 19-27, 1976. pp. 691.
- Steel, D. R. G. y J. H. Torrie. 1960. Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Co. INC. New York, E.U.A. pp. 157-158.
- Utida, S. 1967. Collective oviposition and larval aggregation in Zabrotes subfasciatus (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). J. stored Prod. Res. 2: 315-322.
- Vidales Estrada, M. 1991. Plantas tropicales en el combate del gorgojo del maíz Sitophilus zeamais Mots. (Coleoptera: Curculionidae). Fac. de Agronomía, UANL. Tesis de Maestría en Ciencias. 67 p.
- Vidales Estrada, M. y Leos Martínez, J. 1991. Plantas tropicales en el combate del gorgojo del maíz, Sitophilus zeamais Mots. (Coleoptera: Curculionidae). In Memorias del III Simposio Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el combate de plagas. XXVI Congreso Nacional de Entomología, Veracruz, Ver. (en prensa).
- Wightman, J. A. y B. J. Southgate. 1982. Egg morphology, host and probable regions of origin of the bruchids (Coleoptera: Bruchidae) that infest stored pulses - An identification aid. New Zeland Journal of Experimental Agriculture. Vol. 10: 95-99.

## 8. APENDICE

Las significancias se señalan de la siguiente forma:

**N.S.** = No Sigificativo.

**\*** = Significativo,  $\alpha = 0.05$

**\*\*** = Altamente Significativo,  $\alpha = 0.01$ .

**Cuadro A1.** Análisis de varianza del porcentaje de mortalidad de adultos de Zabrotes subfasciatus en frijol a los tres días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	F. Teórica $\alpha=0.05, 0.01$		
REPETICIONES	3	158.78	52.94	0.94	N.S.	2.83	4.29
FACTOR A	2	38223.50	19111.75	339.38	**	3.22	5.15
FACTOR B	4	7579.59	1894.90	33.65	**	2.59	3.80
INTERACCION	8	14729.25	1841.16	32.70	**	2.17	2.96
ERROR	42	2365.19	56.31				
TOTAL	59	63056.31					

C.V. = 24.42%

**Cuadro A2.** Análisis de varianza del número de huevecillos de Zabrotes subfasciatus en frijol en una muestra de 15 g, a los 21 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.Teórica $\alpha=0.05, 0.01$		
REPETICIONES	3	0.69	0.23	3.32	*	2.83	4.29
FACTOR A	2	5.33	2.67	38.67	**	3.22	5.15
FACTOR B	4	3.30	0.82	11.99	**	2.59	3.80
INTERACCION	8	3.37	0.42	6.10	**	2.17	2.96
ERROR	42	2.90	0.07				
TOTAL	59	15.58					

C.V. = 26.52%

Cuadro A3. Análisis de varianza del número total de adultos emergidos de Zabrotes subfasciatus en frijol, a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.Teórica $\alpha=0.05, 0.01$	
REPETICIONES	3	0.08	0.03	0.62	N.S.	2.83 4.29
FACTOR A	2	14.99	7.50	173.12	**	3.22 5.15
FACTOR B	4	5.98	1.50	34.56	**	2.59 3.80
INTERACCION	8	9.94	1.24	28.71	**	2.17 2.96
ERROR	42	1.82	0.04			
TOTAL	59	32.82				

C.V.= 13.00%

Cuadro A4. Análisis de varianza del número total de huevecillos (viables, eclosionados y muertos) de Zabrotes subfasciatus en una muestra de 50 g de frijol, tomada a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.Teórica $\alpha=0.05, 0.01$	
REPETICIONES	3	0.54	0.18	2.32	*	2.83 4.29
FACTOR A	2	22.90	11.45	146.47	**	3.22 5.15
FACTOR B	4	12.28	3.07	39.27	**	2.59 3.80
INTERACCION	8	17.54	2.19	28.04	**	2.17 2.96
ERROR	42	3.28	0.07			
TOTAL	59	56.56				

C.V.= 11.62%

Cuadro A5. Análisis de varianza del número de huevecillos viables y eclosionados de Zabrotes subfasciatus en una muestra de 50 g de frijol, tomada a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.Teórica $\alpha=0.05, 0.01$	
REPETICIONES	3	0.56	0.19	2.34	*	2.83 4.29
FACTOR A	2	22.92	11.46	142.83	**	3.22 5.15
FACTOR B	4	12.89	3.22	40.16	**	2.59 3.80
INTERACCION	8	17.53	2.19	27.30	**	2.17 2.96
ERROR	42	3.37	0.08			
TOTAL	59	57.27				

C.V.= 11.92%



Cuadro A6. Análisis de varianza del porcentaje de huevecillos muertos de Zabrotes subfasciatus en una muestra de 50 g de frijol, tomada a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.Teórica $\alpha=0.05, 0.01$	
REPETICIONES	3	6.30	2.10	2.26	N.S.	2.83 4.29
FACTOR A	2	34.38	17.20	18.48	**	3.22 5.15
FACTOR B	4	9.57	2.40	2.57	*	2.59 3.80
INTERACCION	8	32.16	4.02	4.32	**	2.17 2.96
ERROR	42	39.05	0.93			
TOTAL	59	121.48				

C.V. = 52.74%

Cuadro A7. Análisis de varianza del número de orificios de emergencia marcados por Zabrotes subfasciatus en frijol, a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.Teórica $\alpha=0.05, 0.01$	
REPETICIONES	3	8.26	2.75	8.41	**	2.83 4.29
FACTOR A	2	19.07	9.54	29.12	**	3.22 5.15
FACTOR B	4	6.11	1.53	4.67	**	2.59 3.80
INTERACCION	8	11.25	1.40	4.30	**	2.17 2.96
ERROR	42	13.75	0.33			
TOTAL	59	58.46				

C.V. = 58.11%

Cuadro A8. Análisis de varianza del número de orificios de emergencia abiertos por Zabrotes subfasciatus en frijol, a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.Teórica $\alpha=0.05, 0.01$	
REPETICIONES	3	0.09	0.03	0.66	N.S.	2.83 4.29
FACTOR A	2	10.71	5.36	109.44	**	3.22 5.15
FACTOR B	4	4.19	1.04	21.38	**	2.59 3.80
INTERACCION	8	6.32	0.79	16.15	**	2.17 2.96
ERROR	42	2.06	0.05			
TOTAL	59	23.38				

C.V. = 17.69%

Cuadro A9. Análisis de varianza del número de frijoles con orificios de emergencia de Zabrotes subfasciatus, a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.Teórica $\alpha=0.05, 0.01$	
REPETICIONES	3	0.08	0.02	0.80	<b>N.S.</b>	2.83 4.29
FACTOR A	2	8.23	4.11	126.67	**	3.22 5.15
FACTOR B	4	4.09	1.02	31.51	**	2.59 3.80
INTERACCION	8	4.30	0.54	16.55	**	2.17 2.96
ERROR	42	1.36	0.03			
TOTAL	59	18.06				

C.V. = 16.84%

Cuadro A10. Análisis de varianza del porcentaje de pérdida de peso causada por Zabrotes subfasciatus en frijol a los 42 días de la infestación de las unidades tratadas con polvo de plantas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.Teórica $\alpha=0.05, 0.01$	
REPETICIONES	3	133.26	44.42	2.23	<b>N.S.</b>	2.83 4.29
FACTOR A	2	2365.83	1182.91	59.54	**	3.22 5.15
FACTOR B	4	1663.32	415.83	20.93	**	2.59 3.80
INTERACCION	8	1060.62	132.58	6.67	**	2.17 2.96
ERROR	42	834.40	19.87			
TOTAL	59	6057.45				

C.V. = 25.60%

**N.S.** = No Sigificativo.

\* = Significativo,  $\alpha = 0.05$

\*\* = Altamente Significativo,  $\alpha = 0.01$ .

