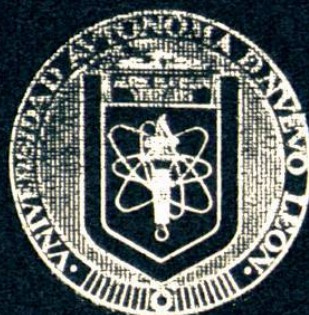


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



ESPECIES VEGETALES DEL NORESTE DE MEXICO  
PARA EL CONTROL DEL GORGOJO,  
Sitophilus zeamais Mots. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE),  
EN MAIZ ALMACENADO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION AGRICOLA

PRESENTA:

VALENTE LOPEZ SANCHEZ

MARIN, N. L.

DICIEMBRE DE 1991

FM

SB945

.C8

L6

c.1



1080062199

MINNEAPOLIS PUBLIC LIBRARY



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



ESPECIES VEGETALES DEL NORESTE DE MEXICO PARA EL CONTROL DEL GORGOJO, (*Trophilus zeamais* Mots. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)).

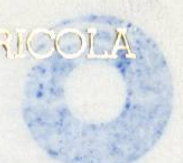
ESPECIES VEGETALES DEL NORESTE DE MEXICO  
PARA EL CONTROL DEL GORGOJO,  
*Trophilus zeamais* Mots. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE),  
EN MAIZ ALMACENADO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION AGRICOLA

PRESENTA:

VALENTE LOPEZ SANCHEZ



Registro Central  
Biblioteca

108566

MARIN, N. L.

DICIEMBRE DE 1991

JM  
58945  
C8  
L6

045.632

FA2

1991

C.5



Biblioteca Central  
Magna Solidadad

F. tesis



BURAU RENDON I  
UANL  
FONDO  
TESIS MAESTRIA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

ESPECIES VEGETALES DEL NORESTE DE MEXICO PARA EL CONTROL DEL  
GORGOJO, Sitophilus zeamais Mots. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE).  
EN MAIZ ALMACENADO

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION AGRICOLA

PRESENTA  
VALENTE LOPEZ SANCHEZ

ESPECIES VEGETALES DEL NORESTE DE MEXICO PARA EL CONTROL DEL  
GORGOJO, Sitophilus zeamais Mots. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE).  
EN MAIZ ALMACENADO



Tesis

Sometida al Comité particular como requisito  
parcial para optar el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS  
ESPECIALISTA EN PRODUCCION AGRICOLA

revisada y aprobada por el Comité Particular:

Ph. D. Josué Leos Martínez  
CONSEJERO

P.h. D. Emilio Olivares Saenz  
ASESOR

P.h. D. José Luis de la Garza G.  
ASESOR

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

VALENTE LOPEZ GONZALEZ †  
EMILIANA SANCHEZ GONZALEZ

ESPOSA:

GUADALUPE CORTES MELENDEZ

HIJAS:

EMILIA MARGARITA LOPEZ CORTES  
YAZMIN GUADALUPE LOPEZ CORTES

A MI TIO:

GERONIMO LOPEZ GONZALEZ †

HERMANOS:

JAIME

VICTOR

VIRGINIA

CESAR

LURDES

RUBEN

SERGIO

JUANITO

JUANITA

A todos ellos con cariño y amor.



## AGRADECIMIENTOS

EL AUTOR DESEA EXPRESAR SUS AGRADECIMIENTOS AL Ph. D. JOSUE LEOS MARTINEZ, CONSEJERO PRINCIPAL, POR LA VALIOSA COLABORACION EN EL DESARROLLO DEL PRESENTE ESTUDIO Y POR SU AMISTAD BRINDADA.

A EL Ph.D EMILIO OLIVARES SAENZ Y AL Ph.D JOSE LUIS DE LA GARZA GONZALEZ MIEMBROS DE MI COMITE PARTICULAR POR SU INTERES Y AMPLIA AYUDA TECNICA EN EL DESARROLLO Y REVISION DEL PRESENTE ESTUDIO.

A LA DIRECCION GENERAL DE EDUCACION TECNOLOGICA AGROPECUARIAS, AL INSTITUTO TECNOLOGICO AGROPECUARIO No.4 Y AL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA, POR HABERME OTORGADO LA OPORTUNIDAD DE SUPERARME ACADEMICAMENTE EN MIS ESTUDIOS DE POSTGRADO.

A TODAS LAS PERSONAS QUE DE ALGUNA U OTRA FORMA PARTICIPARON EN LOS TRABAJOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DEL PROGRAMA DE INVESTIGACION DE PLAGAS DE PRODUCTOS ALMACENADOS EN ESPECIAL AL ING. EUSEBIO LOMELI CERVENTES Y AL ING. JUAN A. MARTINEZ G.

G R A C I A S

## BIOGRAFIA

El autor nació en Cd. Mante, Tamaulipas, México el 20 de Mayo de 1956.

1976 - 1978 Bachiller en Ciencias Exactas, Preparatoria Mante (U.A.T) Cd. Mante, Tamaulipas.

1978 - 1982 Ingeniero Agrónomo Fitotecnista, Facultad de Agronomía (U.A.T.) Cd. Mante, Tamaulipas.

1983 - 1984 Extensionista (BETA) Dirección General de Educación Tecnológicas Agropecuarias. México, D.F.

1984 - 1985 Jefatura (BETA) Dirección General de Educación Tecnológicas Agropecuarias. México, D.F.

1985 - 1989 Maestro y Jefe del Departamento de Vinculación con el Sector Productivo, del Instituto Tecnológico Agropecuario No. 4 de Altamira, Tamaulipas.

1989 - 1991 Estudiante de la Maestría en Producción Agrícola de la Subdirección de Estudios de Postgrado, F.A.U.A.N.L., Marín, N.L. México.

# I N D I C E

	PAGINA
DEDICATORIA. . . . .	iii
AGRADECIMIENTO . . . . .	iv
BIOGRAFIA. . . . .	v
INDICE . . . . .	vi
INDICE DE CUADROS. . . . .	viii
INDICE DE FIGURAS. . . . .	x
ABREVIATURAS DEL TEXTO . . . . .	xi
RESUMEN. . . . .	xii
ABSTRACT . . . . .	xv
1. INTRODUCCION. . . . .	1
1.1. Objetivos. . . . .	2
1.2. Hipótesis. . . . .	2
2. REVISION DE LITERATURA. . . . .	4
2.1. Descripción y Usos Tradicionales de las Especies Vegetales Estudiadas. . . . .	4
2.2. Antecedentes Históricos del Uso de las Plantas en el Control de Insectos . . . . .	19
2.3. Uso de Plantas en el Control de Insectos en Granos Almacenados . . . . .	21
2.4. Farmacología y Toxicología del Epazote, Chaparro amargoso y Neem . . . . .	25
2.5. Biología y Apariencia del Gorgojo del Maíz <u>Sitophilus zeamais</u> . . . . .	28
3. MATERIALES Y METODOS. . . . .	30
3.1. Primer Experimento . . . . .	32
3.2. Segundo Experimento. . . . .	35
3.3. Tercer Experimento . . . . .	37

	PAGINA
4. RESULTADOS . . . . .	39
4.1. Primer Experimento . . . . .	39
4.2. Segundo Experimento. . . . .	52
4.3. Tercer Experimento . . . . .	61
5. DISCUSION . . . . .	63
5.1. Primer Experimento . . . . .	63
5.2. Segundo Experimento. . . . .	64
5.3. Tercer Experimento . . . . .	65
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. . . . .	66
7. LITERATURA CITADA . . . . .	68

## INDICE DE CUADROS

CUADRO No.	PAGINA
1. Especies probadas para controlar <u>Sitophilus zeamais</u> Mots.	31
2. Comparación de medias de la mortalidad de <u>Sitophilus zeamais</u> Mots. en maíz a los 15 días después del establecimiento de 22 tratamientos. . . . .	40
3. Comparación de medias de la mortalidad de <u>Sitophilus zeamais</u> Mots. en maíz a los 63 días después del establecimiento de 22 tratamientos. . . . .	41
4. Comparación de medias de la mortalidad de <u>Sitophilus zeamais</u> Mots. en maíz a los 133 días después del establecimiento de 22 tratamientos . . . . .	42
5. Comparación de medias de la población de <u>Sitophilus zeamais</u> Mots. en maíz a los 63 días después del establecimiento de 22 tratamientos . . . . .	45
6. Población emergida, porcentaje de emergencia y grado de reproducción de <u>Sitophilus zeamais</u> Mots. en maíz a los 63 días después del establecimiento de 22 tratamientos. . .	46
7. Comparación de medias de la población de <u>Sitophilus zeamais</u> Mots. en maíz a los 133 días después del establecimiento de 22 tratamientos. . . . .	48
8. Población emergida, porcentaje de emergencia y grado de reproducción de <u>Sitophilus zeamais</u> Mots. en maíz a los 133 días después del establecimiento de 22 tratamientos.	49

9. Daño causado por <u>Sitophilus zeamais</u> Mots. en dos fechas de evaluación, después del establecimiento del experimento. . . . .	51
10. Porcentaje de mortalidad de <u>Sitophilus zeamais</u> Mots. en maíz por la aplicación de polvo de tres plantas en cinco dosis diferentes, para cuatro fechas de evaluación. . . . .	53
11. Porcentaje de mortalidad corregida (Abbott) de <u>Sitophilus zeamais</u> Mots. en maíz por la aplicación de polvo vegetal de tres plantas en cinco dosis diferentes, para cuatro fechas de evaluación. . . . .	55
12. Población total real y retransformada a valores originales, porcentaje de emergencia y grado de reproducción de <u>Sitophilus zeamais</u> Mots. en maíz a los 60 días, después del establecimiento de tratamientos con polvo vegetal de tres plantas en diferentes dosis. . . . .	56
13. Comparación de medias del porcentaje de daño producido por <u>Sitophilus zeamais</u> Mots. en maíz tratado con polvo vegetal en diferentes dosis, durante dos fechas . . . . .	60
14. Comparación de medias de la mortalidad de <u>Sitophilus zeamais</u> Mots. en maíz 30 días después de la infestación y 60 días después de la aplicación de 2% de polvos vegetales . . . . .	61
15. Daño causado por <u>Sitophilus zeamais</u> Mots. en maíz 30 días después de la infestación y 60 días después de la aplicación de polvos vegetales. . . . .	62

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA No.	PAGINA
1. Mortalidad corregida (Abbott) de <u>Sitophilus zeamais</u> Mots. en maíz, para tres fechas de evaluación después del establecimiento de 22 tratamientos . . . . .	39
2. Insectos vivos y muertos de <u>Sitophilus zeamais</u> Mots. en maíz a los 15 días después del establecimiento de 22 tratamientos . . . . .	43
3. Insectos vivos y muertos de <u>Sitophilus zeamais</u> Mots. en maíz a los 63 días después del establecimiento de 22 tratamientos . . . . .	44
4. Insectos vivos y muertos de <u>Sitophilus zeamais</u> Mots. en maíz a los 133 días después del establecimiento de 22 tratamientos . . . . .	47
5. Porcentaje de granos dañados por <u>Sitophilus zeamais</u> Mots. en maíz para dos fechas de evaluación después del establecimiento de 22 tratamientos. . . . .	50
6. Población total de adultos de <u>Sitophilus zeamais</u> Mots. presentes en el tratamiento con epazote en diferentes dosis. . . . .	57
7. Población total de adultos de <u>Sitophilus zeamais</u> Mots. presentes en el tratamiento con polvo de chaparro amargoso en diferentes dosis . . . . .	58
8. Población total de adultos de <u>Sitophilus zeamais</u> Mots. presentes en el tratamiento con polvo de neem en diferentes dosis . . . . .	58

## ABREVIATURAS DEL TEXTO

### Plantas Utilizadas

AL.	Albahacar
AN.	Anacahuita
BA.	Barreta
BC.	Barbas de chivo
CA.	Chaparro amargoso
CO.	Coyotillo
DO.	Dormilón
EU.	Eucalipto
EP.	Epazote
HG.	Hierba de la golondrina
HV.	Hierba del venado
JA.	Jarilla
JR.	Jara
MA.	Mariola
ML.	Malatión
NO.	Nogalillo
OC.	Ocotillo
PC.	Palo cenizo
PD.	Palo dulce
SA.	Salvia
SD.	Sangre de drago
ST.	Sin tratar (testigo)

### Otras Abreviaciones

DMS.	Diferencia mínima significativa
MC.	Mortalidad corregida
Pob.	Población
Retr.	Retransformada
Rep.	Reproducción



## RESUMEN

Tres experimentos se realizaron en el Laboratorio del Programa de Investigación sobre Plagas de Productos Almacenados del CIA-PAUANL en Marín, Nuevo León, México para estudiar polvos vegetales para controlar Sitophilus zeamais Mots. en maíz almacenado.

El primer experimento valoró las propiedades antagónicas de 20 plantas del noreste de México en una dosis de 3% (peso x peso) de polvo de hoja mezclado con maíz de la variedad Blanco la Purísima. Se incluyeron dos tratamientos como testigos: uno a base de malatión 1000-E a 20 ppm y otro consistente en grano sin tratar. Cada unidad experimental (100 g de maíz) se infestó con 10 machos y 10 hembras de menos de dos semanas de edad. El experimento se estableció en un diseño de bloques al azar con 22 tratamientos y tres repeticiones, a  $27 \pm 3^{\circ}\text{C}$  y  $60 \pm 10\%$  h.r. A los 15, 63 y 133 días del inicio se calculó el porcentaje de mortalidad, que se corrigió mediante la fórmula de Abbott; también se cuantificó la población total y se calculó la población emergida, el porcentaje de emergencia y el grado de reproducción. El porcentaje de grano dañado se evaluó a los 63 y 133 días.

Mediante el análisis de varianza y la prueba de DMS se encontró que las plantas más prometedoras fueron: el epazote Chenopodium ambrosioides, que provocó el 100% de mortalidad desde los 15 días y no permitió que los insectos dañaran al grano; y el chaparro amargoso Castela texana que se destacó por mantener baja la población y el daño con 23 y 14% de emergencia y 11 y 16% de daño de grano a los 63 y 133 días, respectivamente.

En el segundo experimento se probaron cinco dosis de tres

plantas: epazote, chaparro amargoso y neem Azadirachta indica A. Juss (se incluyó por sus conocidas propiedades). Las dosis fueron 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5% (peso x peso) de polvo de hoja. La variedad de maíz fue la misma que en el primer experimento. Se agregó un testigo sin tratamiento. Los 16 tratamientos formados se arreglaron combinatoriamente y se distribuyeron en bloques al azar con cuatro repeticiones. También se realizó un diseño factorial en bloques al azar con tres niveles en el factor "planta", cinco en el factor "dosis" y cuatro repeticiones. Se incluyeron cuatro unidades experimentales sin ningún tratamiento, teniendo en total 64 unidades experimentales. La infestación fue igual que en el experimento anterior. Los conteos de insectos se hicieron a los 6, 15, 30 y 60 días para calcular la mortalidad. La población y el daño se evaluaron a los 30 y 60 días.

Las mejores dosis para el epazote fueron las de 2.0 y 2.5% con 92.7 y 98.6% de mortalidad desde la primera evaluación a los 6 días. En daño estuvo en un rango de sólo 0.2 al 1.5% hasta el final del experimento. En el chaparro amargoso la mejor dosis fue la de 2.0% presentando 69.6 y 81.2% de mortalidad corregida a los 30 y 60 días, respectivamente. La población fue de 20 adultos a los 60 días y el daño al grano de solo 1.2 y 2.5% a los 30 y 60 días, respectivamente. La dosis de 2.0% de neem se consideró como la mejor con: mortalidad corregida máxima de 66.1%, población de 29.2 de adultos y daño al grano de 5.0% a los 60 días del inicio. Como no existió diferencia significativa entre dosis, en ninguna de las plantas después de 15 días cualquiera de ellas puede ser efectiva, con mortalidades alrededor de 90, 85 y 70% para epazote, chaparro amargoso y neem, respectivamente.

Del tercer experimento fue evaluar el efecto insecticida residual de las dos especies más prometedoras del primer experimento: epazote y chaparro amargoso. Se seleccionó para la

prueba la dosis de 2% de polvo de hoja en grano de maíz (peso x peso). La metodología fue similar a la de los experimentos previos, en cuanto a los tratamientos, unidades experimentales, infestación y forma de evaluar. El diseño fue completamente al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Se prepararon 12 unidades experimentales: cuatro con epazote, cuatro con chaparro amargoso y cuatro se dejaron sin ninguna aplicación de polvo. Se colocaron en la cámara ambiental por 30 días con el polvo de hoja, después se infestaron para evaluar la mortalidad y el daño de grano después de 30 días.

La mortalidad de S. zeamais en maíz 30 días después de la infestación y 60 días después de la aplicación de los polvos de hoja fue 30% para epazote (superior al testigo) y 55% para chaparro amargoso (superior al epazote y al testigo). En el grano sin tratar todos los insectos estaban vivos. El daño provocado por los adultos fue estadísticamente diferente en los dos tratamientos y el testigo: el tratamiento con epazote fue el que obtuvo el menor porcentaje de daño con 1.5%.

## ABSTRACT

Three tests were developed in the Research Program Laboratory on Stored-Product Pests (Laboratorio del Programa de Investigación sobre Plagas de Productos Almacenados) to study plant powders for controlling Sitophilus zeamais Mots. in stored maize.

The first test assessed the antagonistic properties of 20 plants from northeast Mexico in dose of 3% (weight x weight) of leaf powder mixed with maize of the Blanco la Purisima variety. Two treatments were included as control: one based on malathion 1000-E at 20 ppm and the other consisting of grain without any treatment. Each experimental unit (100 g of maize) was infested with 10 males and 10 females of less than two weeks emergence. The test was established in a randomized block design with 22 treatments and three replications at  $27 \pm 3^{\circ}\text{C}$  and  $60 \pm 10\%$  r.h. Mortality was calculated 15, 63 and 133 days after infestation, and was corrected with the Abbott formula; total population, emergence and reproduction rate were also evaluated. The porcentaje of damaged grain was evaluated at days 63 and 133.

Based on the analysis of variance and the DMS test, the most promising plants were: epazote Chenopodium ambrosioides that caused 100% mortality 15 days after the infestation and did not allowed any damage by the insects; and the chaparro amargoso Castela texana that held a low population and damage: 23 and 14% emergence and 11 and 16% grain damage at 63 and 133 days, respectively.

In the second test five doses of three plants were tested: epazote, chaparro amargoso and neem Azadirachta indica A. Juss (included because of its known properties). The doses were: 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 and 2.5% (weight x weight) leaf powder. The maize

variety was the same than in the first test. A control without treatment was included. The 16 treatments were arranged in a simple randomized blocks design with four replication. A factorial randomized blocks design with three levels in the factor "plants", five in the factor "doses" and four replication was also used. Four experimental units without any treatment were included for a total of 64 experimental units. The infestation was made in the same way than in the first test. Insect countings were 6, 15, 30 and 60 days after infestation to calculate mortality. Population and damage was assessed at the 30 and 60 days evaluations.

The best doses for epazote were 2.0 and 2.5% with 92.7 and 98.6% mortality since the first evaluation at 6 days. Damage had a range of only 0.2-1.5% until the end of the test. In the chaparro amargoso the best dose was 2.0% with 69.6 and 81.2% corrected mortality at 30 and 60 days, respectively. Population was 20 adults at 60 days and the damage was of only 1.2 and 2.5% at 30 and 60 days, respectively. With neem, the dose of 2.0% was considered the best with: maximum corrected mortality of 66.1%, population of 29.2 adults and grain damage of 5.0% at 60 days after infestation. Since there was not a significant difference between doses in any of the plants after 15 days, any of them can be effective with mortalities around 90, 85 and 70% for epazote, chaparro amargoso and neem, respectively.

The objective of the third test was to assess the residual insecticidal effect of the two most promising plants from the first test: epazote and chaparro amargoso. The dose of 2.0% was selected for this test. Methods for treatments, experimental units, infestations, and evaluation were similar to the ones of the previous experiments. The experiment was a completely randomized test with three treatments and four replications. Twelve experimental units were prepared: four with epazote, four with chaparro amargoso and four without any plant powder (check).

The units were placed in the environmental chamber for 30 days after the treatment with leaf powder and then they were infested to assess mortality and grain damage 30 days later.

Mortality of S. zeamais in make 30 days after infestation and 60 days after powder application was 30% for epazote (superior to the check) and 55% for chaparro amargoso (superior to epazote and check). All insects in the check were alive. The damage caused by the adults was statistically different in the two treatments and the check: the treatment with epazote had the lowest percentage of damage with 1.5%.

## 1. INTRODUCCION

El abastecimiento de granos para el consumo humano es uno de los principales problemas que presenta nuestro país, y las formas principales de enfrentarlo son: a) incrementar la producción y b) disminuir las pérdidas ocasionadas por los insectos, tanto en el cultivo como en el almacén.

Se conocen más de 20,000 especies de insectos-plaga tanto de los productos de almacén como de los cultivos en el campo, destruyen anualmente un tercio de la producción mundial de alimentos (Ahmed y Grainge, 1986). Las pérdidas más altas ocurren en los países en vías de desarrollo y afectan principalmente a sus alimentos básicos. Estas pérdidas tienen que ser reemplazadas mediante la importación de alimentos, lo que afecta la reserva de divisas de los países pobres y esto se refleja en el aumento de precios de los alimentos; lo cual a su vez, provoca desnutrición y hambre entre la población.

Se considera que la especie que en general ocasiona mayor daño en el maíz almacenado es el gorgojo del maíz Sitophilus zeamais Mots. (Coleoptera: Curculionidae). Un método de control que comúnmente se utiliza para proteger al maíz almacenado del ataque de insectos, es el químico; el cual acarrea a su vez problemas de contaminación ambiental y toxicidad. Esta situación obliga a reflexionar sobre las ventajas de utilizar otros productos con propiedades insecticidas que no causen contaminación, que sean económicos, de fácil obtención y aplicación. Una alternativa con estas características la presentan, los polvos vegetales con propiedades insecticidas.

En varias partes del mundo, incluyendo México, se han hecho algunas investigaciones sobre los polvos vegetales con propiedades insecticidas, encontrándose resultados prometedores.

Varias plantas se han usado satisfactoriamente para controlar los insectos de los cultivos y de los granos almacenados. Por lo tanto, es importante que se determinen las plantas con propiedades insecticidas de las diversas regiones de México, y que se estudie la forma más conveniente de uso.

### 1.1. Objetivos

El propósito de esta investigación es encontrar un método no convencional de control de insectos, para la protección de maíz almacenado, como lo es el uso de polvos vegetales con propiedades insecticidas. Este estudio pretende aportar una opción para resolver el problema que representa el ataque de insectos al maíz almacenado, pues el pequeño productor no cuenta con los medios, ni la tecnología apropiada para hacerlo. Se busca que el campesino utilice aquellas plantas con propiedades insecticidas que se encuentran en su localidad. En base a lo anterior se plantearon los siguientes objetivos:

- a). Evaluar el efecto antagónico de 20 especies vegetales presentes en el noreste de México, para el control de Sitophilus zeamais Mots. en maíz almacenado.
- b). Definir la mejor dosis de las especies vegetales sobresalientes.
- c). Determinar el poder residual de las especies vegetales sobresalientes.

### 1.2. Hipótesis

- a). En la región noreste de México existen especies vegetales que poseen sustancias que influyen negativamente en el desarrollo de S. zeamais.
- b). Las hojas secas y molidas de estas especies evitan el daño que causa el gorgojo S. zeamais en maíz almacenado.



- c). Al incrementar la dosis de hojas secadas y molidas de una especie vegetal antagónica, el efecto negativo sobre el desarrollo de S. zeamais se aumenta.
- d). El efecto residual de las hojas secadas y molidas sobre el control de S. zeamais varía entre las especies antagónicas.

## 2. REVISION DE LITERATURA

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

A continuación, se describen morfológicamente las especies que se usaron en este estudio. A las personas interesadas en localizar estas plantas, les puede ser útil el contar con una descripción detallada de ellas. Además, se anota lo que se encontró en la literatura sobre los usos tradicionales que se les da a estas plantas. Sólo en ciertas plantas, se ha comprobado científicamente la validez o eficacia de algunos de los usos tradicionales registrados. En este escrito, no se están recomendando o avalando los usos tradicionales, sólo se están reportando.

Nombre científico: Cordia boissieri A. DC.

Familia: Boraginaceae

Nombre común: anacahuita

Arbusto o árbol pequeño hasta de 8 m de altura, con un tronco hasta de 20 cm de diámetro. Hojas gruesas, rígidas, ovadas a ovado-lanceoladas hasta de 20 cm de largo y 15 cm de ancho; el pecíolo es de hasta 4 cm de largo; la base es redondeada a ligeramente cortada, el ápice es agudo a ampliamente obtuso; el limbo es escabroso en el haz y suavemente tomentoso en el envés. La inflorescencia de la anacahuita es una cima de seis a ocho flores; tubo del cáliz cilíndrico de 8-16 mm de largo con los lóbulos agudos, corola en forma de embudo, blanco, con la garganta amarilla de 3.5-4.5 cm de largo, con los lóbulos redondeados. El fruto es ovoide de 2-3 cm de largo ligeramente café brillante, de pulpa dulce (Rodríguez, et al., 1988).

El fruto es empleado en el tratamiento de catarros, las hojas para el reumatismo y enfermedades pulmonares, las flores para la tos, y el extracto de la corteza para enfermedades pectorales (Nash y Moreno, 1981).

Nombre científico: Baccharis glutinosa (R. & P.) Pers.

Familia: Compositae

Nombres comunes: jarilla, jara, hierba del carbonero.

Arbusto de 1.0-3.5 m de altura, de ramas jóvenes con estrías angulosas, glabras. Las hojas son de 3-10 cm de largo y de 1-2 cm de ancho, lanceoladas a elípticas, con tres nervaduras separadas; el margen prominentemente aserrado a casi entero; los dientes de 3-5 mm de separación entre ellos. La inflorescencia de la jara es en capítulos con agregaciones corimbiformes terminales, a menudo en varias ramas, unisexuales, en plantas separadas. Los capítulos femeninos tienen 50 flores o más; involucre hemisférico de 4.0-4.5 mm de largo; brácteas ovadas o lanceoladas, obtusas, con las puntas café-púrpura, aquenios de 1 mm de longitud, glabros, con el vilano uniseriado, flácido de 4-5 mm de largo. Los capítulos masculinos tienen de 10-20 flores, involucre campanulado de 4 mm de largo; brácteas ovado-lanceoladas, obtusas a agudas, de margen escarioso. Las flores tienen la corola filiforme, de 3-4 mm de largo, ovario abortivo, vilano de 3-4 mm de largo plumoso en las puntas. El arbusto crece a lo largo de corrientes de agua.

La infusión de las hojas de jara es usada para el lavado de los ojos; las hojas se aplican en las heridas o llagas de las aves de corral (Rodríguez, et al., 1988).

Nombre científico: Baccharis neglecta Britt.

Familia: Compositae

Nombres comunes: jarilla, jara dulce.

Arbusto de 1-3 m de altura; ramificaciones glabras con estriás angulosas. Las hojas son sésiles, parcialmente glutinosas, de forma linear a estrechamente elípticas, agudas, la parte superior de margen entero y la inferior de margen aserrado; con una nervadura principal y conspicua y una nervadura poco evidente paralela a cada uno de los márgenes; el limbo de las hojas bajas de 3-8 cm de largo y de 2-5 mm de ancho. La inflorescencia es en forma de capítulos, algunos en grupos compactos y otros casi solitarios. Los capítulos pistilados tienen de 15-30 flores, involucre campanulado, de 5 mm de altura aproximadamente; filiarías ovadas a lanceoladas, obtusas o agudas de color verde o con punta de color café-rojizo; corola filiforme de 2.5-3.3 mm de largo, estilo exerto; vilano de una a dos series de 7-12 mm de largo; aquenios de 1.1-1.3 mm de largo, glabros, de 10 costillas. Los capítulos estaminados tienen de 10-15 flores, involucre hemisférico de 3.5-4.0 mm de altura; filiarías ovado-lanceoladas, obtusas a agudas, con los márgenes escariosos y las puntas verdes o café-rojizas, corola de 2.7-3.3 mm de largo, vilano no excediendo el estilo, con las puntas plumosas, ovario abortivo (Rodríguez, et al., 1988).

Nombre científico: Parthenium incanum H.B.K.

Familia: Compositae

Nombre común: mariola

Hierba anual, de 20 a 50 cm de altura, erecta, ramosa, con las ramas estriadas y pubescentes. Las hojas son bipinatífidas, con los segmentos lineares, obtusos, pubescentes; miden de 4 a 12 cm de largo, por 3 a 6 de ancho. La inflorescencia es en forma de capítulos numerosos, pedicelados, corimbosos, de 3 a 5 mm de diámetro; brácteas biseriadas, 5 externas y 5 internas, pubescentes en el dorso, algo agudas; pajitos del receptáculo cuneados, glandulosos en el ápice. Las flores son blancas, las marginales en número de 5, femeninas, con la lígula orbicular,

de 1 mm; las flores del disco unas 20, tubulosas. Las achenios están deprimidos, de color negro, de unos 2 mm de largo.

El extracto alcohólico de la mariola se usa como analgésico, siendo también útil en caso de reumatismo articular (Sánchez, 1981). La infusión de las hojas se toma para dolor de estómago. La infusión de hojas y tallo se toma para bajar las altas temperaturas, también se toma para padecimientos hepáticos (González, 1979).

Nombre científico: Gochnatia hypoleuca DC.

Familia: Compositae

Nombres comunes: ocotillo, chomonque.

Arbusto muy ramificado de 1-3 m de altura. Las hojas son alternas, sésiles, elípticas a elíptico-lanceoladas, de 2-5 cm de longitud, de margen entero y algunas veces ligeramente revoluto; el haz de la hoja de color verde oscuro, el envés de color gris o blanquecino con un fino y denso tomento. Los capítulos son de aproximadamente 1 cm de largo, de 7-12 flores, en grupos terminales subcorimbosos; involucros cilíndrico-obocónicos; brácteas firmes en tres o cuatro series, fuertemente imbricadas de color verde, tornándose café; corolas aparentemente rosas, bilabiadas. Los achenios son obpiramidales, con tres o cuatro ángulos, café-amarillento, brillosos, vilano de pelos blancos.

La infusión de las hojas se usa contra dolores de estómago y la de tallo (en pedacitos) como complemento vitamínico para señoras que están próximas al parto (Rodríguez et al., 1988; Sánchez, 1981).

Nombre científico: Chenopodium ambrosioides L.

Familia: Chenopodiaceae

Nombre común: epazote

Hierba con tallo principal erecto, de 20 cm a 1 m de alto, con ramas ascendentes. El epazote tiene hojas alternas, pecioladas, ovadas a lanceoladas, 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 ovados; cinco estambres y tres estigmas. El fruto es circular de casi 1 mm de ancho, con una semilla en posición horizontal, color negro.

Se ha usado tradicionalmente como condimento y como medicina por sus cualidades vermífugas. La raíz, tallos u hojas en administración oral, se ha señalado como remedio eficaz para combatir la disentería, el asma, el dolor de dientes, el dolor de cabeza, el resfrío y el reumatismo (varios autores, citados por Lozoya, 1982; Villarreal, 1983).

Nombre científico: Croton torreyanus Muell. Arg.

Familia: Euphorbiaceae

Nombre común: salvia

Arbusto de 1-2 m de altura. Los limbos de las hojas son oblongos de 1.5-6.0 cm de longitud, de uno y medio a cuatro veces más largos que anchos; el ápice es agudo a redondeado, usualmente apiculado; la base es redondeada, el margen es entero, tomentoso; pecíolos de 0.1 a 0.2 veces más largos que los limbos, estípulas lineal-subuladas de 2.0-3.1 mm de largo. Las flores estaminadas tienen de cinco sépalos, oblongo-lanceolados tomentosos dorsalmente con cinco pétalos y de 11 a 16 estambres. Las flores pistiladas tienen cinco sépalos, lanceolar-subulados, de 1.2-2.3 mm de largo, tomentosos dorsalmente; pétalos ausentes; tres estilos de 1.8-3.5 mm de largo, bifidos desde la base. El fruto es una cápsula oblonga, de 6.0-7.1 mm de largo; semillas oblongas a elíptico-oblongas, de 4.5-5.6 mm de largo y de 3.0-3.5 mm de ancho; carúncula de

forma semilunar, de aproximadamente 0.5 mm de largo.

El uso del té de salvia solo o con leche, especialmente en los lactantes, es una tradición muy arraigada en el norte del país; se desconocen sus propiedades, pero se dice que ayuda a hacer estómago (digestivo) a los pequeños y que quita los cólicos. También se recomienda para fortalecer los huesos y para darle color a la sangre, aumentando los glóbulos rojos. Otro uso es para lavar moretones y dolores musculares empleándose como cataplasma (Sánchez, 1981; Rodríguez et al., 1988).

Nombre científico: Euphorbia prostrata Ait.

Familia: Euphorbiaceae

Nombre común: hierba de la golondrina

Planta con tallos tendidos sobre el suelo, ramificados y pubescentes, sin raíces en los nudos y con jugo lechoso. Las hojas son compuestas, sésiles, oblongas y pubescentes, de 3 a 10 mm de largo y de 2 a 4 mm de ancho, con el borde aserrado, de color verde, generalmente con tintes purpúreos. Las flores están agrupadas en inflorescencias en forma de pétalos, en número de cuatro, de color blanco o rosa; flores masculinas (estambres) 2 a 5 por ciatio; flores femeninas (pistilos) 1, sobresaliente en la inflorescencia. El fruto es una cápsula trilobulada, ovoide y glabra; semillas, 3 por fruto, oblongas, de 1 mm de largo, color anaranjado.

La hierba de la golondrina se emplea en la medicina casera. La hoja y la raíz se administra por diversas vías para combatir varias enfermedades. Por vía oral para la gastroenteritis y la gastritis. Por vía vaginal para la vaginitis. Por vía rectal como desinflamante de la mucosa intestinal y para la rectitis, prostatitis y hemorroides. Por vía local para heridas, conjuntivitis catarral y para enfermedades de la piel. El tallo administrado por vía oral se ha usado para la enterocolitis

(Villarreal, 1983; Cabrera, citado por González, 1979).

Nombre científico: Jatropha dioica Cerv.

Familia: Euphorbiaceae

Nombres comunes: drago, sangre de drago

Arbusto perenne, leñoso; rizomas color naranja, horizontales; tallos gruesos, carnosos, cilíndricos, simples o poco ramificados, emergiendo a intervalos de 20-60 cm de altura, generalmente arqueados; savia clara, que al contacto con el aire se torna rojiza. Las hojas son fasciculadas de 4-7 cm de longitud, subsésiles, deciduas; limbos de forma espatulada a lineares, más anchos hacia el ápice, ocasionalmente son palmados de dos o tres lóbulos; el margen es entero; estípulas de 2.5 mm de largo, tempranamente deciduas. Las flores son unisexuales, las masculinas y femeninas en plantas separadas. Las flores masculinas agrupadas en cimas reducidas, axilares o terminales, los sépalos más o menos escariosos, enteros, de 3.0-3.5 mm de largo; la corola de color gris, cilíndrico-urceolada con los lóbulos curvos, y el tubo rojizo, más largo que los lóbulos; generalmente con 10 estambres. Las flores pistiladas en cimas reducidas, hasta de una flor; sépalos herbáceos; corolas cilíndrico-urceolada con lóbulos curvos. La cápsula tiene de uno o dos lóculos, cada uno con una semilla; cada lóculo de 1.0-1.2 cm de ancho y 1.5 cm de largo, apiculados y loculicidas. Las semillas son subglobosas o algo aplanadas, lisas de color café, hilio largo y plano, carúncula pequeña.

De la corteza se del drago obtienen taninos y un colorante rojo obscuro. El jugo del tallo es astringente y se utiliza para endurecer las encías, contra erupciones de la piel, disentería, hemorroides y enfermedades venéreas. Se usa también para lavar, dar brillo y restituir el cabello y para quitar manchas de los dientes. Además las raíces son masticadas para quitar el dolor de muelas (Rodríguez, et al., 1988).



Nombre científico: Juglans microcarpa Berl.

Familia: Juglandaceae

Nombre común: nogalillo

Arbusto grande de hasta de 6 m de altura; las ramificaciones emergiendo cerca del suelo, las ramas tiernas son de color café rojizo, densamente pilosas. Las hojas tienen hasta 30 cm de largo con 17 a 23 folíolos sésiles, estrechamente lanceolados, con un ápice acuminado y algo falcado, hasta de 7.5 cm de largo y 1.7 cm de ancho, abajo de la mitad; el margen es subentero a serrulado. El fruto es esférico, de 1.2-2.0 cm de diámetro, la cáscara es color café, delgada, pubescente, la nuez con un duro y grueso endocarpio y una pequeña semilla comestible (Rodríguez, et al., 1988).

Nombre científico: Ocimum basilicum L.

Familia: Labiatae

Nombre común: albahacar

Es una planta muy aromática, anual, con una altura de 30 a 40 cm, ramosa y ligerameente pubescente. Las hojas son ovales-lanceoladas y ciliadas. La inflorescencia es una espiga terminal de verticilastros o pisos. El cáliz está dividido en cinco dientes, de los cuales el posterior es mucho mayor que los restantes. La corola, de color blanco-sonrosado, es también morada, con el labio superior constituido por cuatro lóbulos y el inferior de uno sólo, vuelto hacia abajo. Los cuatros estambres están colocados bajo el labio inferior de la corola y arqueados hacia ella. Las semillas son negras y brillantes.

Se utiliza como condimento; también se emplea como sudorífico en el tratamiento de las fiebres. Se toma una taza cada dos o tres horas del cocimiento de 28 g de raíz en un litro de agua para combatir la diarrea y el vómito; puede usarse seca o fresca. Se emplea también como pectoral. Además, se puede

tomar una infusión de hojas (75 g para medio litro de agua) como estimulante, antiespasmódico y contra los gases intestinales. Se dice que una hoja fresca aplicada al oído, calma las punzadas (Martínez, 1969; Madueño, 1973).

Nombre científico: Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit.

Familia: Leguminosae

Nombre común: dormilón

Arbol hasta de 8 m de altura. Las ramas jóvenes son puberulentas. Las hojas tienen de cuatro a nueve pares de pinas; folíolos de 11-17 pares por pina, oblongos a lanceolados, asimétricos, ápice agudo de 7-12 mm de largo y de 2-3.5 mm de ancho. Las flores están en cabezuelas de aproximadamente 15-20 mm de grueso, color blanco-cremoso. El fruto es una vaina en forma de cinta, hasta de 20 cm de largo y de 1-2 cm de ancho, estipitada, con 18-25 semillas. Esta especie ha sido identificada erróneamente como Leucaena glauca (Correl y Johnston) (citado por Rodríguez et al., 1988).

La planta dormilón es consumida por el ganado, sin embargo ha sido reportada como tóxica, produciendo la caída del pelo de los animales. Se sabe que algunas personas consumen las semillas tiernas (Rodríguez et al., 1988).

Nombre científico: Eysenhardtia texana Scheele.

Familia: Leguminosae

Nombres comunes: vara dulce, palo azul.

Arbusto inerme de abundantes ramas delgadas, hasta de 3 m de altura. Las hojas son alternas, imparipinadas, con puntos glandulosos, de 3 a 9 cm de longitud; folíolos de 15 a 47 por hoja, la mayoría de 5 a 12 mm de largo, oblongos, finamente puberulentos. Las flores están en racimos de 3 a 11 cm de longitud, los pétalos de 4 a 5 mm de largo, de color blanco a

amarillo pálido. El fruto es una vaina de 7 a 10 mm de longitud y de 2.0 a 2.5 mm de ancho; curvo, con puntos glandulosos y con una semilla.

En medicina tradicional, la infusión de las hojas se utiliza por vía oral como diurético, para lavar las vías urinarias como preventivo de enfermedades y para quitar el hipo. Aplicada localmente se usa para enfermedades de los ojos y como cáustico. El tallo por vía oral es antiespasmódico y alcalinizante (Hernandez y Cruz, ambos citados por González, 1979; Rodríguez *et al.*, 1988).

•

Nombre científico: Azadirachta indica A Juss.

Familia: 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. Las flores son axilares, se agrupan en panículas y son bisexuales. El fruto es una drupa pequeña e indehisciente en forma de nuececilla. Fue introducido recientemente en México (Leos y Salazar, 1990).

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).

Nombre científico: Eucalyptus sp.

Familia: Myrtaceae

Nombre común: eucalipto, gigante, alcanfor, ocalo.

Las hojas tienen de 0.13 a 0.16 mm. de largo y provistas de pecíolo torcido. Limbo lanceolado-oblicuo, coriáceo y duro, de color verde grisáceo en sus dos caras, lampiño, con numerosas puntuaciones poco visibles y manchas morenas. Nervadura media saliente de la cara inferior, con nervaduras secundarias anastomosadas cerca del borde, donde forman una nervadura marginal y ondulada paralela a él. Olor balsámico alcanforado, sobre todo cuando se frota entre los dedos; tiene sabor amargo y astringente, acompañado de sensación de calor, a la cual sucede frescura agradable y persistente.

En la medicina tradicional el eucalipto se mezcla con otras plantas para preparar un té útil contra la bronquitis y la tos, y como expectorante. Junto con el gordolobo (Gnaphalium obtusifolium) (un ramillete de cada uno) se hierve y se toma como agua de uso, cada vez que se tenga sed, hasta que se alivie. Mezclando el gordolobo, la flor de anacahuita (Cordia boissieri) y el eucalipto, se prepara un té que se endulza con miel de colmena, el cual se toma como agua de uso. Para los niños se le agrega un poco de canela para que tenga un sabor suave (Kawas, 1981).

Nombre científico: Clematis drummondii (T. & G.).

Familia: Ranunculaceae

Nombre común: barbas de chivo.

Planta con tallos volubles, pubescentes y tetraangulares. Las hojas son opuestas, pecioladas, compuestas de 5-7 hojuelas oblongas, de 12-25 mm de largo, con el borde entero o pocos dientes, y la hojuela terminal, simple o con tres divisiones. Las flores están en grupos de tres, axilares o terminales en las

ramas; sépalos 4 ó 5 de cerca de 12 mm de largo; pétalos ausentes; flores masculinas con estambres numerosos; flores femeninas con numerosos pistilos separados. Los frutos son aquenios de 3 a 5 mm de longitud de color café claro, con cola de 7 a 10 cm de longitud, están cubiertos con pelos largos y sedosos.

La infusión de hojas frescas se emplea para combatir enfermedades del riñón y para aliviar problemas de la piel. El polvo de la raíz es diurético. Las hojas frescas y machacadas se usan contra los granos. La infusión de flores se usa como loción para quitar las pecas y manchas de la piel (García, 1984; Villarreal, 1983).

Nombre científico: Helietta parvifolia (Gray) Benth.

Familia: Rutaceae

Nombre común: barreta

Arbusto de 2-4 m de altura, inerme. Las hojas son opuestas, trifoliadas de 3.5-5.0 cm de largo, la mayoría glabras; los foliolos son sésiles o casi sésiles, de forma oblonga-ovada, de ápice redondeado. Las flores tienen panículas terminales, perfectas, pequeñas; cáliz de tres o cuatro sépalos de 2 mm de ancho; corola de tres o cuatro pétalos, ovados a ampliamente elípticos de 2.5-3.0 mm de largo; tres o cuatro estambres; ovario de tres o cuatro carpelos. El fruto está formado por tres o cuatro carpelos indehiscentes, parecidos a sámaras, separándose cada uno de los otros en la madurez; de 10-15 mm de largo, con dos óvulos en cada carpelo, pero las semillas son solitarias por aborto de uno de ellos; las semillas miden aproximadamente 6 mm de largo (Rodríguez, et al., 1988).

La infusión de tallos y hojas se toma para amacizar los dientes a las encías (González, 1979).

Nombre científico: Karwinskia humboldtiana (R. & S.) Zucc.

Familia: Rhamnaceae

Nombres comunes: coyotillo, tullidora

Arbusto inerme, glabro, de 1-2 m de altura. Las hojas son opuestas, corto-pecioladas de 3-7 cm de largo, oblongas a elíptico-oblongas, enteras; el envés de la hoja con numerosas nervaduras secundarias paralelas, a menudo con coloraciones blanco y oscuro, alternándose. Flores en cimas axilares; pétalos presentes. El fruto es una drupa globosa de color negro al madurar (Rodríguez et al., 1988).

El pericarpio carnoso es comestible, sin embargo la semilla tiene una sustancia tóxica que actúa sobre el sistema nervioso de vertebrados causando parálisis y llegando a ocasionar la muerte. Esta planta es causante de la muerte de gran número de personas, sobretodo niños, así como también de especies domésticas menores como cerdos, cabras, etc. La cocción de las hojas y la raíz se usa contra la fiebre (Rodríguez et al., 1988). La ingestión de hojas no causa condición parálitica, pero produce un estado crónico de depresión y debilidad general (Martínez y Pammel, citado por Torres, 1981). La raíz molida y hervida se toma para calmar el dolor de muelas en gargaras; también se dá a beber a los animales que se han tullido por ingerir la semilla de esta planta (Torres, 1981).

Nombre científico: Castela texana (T. & G.) Rose.

Familia: Simaroubaceae

Nombres comunes: chaparro amargoso, bisbirinda.

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 de sabor muy amargo. Las hojas son alternas de 2.5 cm de largo y 7 mm de ancho, linear-oblongas a lanceoladas; el margen es revoluto, el

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

La corteza del chaparro amargoso este arbusto se utiliza en medicina popular como remedio para fiebres, diarreas, disturbios intestinales y eczema. Recientemente se han realizado estudios sobre su acción antiparasitaria, sobretodo contra amibas, que ha demostrado su completa eficacia en el tratamiento de este padecimiento. Una sustancia de esta planta, denominada castamargina, por su tolerancia, permite un vigoroso ataque a la enfermedad durante el tiempo necesario (Rodríguez, et al., 1988; Martínez, 1969).

Nombre científico: Leucophyllum frutescens (Berl.) I.M. Johnst.

Familia: Scrophulariaceae

Nombres comunes: cenizo, palo cenizo, hierba del cenizo.

Arbusto hasta de 2.5 m de altura. Las hojas son sésiles o casi sésiles, elíptico-obvadas, hasta de 2.5 cm de longitud, redondeadas en el ápice y cuneadas en la base; tienen densa pubescencia de tricomas estrellados. Las flores son vistosas, solitarias, en las axilas de las hojas; lóbulos del cáliz oblongo-lanceolados; corola campanulada de color púrpura, raramente blanca, de aproximadamente 2.5 cm de ancho, con una suave vellosidad en el interior. El fruto es una cápsula café con numerosas y pequeñas semillas.

Esta planta está reportada como medicinal, atribuyéndose a la infusión de hojas propiedades febrífugas, contra males del

hígado y la ictericia. Combinada con la planta llamada tronadora (*Tecomastans* sp.) se recomienda para ciertos tipos de diabetes (Rodríguez *et al.*, 1988; Domínguez, 1976).

Nombre científico: *Turnera diffusa* Willd.

Familia: Turneráceae

Nombres comunes: pastorcita, hierba de la pastora, hierba del venado, damiana, miixkok, misibkok, xmisibkook.

El tamaño de la planta varía de 30 cm a 2 m; el tallo es ramoso. Las hojas son alternas, cortamente pecioladas, olorosas, estipuladas, casi ovadas, con la base angosta y el borde toscamente aserrado o almenado, con la superficie inferior cubierta de fino vello más o menos denso, miden de 1 a 2 cm de largo. Las estípulas son lineares y cerdosas, provistas a veces de pequeñas glandulas accesorias. Las flores se producen en las axilas de las hojas con pedúnculos muy cortos o nulos; miden de 8 a 12 mm de largo y constan de un cáliz tubular, tomentoso, corola de 5 pétalos de color amarillento. Los estambres son cinco, adheridos a la parte superior del cáliz. El ovario es elíptico o arredondado, peliso, con cinco estilos libres, ramificado en su porción superior. El fruto es dehiscente contiene varias semillas ovado-oblongas, de superficie reticulada, algo encorvadas.

Las hojas son olorosas, habiéndose comparado su olor al del limón mezclado con el de la manzanilla, sobre todo cuando están frescas. Los indios empleaban la planta desde tiempo inmemorial contra la debilidad muscular y nerviosa, macerando las hojas y tomándolas a manera de té. También la recomendaban como afrodisíaco (Martínez, 1969).



## 2.2. Antecedentes Históricos del Uso de las Plantas en el Control de Insectos.

Más de 2,000 especies de plantas de más de 170 Familias tienen cierto valor para matar insectos.

Desde 1927 los químicos de la Oficina de Entomología y Cuarentenas Vegetales (Departamento de Agricultura de Estados Unidos, USDA) han hecho investigaciones sobre los principales insecticidas de origen vegetal, como la nicotina, la neonicotina, la anabasina, la rotenona, el deguelin y otros rotenoides, el cuasin y las piretrinas. También han trabajado con muchas plantas intentando descubrir nuevas fuentes de esos y otros insecticidas, así como atrayentes, repelentes y auxiliares contra insectos dañinos (Brannam, et al., 1970).

Desde 1690 se han usado el tabaco y su alcaloide como insecticida. En los Estados Unidos se han analizado más de 29 especies de Nicotiana para conocer su contenido de alcaloides.

En 1922, C. R. Smith (según Brannam et al., 1970) realizó una investigación sobre el insecticida del tabaco, la nicotina, un alcaloide líquido de nombre: 1-metil-2-(3-piridil) pirrolidina, que mató muchas clases de insectos. En 1928, Smith (según Brannam et al., 1970) preparó por la acción de sodio sobre piridina el 2-(3-piridil) piperidina, que resultó aún más eficaz que la nicotina para matar los áfidos, llamándole neonicotina. La mayor parte de las especies de áfidos se puede controlar con concentraciones de una parte de nicotina y mil partes de agua. La nicotina se recomienda sólo contra los insectos de cuerpo blando y los de cuerpo diminuto, como los áfidos, las mosquitas blancas, las chicharritas, los psílidos, los trips, los ácaros, las arañas y algunos parásitos externos de los animales (Brannam, et al., 1970).

La rotenona también es conocida desde hace más de cien años; el material insecticida es obtenido de las raíces de Derris elliptica, Derris spp., Lonchocarpus spp y Thaeprosia spp. Su uso principal es doméstico (Barberá, 1976).

En 1654 la planta productora de piretrinas se cultivaba en el Jardín Botánico de Padua; en 1697, Baccone (Museo di pianterare) lo denominó Chrysantemum exoticum, y Zocconi (según Barberá, 1976) (*Rariorum stirpum historia*), como C. perpetuo; en 1820 Treviranus (según Barberá, 1976) le llama Pyrethrum cinaerifolium. Todas estas menciones se refieren al pelitre de Dalmacia, cuya actividad insecticida era conocida de mucho atrás; fue usado en Persia y la región del Cáucaso como insecticida durante muchos años. La denominación botánica es un tanto confusa, pero la que corresponde exactamente al insecticida del pelitre es Chrysantemum cinaerifolium (Barberá, 1976).

Durante cerca de 30 años los químicos suizos, H. Staudinger y L. Ruzicka, (según Brannam et al., 1970) descubrieron insecticidas en las flores del piretro. En 1924 anunciaron dos compuestos: piretrina I y piretrina II. Forge (según Brannam et al., 1970) y sus colaboradores del USDA volvieron a examinar el piretro en 1934 y descubrieron otros dos ésteres insecticidas en las flores; los llamaron cinerín I y cinerín II.

En 1943 la sección de investigadores sobre insecticidas del Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetales (USDA) recibieron de la ciudad de México las raíces de una planta de la especie Hiliopsis longipes una Compositae conocida como chilamagua en San Luis Potosí (Vidales, 1991). Luego seleccionaron otras especies del género Hiliopsis en varias partes de Estados Unidos, y probaron su valor insecticida. Las pruebas de laboratorio revelaron que todas las especies eran tóxicas para la mosca doméstica, la especie Heliopsis scabra resultó cerca de

tres veces más tóxica para la mosca que las piretrinas (Brannan, et al., 1970).

En México el uso de plantas como insecticidas tiene orígenes muy antiguos. Lozoya (1976) señala que en el siglo XVI en los Estados de México y Morelos le daban usos ceremoniales y medicinales a plantas como Tagetes lucida que más tarde fueron usadas como insecticidas. Lagunes et al. (1984) dicen que hay referencias de principio de siglo que informan del uso de soluciones en base a la hierba de la cucaracha, Haplophyton cimidum, en el combate de la mosca y gusano de la naranja y contra el picudo del algodnero.

Así mismo, Lagunes (1989) reportan varios usos antiguos de plantas en México: señalan que en Toluca, Estado de México se usaba la raíz de Microsechum helleri contra plagas del suelo; y que en Puebla se utilizaba la semilla de Trichilia havanensis en forma de pasta para impregnar la semilla del maíz antes de la siembra para repeler el ataque de parásitos durante la germinación. También mencionan que en la región de Ixtapan de la Sal, Edo. de México, se acostumbra intercalar plantas secas de Artemisia ludoviciana entre costales de maíz para evitar el daño de gorgojos.

### 2.3. Uso de plantas en el control de insectos en granos almacenados.

Las hojas del neem han sido utilizadas de diferentes maneras, para controlar insectos de almacén. Por ejemplo, mezclando de 2 a 5 kg de hojas secas de neem por cada 100 kg de grano. También, mezclando barro y una pasta hechas con hojas de neem; para construir recipientes para almacenar el grano. Algunos agricultores indopakistanos remojan sacos durante la noche en 100 litros de agua que contiene de 2 a 10 kg de hojas de neem, luego los ponen a secar y finalmente, los llenan con el

grano (Ahmed y Grainge, 1986).

Tortwani y Srivastava, (1985) probaron semillas de neem contra plagas de granos almacenados. El polvo de semilla se mezcló con grano de trigo en una proporción de 1 a 2 % (peso/peso) proporcionando protección satisfactoria contra Sitophilus oryzae, Rhyzopertha dominica, y Trogoderma granarium, por 270, 310 y 380 días, respectivamente. Pruebas posteriores de germinación con semillas tratadas no mostraron efectos negativos por el tratamiento. Jacobson (1986) estudiando el efecto de neem contra artrópodos y nemátodos encontró inhibición de la alimentación en Rhyzopertha dominica, S. granarius y S. zeamais; inhibición de la alimentación, y toxicidad en S. oryzae, T. confusum y toxicidad en T. castaneum.

Existen varios reportes sobre el efecto antialimentario de derivados del neem sobre insectos de granos almacenados. El polvo de semilla de neem mezclado con grano de trigo al 1 y 2%, lo protegió de daño de S. oryzae, R. dominica y Trogoderma granarium por 9, 11 y 13 meses, respectivamente (Otwani, citado por Saxena et al., 1988).

Ali et al. (1983) reportan el uso de aceites vegetales contra Callosobruchus chinensis. Estos aceites, diluidos en un solvente orgánico y aplicados en dosis de 0.5 y 1.0 ml por 100 g de grano produjeron mortalidades sólo en adultos. Las especies de plantas utilizadas en este estudio fueron : neem, Azadirachta indica; coco, Cocos nucifera; sesamo, Sesamum orientale; palma, Elaeis guinensis; rábano, Brassica sp.; mostasa, Brassica sp. Los aceites fueron adquiridos en el mercado local.

En experimentos de laboratorio donde se colocó maíz rojo en frascos de vidrio tratados con neem, los tratamientos provocaron efecto repelente contra Tribolium confusum y Sitophilus zeamais. De manera general, el efecto del aceite de neem y el polvo de

semilla se incrementaron a altas concentraciones, pero la diferencia entre ellas no fue significativa en los insectos probados. Hubo un decremento en el número de adultos emergentes de T. confusum, lo cual probablemente se debió a la mortalidad de las larvas, causada por el tratamiento de neem (Akou-Edi, 1983).

Cortez et al. (1989) probaron extractos con agua, etanol, metanol, hexano y benceno, en relación 1:10 (planta:solvente), de siete plantas silvestres de Sonora, para controlar a R. dominica en trigo. Concluyeron que los extractos acuosos de palo loco, higuierilla y estafiate fueron los mejores.

En estudios recientes Cortez et al. (1991) evaluaron el efecto antagónico de 10 plantas silvestres contra el gorgojo pinto del frijol Zabrotes subfasciatus, y el gorgojo pardo del frijol Acantoscelides obtectus. Las plantas fueron guayabilla, Salpianthus macrodonthus; hediondilla, Larrea tridentata; cardo amarillo, Argemona mexicana; atriplex, Atriplex elegans; cardo blanco, Argemona platyceras; toloache, Datura stramonium; palo loco, Nicotiana glauca; higuierilla, Ricinus communis; batamote, Baccharis glutinosam, y hierba ceniza, Senecio longilobus. Se hicieron macerados e infusiones al 5 y 10 %; los polvos se aplicaron al 1 y 5 %. Se evaluaron porcentaje de mortalidad, emergencia de nuevos insectos adultos, porcentaje de oviposición y porcentaje de germinación. El extracto de batamote al 5 % presentó la mortalidad más alta para Z. subfasciatus, que fue de 15.6%. El frijol tratado con extractos de hediondilla fue más susceptible al ataque de este insecto, mientras que las tratadas con extractos de cardo amarillo, toloache y palo loco, repelieron más al insecto; efecto que se reflejó en el porcentaje de oviposición. Por otro lado, se encontró que todos los polvos aplicados al frijol causaron 100 % de mortalidad en A. obtectus en ambas dosis aplicadas.

Cuevas et al. (1989) realizaron un trabajo para evaluar el efecto antagónico de 20 diferentes especies vegetales, sobre poblaciones de Sitophilus zeamais. Las especies probadas fueron: Amaranthus hybridus (Amaranthaceae) hoja; Argemone mexicana (Papaveraceae) semilla; Asclepias glaberrima (Asclepiadaceae) completa; Crescentia alata (Bignoniaceae) cubierta externa del fruto y pulpa del fruto; Cuscuta tintorea (Convolvulaceae) tallo; Eichhornia crassipes (Pontederiaceae) raíz; Estilingia celayensis y Euphorbia pulcherrima (Euphorbiaceae) hojas; Hedera sp. (Araliaceae) hoja; Ipomoea muricoides (Convolvulaceae) hoja; Iris sp. (Iridiaceae) hoja; Monstera deliciosa hoja, Synogonium podophyllum hoja, Xanthosoma robustum hoja y Xanthosoma robustum (Araceae) tallo; Phytolaca octandra (Phytolaccaceae) fruto; Piracantha coccinea (Rosaceae) fruto; Solanum amazonicum hoja y Solanum sp. (Solanaceae) fruto; y un testigo. El trabajo se llevó a cabo a  $27 \pm 2$  °C y con una humedad relativa de  $70 \pm 5$  %. Se colocaron 100 g de maíz pozolero para cada unidad experimental en frascos de 1 lt de capacidad, dejando ambientar el grano por tres días, posteriormente los frascos se infestaron con 20 gorgojos (10 hembras y 10 machos) de tres días de emergidos, cada uno. Se molieron las estructuras empleadas de cada planta y se aplicó 1 g de cada una por unidad experimental con cuatro repeticiones. Una vez establecido el experimento se dejaron transcurrir 15 días, para luego evaluar la mortalidad y el daño producido por el insecto en los diferentes tratamientos. Los análisis de varianza para mortalidad y daño, mostraron diferencias altamente significativas entre tratamientos y la comparación múltiple de medias de Duncan, indicó que el mejor tratamiento fue: Argemone mexicana (semilla), con un 98.98 % de mortalidad y 0 % de grano dañado, en relación al testigo.

Se realizó un estudio para la protección de maíz almacenado en condiciones rústicas. Se probaron 3 dosis de polvo de gordolobo Gnaphalim inortatum en maíz, combinado con el uso de costales de manta remojados en un macerado de gordolobo. Como

testigos se usaron costales sin tratar y grano sin tratar o grano tratado con malatión al 14%. El maíz envasado en costales remojados en un macerado de gordolobo al 10% fueron los que tuvieron menor infestación y daño en cinco muestreos con periodicidad mensual. Las diversas dosis probadas en mezcla con el grano, no fueron efectivas (Ortega y Rodríguez, 1991).

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

Un profesional de la química puede examinar las sustancias presentes en las plantas, para definir su estructura y su función en relación a la farmacología y toxicología. Numerosas sustancias activas, tales como alcaloides, glicósidos, cardiotónicos, y quinonas, están presentes en las plantas.

##### 2.4.1. Epazote

El efecto farmacológico principal del epazote es contra los parásitos intestinales. Su fama como vermífugo le ha valido su incorporación en la medicina popular de América. Sus propiedades antihelmínticas se deben principalmente a la presencia de ascaridol, que es un vigoroso compuesto útil en el tratamiento de la parasitosis intestinal de lombrices: Ascaris lumbricoides, Ancylostoma sp. y Necator sp. Aunque se afirma que la efectividad del aceite completo es superior a la del ascaridol puro, pues otras sustancias presentes también son activas. Así, se ha demostrado la acción antihelmíntica (y fungicida) del 2 p-cimenol (varios autores, citados por Lozoya, 1982).

El epazote contiene 0.2 a 0.3 % de aceite volátil con un contenido del 60 a 73 % de ascaridol, p-cimeno, limoneno, alfa-terpineno y mentadieno (Henry y Dafert, ambos citados por Lozoya, 1982). Donninguez (1976), señaló que el contenido de ascaridol en hojas, raíz y semilla era de 76 a 86 % y que además

estaba presente un ácido triterpen dicarboxílico, pinocarvona y apineno. Todos los órganos de la planta son ricos en saponinas (la mayoría de las cuales son neutras) cuyo contenido es variable, aumentando según la edad de la planta (Lozoya, 1982).

Se puede afirmar que el epazote no es tóxico. Su aplicación actual (y antigua) como alimento humano y su uso medicinal lo denotan. Sin embargo, como es el caso de cualquier sustancia, debe considerarse el factor cantidad. El epazote no es un alimento base, sino un condimento y su aplicación medicinal es también en pequeñas dosis. De hecho, se han reportado casos de envenenamiento con ascaridol (Mele, citado por Lozoya, 1982) y la posibilidad de provocar problemas en mujeres embarazadas como lo señaló Piñeyro (1976). Este autor colocó al epazote dentro del Subgrupo 1 del Grupo 1 en su clasificación de plantas tóxicas mexicanas. Este Grupo lo denomina "abortivo" y menciona que el aborto puede producirse porque estas sustancias actúan como irritantes en general del músculo liso. El uso de plantas del grupo abortivo señala Piñeyro (1976), tiene el riesgo de producir tetania y ruptura uterina con la consiguiente posibilidad, en el embarazo a término, de muerte fetal y materna. Cabe aclarar que todas las plantas de este Grupo 1 son ampliamente usadas como condimentos y que se incluyen algunas muy comunes como: hierbabuena, poleo, nuez mozcada, orégano, perejil, anís, romero y ruda.

#### 2.4.2. Chaparro amargoso

Los cocimientos de ramas y hojas del chaparro amargoso, se usan con éxito para el tratamiento de disenterías amebianas y eczema. Para esta especie se reportaron en 1961 (Geissman y Chandorkar, citados por Domínguez et al., 1979) varias sustancias aisladas de la parte aérea: chaparrina, chaparrinona, glaucarubolana, glaucarubol, amarolido, chaparroolido, y castelanolido. De la raíz, que se usa para curar



diarreas, se aislaron el amarolido y la chaparrina en el extracto metanólico y el  $\beta$ -sitosterol del etéreo; pero no se pudieron localizar glaucorubolona ni glaucarubol. Domínguez (1976) señaló que las sustancias de Castela texana son amibicidas y similares a las obtenidas de otras Simaroubaceas. Recientemente se encontró que algunos simaroubolidanos también actuaban como antitumorales, particularmente contra leucemia (Wall y Wani, citados por Domínguez et al., 1979).

Las plantas medicinales, como el chaparro amargoso no son tóxicas. Sin embargo, se deben manejar con reservas considerando el factor cantidad, pues hay algunos reportes de toxicidad. Domínguez (1976) mencionó que de los compuestos aislados en Castela spp., los C-15 ésteres de glaucorubolona eran citotóxicos. Piñeyro (1976) señaló que el chaparro amargoso posee sustancias nefrotóxicas cuyo efecto está caracterizado por lesiones primarias sobre el riñon, del tipo de la insuficiencia renal aguda y que también pueden lesionar otros órganos como hígado, músculo cardíaco y músculo estriado.

#### 2.4.3. Neem

El árbol del neem ha sido usado ampliamente en la India y Africa debido a sus propiedades medicinales, principalmente en las áreas rurales (Warthen et al., 1978; Saxena, 1989). En los escritos del antiguo Sanskrito se menciona que sus propiedades farmacológicas fueron tan populares, que este árbol virtualmente era la botica del pueblo. (Kelkar, Radwanski, Mitra, citados por IARI, 1983).

Se puede aseverar que el neem no es tóxico para animales de sangre caliente. Ratas alimentadas con neem a dosis mayores de 600 mg/kg de peso corporal, exhibieron una gran ganancia de peso sin que se presente toxicidad alguna (Padri et al., citado por Ahmed y Grainge, 1986). No se observó toxicidad en ratas albinas

a las cuales se les dió alimento adicionado con nimbidín a dosis de 2,000 mg/kg de peso oralmente y 1,000 mg/kg de peso intraperitonealmente; por el contrario, el nimbidín demostró ser un efectivo antiulceroso en las ratas de prueba (Pillai y Santhakumari, citados por Ahmed y Grainge, 1986).

Vijan et al. citados por Ahmed y Grainge (1986), demostraron que los extractos del neem son sanos y benéficos para los mamíferos. Por ejemplo, la incorporación de un 20% de pasta de neem en la dieta de ovejas, dió como resultado mayor de crecimiento.

Incluso en humanos, se han hecho pruebas que demuestran su inocuidad. Jotwani y Srivastava (citados por Ahmed y Grainge, 1986), señalan que un grupo de humanos no mostró efectos colaterales de importancia después de la administración oral e intravenosa de 7,000 y 1,000 mg de nimbinato de sodio, respectivamente.

A pesar de todos los reportes positivos, aun se debe manejar el neem con reservas, pues hay algunos reportes de toxicidad. Por ejemplo, los autores antes mencionados, reportaron que los peces Gambusia spp y los renacuajos morían a una concentración de extracto de neem de 0.04%. Sadre et al. (citados por Ahmed y Grainge, 1986) encontraron que algunos extractos de neem fueron tóxicos para conejos de Guinea. Además, se reportó que de 5 a 30 ml de aceite de neem dado a los infantes para el tratamiento de enfermedades menores ha causado el cuadro de síntomas de síndrome de Reyes: vómito, pérdida de locomoción, ataques, pérdida de conciencia y coma (Siniah y Baskaran, citados por Ahmed y Grainge, 1986).

## 2.5. Biología y Apariencia del Gorgojo del Maíz Sitophilus zeamais.

El adulto del gorgojo del maíz S. zeamais, mide de 3 a 4 mm

de longitud. Su color varía de negro a café-rojizo, con el tórax denso y uniformemente marcado con puntuaciones redondeadas y los élitros manchados con cuatro áreas amarillo-rojizas. La cabeza del adulto es de forma más o menos esférica, pero se prolonga en un pico que en el extremo lleva el aparato bucal, debido a esto, también se le conoce como "picudo" (Robledo, 1990).

La diferenciación del sexo de S. zeamais se basa en las características del pico. El macho presenta una prominente caprina media en el dorso del pico, se origina en la parte antero-frontal entre los ojos compuestos y se extiende casi hasta el ápice del pico, provocando que éste tenga una apariencia corta y gruesa y con numerosas puntuaciones prominentes que están dispersas aleatoriamente a todo lo largo. El pico de la hembra carece de caprina, es delgado y liso; las puntuaciones son menos numerosas, superficiales y se encuentran en pequeñas hendiduras. En general, el pico de la hembra no es rugoso como el del macho.

El adulto es de vida larga (varios meses a un año) y pone huevos durante toda su vida, aunque su capacidad reproductora es mayor durante las dos primeras semanas de edad. La hembra pone de 300 a 400 huevos pequeños, transparentes, en forma de pera, los cuales son depositados en orificios hechos por ella misma en el grano; cada huevecillo es cubierto por una sustancia gelatinosa producida por la hembra que comúnmente se le conoce como "tapón de huevo". En condiciones óptimas de temperatura ( $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) y humedad ( $69 \pm 3\%$  de H.R.), el período de incubación se ha reportado de 6.5 días. Una vez transcurrido el período de incubación, emerge una larva blanca,ápoda, que se alimenta en el interior del grano y que atraviesa por cuatro estadios larvales. La duración del estado larval en dietas merídicas promedió 13.2 días (Sharifi y Mills, 1971a; Ungsunantwiwat y Mills, 1985; Kirkpatrick y Wilbur, 1975; Baker y Mabie, 1973, citados todos por Robledo, 1990).

### 3. MATERIALES Y METODOS

Las pruebas se hicieron en el Laboratorio del Programa de Investigación sobre Plagas de Productos Almacenados del CIA-FAUANL en Marín, N. L.

La especie de insecto para la que se probaron las plantas fue el gorgojo del maíz Sitophilus zeamais Mots. (Coleoptera:Curculionidae). Se usaron adultos de menos de dos semanas de edad para las pruebas, por lo que fue necesario tener una colonia de insectos abundante. La cría masiva se realizó en el laboratorio en condiciones de alrededor de 27°C de temperatura y 60% de humedad relativa. La fuente de alimentación consistió únicamente de maíz. La población se inició infestando dos kilogramos de maíz con 300 machos y 300 hembras en un frasco de vidrio (5 lt), cuando la densidad de la población se incrementó, estos insectos sirvieron para infestar otros frascos y un cajón de madera con tapa de vidrio. Para obtener adultos de menos de dos semanas de edad, se separaban los adultos viejos del grano infestado, mediante tamizado y se dejaba en cría la infestación interna.

La colecta de plantas se hizo en el Municipio de Marín, N.L. pero se escogieron plantas que estuvieran bien distribuidas en la región noreste de México. La cual está localizada de los 24°.0 a los 26.5° de latitud Norte y de los 98°.0 a los 100.5° longitud Oeste. La altitud tiene un rango de 380 a 1800 msnm. La precipitación anual media es de alrededor de 380 a 800 mm en la mayoría de las zonas y la temperatura anual media es de 24 a 27 °C.

Se colectaron hojas, ramas, o plantas enteras de 20 especies de la región y de una recientemente introducida a México: el neem (Leos y Salazar, 1990). El material se secó a la sombra por 35 días y las hojas se molieron en un molino manual

de modo que el polvo pasara por un tamiz de No. 18 con una abertura de 1 mm. Para todas las especies se planeó probar exclusivamente las hojas, pero por su tamaño, en algunas especies se tuvieron que incluir otras partes: la hierba de la golondrina y la del venado se molieron completas, en la planta barbas de chivo se molieron las ramas junto con las hojas.

Las especies vegetales utilizadas en este estudio; incluyendo al neem se enlistan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Especies probadas para controlar Sitophilus zeamais M.

Espece de planta	Familia	Nombre comun
<u>Cordia boissieri</u> A.DC.	Boragináceae	Anacahuita
<u>Baccharis glutinosa</u> Pers.	Compositae	Jara
<u>Baccharis neglecta</u> B.	Compositae	Jarilla
<u>Parthenium incanum</u> H.B.K.	Compositae	Mariola
<u>Gochnatia hypoleuca</u> Dc.	Compositae	Ocotillo
<u>Chenopodium ambrosioides</u> L.	Chenopodiaceae	Epazote
<u>Croton torreyanus</u> M.	Euphorbiaceae	Salvia
<u>Euphorbia prostrata</u> A.	Euphorbiaceae	H. golondrina
<u>Jatropha dioica</u> C.	Euphorbiaceae	Sangre de drago
<u>Jiglans microcarpa</u> B.	Juglandaceae	Nogalillo
<u>Ocomun basilicum</u> L.	Labiatae	Albahaca
<u>Leucaena leucophala</u> L.	Leguminosae	Dormilón
<u>Eysenthardtia texana</u> S.	Leguminosa	Vara dulce
<u>Azadirachta indica</u> A. Juss.	Meliaceae	Neem
<u>Eucalyptus</u> sp.	Myrtaceae	Eucalipto
<u>Clematis drummondii</u> T.	Ranunculaceae	B. de chivo
<u>Helietta parvifolia</u> B.	Rutaceae	Barreta
<u>Karwinskia humboldtiana</u> Z.	Rhmaceae	Coyotillo
<u>Castela texana</u> R.	Simaroubaceae	Chap.amargoso
<u>Leucophyllum frutescens</u> B.	Scrophulariaceae	Palo cenizo
<u>Turnera diffusa</u> W.	Turneraceae	H. del venado

El grano de maíz que se usó en los experimentos era de la variedad Blanco la Purísima de la cosecha previa al experimento. El contenido de humedad del grano fue ajustado a 13.5%. Se elevó empleando la fórmula mencionada por Harris y Linblad (1978) y se redujo secándolo al sol. Las determinaciones se hicieron con un aparato Steinlite 400 G.

La cámara ambiental donde se desarrollaron los experimentos fue construida localmente. Las condiciones que se fijaron para este estudio fueron de  $27 \pm 3^{\circ}\text{C}$  de temperatura y  $60 \pm 15\%$  de humedad relativa. Llevándose un registro de dichos factores durante el desarrollo del experimento con un higrotermógrafo Cole-Palmer.

Los estudios se realizaron en tres etapas de investigación, que se discutirán por separado.

### 3.1. Primer Experimento.

El primer estudio se estableció el 25 de agosto de 1990. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con 22 tratamientos y tres repeticiones, para un total de 66 unidades experimentales contituidas por 100 g de maíz en frascos de vidrio de un litro. Los tratamientos fueron: polvo de hoja en una relación de 3% (peso x peso) con el grano de las primeras 20 plantas del Cuadro 1, (exceptuando al neem); un testigo de grano tratado con 20 ppm del insecticida malatión; y otro testigo que consistió de grano sin ningún tipo de control.

A cada una de las unidades experimentales, previamente aclimatadas, se les dió el tratamiento correspondiente. El polvo de hojas se mezcló uniformemente con el grano mediante agitación manual. El insecticida a 20 ppm se aplicó colocando 0.0025 g de malatión 1000 E al 80% de concentración en cada unidad experimental de 100 g de grano. Para esto, se preparó una

solución en agua destilada que tuviera tal cantidad de producto en cada 2 ml. Después de aplicar con una pipeta los 2 ml de solución, el grano se agitaba dentro del frasco para uniformizar el tratamiento.

La infestación con insectos se hizo inmediatamente después de aplicar los tratamientos. A cada unidad experimental se le introdujeron 10 hembras y 10 machos de menos de dos semanas de edad. Los frascos se taparon con una hoja de papel bond sujeta con una banda elástica y fueron colocados dentro de la cámara ambiental. Se presentaron algunas variaciones esporádicas en la temperatura y humedad relativa durante el desarrollo del experimento debidas a fallas en la energía eléctrica.

Para evaluar el efecto de los tratamientos, se hicieron análisis en tres períodos. El primero se realizó 15 días después del establecimiento del experimento. Se hizo una evaluación de mortalidad tamizando el grano de cada frasco y registrando los insectos vivos y muertos. El segundo y tercer análisis se hicieron a los 63 y 133 días del inicio. De nuevo se evaluó la mortalidad, pero además se estimó el porcentaje de granos dañados. Para esto se seleccionaron al azar tres repeticiones de 50 granos, en cada unidad experimental se registró el número de granos sanos y dañados.

El modelo estadístico del diseño experimental fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Observación del tratamiento  $i$ , bloque  $j$

$\mu$  = Media verdadera general

$\tau_i$  = Efecto verdadero del  $i$ -ésimo tratamiento

$\beta_j$  = Efecto verdadero del  $j$ -ésimo bloque

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental de la  $i, j$ -ésima observación

Hipótesis estadística:

$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_{20}$  vs  $H_a$ : Al menos una  $\tau$  es diferente

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3$  vs  $H_a$ : Al menos un  $\beta$  es diferente

Para cada fecha de evaluación se hicieron tres análisis de varianza: uno para el porcentaje de mortalidad sin corregir, con los valores transformados a ángulos Bliss, otro para la población total de insectos con los valores transformados a raíz cuadrada de  $X+1$ , y el tercero para el porcentaje de grano dañado, con los datos transformados también a ángulos Bliss (Steel y Torrie, 1960). La comparación de medias se efectuó mediante el método de la diferencia mínima significativa (DMS), con nivel de significancia de 0.05 (Olivares, 1991). Los resultados se reportaron en cuadros con los promedios retransformados a datos originales: para retransformar a ángulos Bliss se calculó el seno del valor angular, se elevó al cuadrado y se multiplicó por 100. Los datos sobre la población se reportaron como: a) población emergida, la cual fue calculada por la diferencia entre la población de una evaluación (actual) y la de la evaluación anterior b) porcentaje de emergencia, obtenido al dividir al número de insectos emergidos en cada uno de los tratamientos entre el número de insectos emergidos en el testigo y multiplicando el resultado por 100 y c) el grado de reproducción, obtenido al dividir la población total de una evaluación entre la población total de la evaluación anterior.

Para corregir el porcentaje de mortalidad en los tratamientos de acuerdo a la mortalidad en el testigo sin tratar, se utilizó la ecuación de Abbott (Abbott, citado por Diaz, 1985).

$$MC = \frac{X - Y}{100 - Y} \times 100$$



Donde

MC = Mortalidad corregida

X = Porcentaje de mortalidad en el tratamiento

Y = Porcentaje de mortalidad en el testigo sin tratar

Se consideró un polvo vegetal como prometedor cuando su porcentaje de mortalidad corregida fue mayor o igual a 20%. También se consideró como prometedor a un polvo vegetal cuando su porcentaje de emergencia fue mayor o igual a 50% con respecto al testigo (Rodríguez, 1990).

### 3.2. Segundo Experimento.

Se probaron dosis de la planta llamada neem, de comprobada acción antagónica a insectos y recientemente introducida a México: y de las dos plantas epazote y chaparro amargoso con mejores propiedades insecticidas, de acuerdo a los resultados del primer experimento. Las dosis fueron: 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, y 2.5 % de polvo de hoja.

Se utilizó un diseño factorial en bloques al azar con tres niveles en el factor "Planta", cinco en el factor "Dosis" y cuatro repeticiones. Se incluyeron cuatro unidades experimentales sin ningún tratamiento, como un testigo para corregir la mortalidad en los tratamientos con la ecuación de Abbott. Se tuvieron en total 64 unidades experimentales dentro de la cámara ambiental para este experimento. Se instaló el 3 de febrero de 1991 y se realizaron cuatro evaluaciones de cada unidad experimental a los 6, 15, 30, y 60 días: se estimó la mortalidad y el daño de la misma manera que en el primer experimento.

El modelo estadístico del diseño experimental fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \rho_j + \delta_k + (\rho\delta)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

- $Y_{ijk}$  = Observación del tratamiento  $i$  bloque  
 $\mu$  = Media verdadera general  
 $\beta_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo bloque  
 $\rho_j$  = El efecto verdadero del  $j$ -ésimo nivel factor planta  
 $\delta_k$  = El efecto verdadero del  $k$ -ésimo nivel factor dosis  
 $(\rho\delta)_{jk}$  = Efecto verdadero de la interacción del  $j$ -ésimo nivel del factor planta con el  $k$ -ésimo nivel del factor dosis  
 $\epsilon_{ijk}$  = Es el efecto verdadero de la  $k$ -ésima unidad experimental sujeta a la  $(i, j)$ -ésima combinación de tratamientos.

Hipótesis estadística:

$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \rho_3$  vs  $H_a$ : al menos un nivel de  $\rho$  es diferente.

$H_0: \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = \delta_5$  vs  $H_a$ : al menos un nivel de  $\delta$  es diferente.

$H_0$ : Los factores  $\rho$  y  $\delta$  son independientes (no interacción) vs

$H_a$ : Los factores  $\rho$  y  $\delta$  no son independientes (interacción).

Para cada fecha de evaluación, se hicieron análisis de varianza de las mismas variables (y transformaciones) que en el primer experimento, pero los procedimientos se modificaron. Primero se hizo un análisis de varianza simple (no factorial) en bloques al azar con 16 tratamientos (incluyendo al testigo sin tratar) y cuatro repeticiones, y uno factorial como se definió en el párrafo anterior. Se utilizó el método de contrastes para comparar a la media del testigo contra el promedio de los tratamientos en conjunto; y con el método de  $t$  de Dunnett a la media del testigo contra las medias de cada una de las dosis de cada planta. Con el análisis factorial se estudiaron los efectos principales de plantas y dosis, así como la interacción entre estos factores se compararon las medias de los factores que resultaron significativos y además las dosis dentro de cada "planta" cuando la infestación fue significativa, el método de comparación de medias utilizado fue DMS.

### 3.3. Tercer Experimento.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto insecticida residual de las dos especies más prometedoras del primer experimento: epazote y chaparro amargoso. Se seleccionó para la prueba la dosis de 2% de polvo de hoja en grano de maíz (peso X peso) de acuerdo a los resultados del segundo experimento. La metodología fue similar a la de los experimentos previos, en cuanto a los tratamientos, unidades experimentales, infestación y forma de evaluación.

Básicamente, el experimento consistió en tratar grano con el polvo de hoja de cada planta, e infestarlo después de un mes para evaluar el efecto residual mediante la medición de la mortalidad y el daño.

El 23 de febrero de 1991 se prepararon 12 unidades experimentales: cuatro con epazote, cuatro con chaparro amargoso y cuatro se dejaron sin ningún tratamiento. Se colocaron en la cámara ambiental por 30 días. En esta fecha (25 de marzo) se infestaron para evaluar la mortalidad y el daño 30 días después, el 24 de abril. El experimento fue completamente al azar con tres tratamientos y (dos plantas y un testigo sin tratar) cuatro repeticiones.

El modelo estadístico del diseño experimental fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Es la observación del tratamiento  $i$  en la repetición  $j$

$\mu$  = Es el efecto verdadero de la media general

$\tau_i$  = Es el efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$\epsilon_{ij}$  = Es el error experimental

Hipótesis estadística:

$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3$  vs  $H_a$ : al menos una  $\tau$  es diferente.

Se hicieron análisis de varianza para mortalidad y daño transformando los valores a Ángulos Bliss. La comparación entre medias fue con el método de DMS.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Primer Experimento

A los 15 días del inicio del experimento había una mortalidad corregida de 100% para malati6n y epazote, que result6 significativamente superior que el resto de los tratamientos (Fig. 1, Cuadro 2). La mortalidad de 61% para chaparro amargoso fue estadísticamente inferior que la de los tratamientos mencionados y superior que las mortalidades menores, incluyendo la del testigo sin tratar .

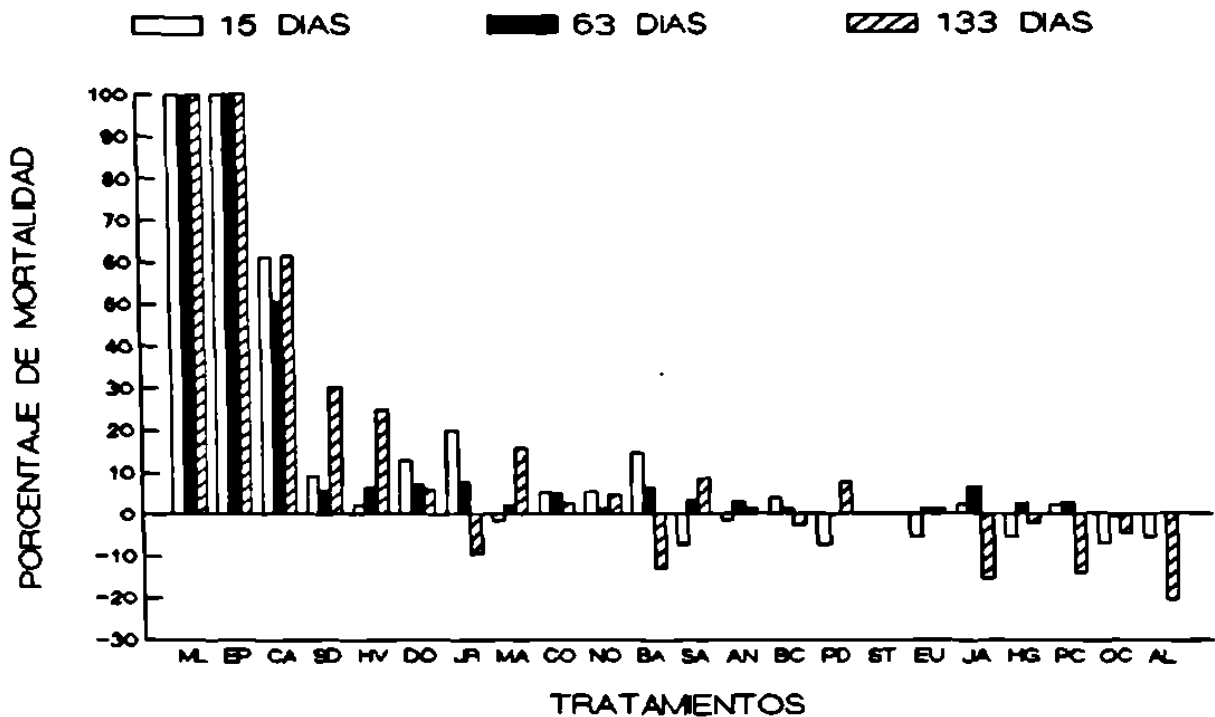


Figura 1. Mortalidad corregida (Abbott) de Sitophilus zeamais Mots. en maíz, para tres fechas de evaluaci6n despu6s del establecimiento de 22 tratamientos.

Cuadro 2. Comparación de medias de la mortalidad de Sitophilus zeamais Mots. en maíz a los 15 días después del establecimiento de 22 tratamientos.

Tratamientos	Mortalidad real (%)	Mortalidad retransformada a valores originales (%) <u>1/</u>
Malatión	100.0	100.0 a
Epazote	100.0	100.0 a
Chaparro amargoso	63.3	71.9 b
Jara	25.0	21.1 c
Barreta	20.0	19.0 cd
Dormilón	18.3	17.9 cd
Sangre de drago	15.0	14.4 cd
Nogalillo	11.7	10.2 cd
Coyotillo	11.7	10.2 cd
Barbas de chivo	10.0	9.0 cd
Palo cenizo	8.3	5.6 cd
Jarilla	8.3	5.6 cd
Hierba del venado	8.3	5.6 cd
Sin tratar (testigo)	6.7	4.5 cd
Anacahuita	5.0	3.3 cd
Mariola	5.0	3.3 cd
Hierba de la golondrina	1.7	0.6 cd
Eucalipto	1.7	0.6 cd
Albahacar	1.7	0.6 cd
Palo dulce	0.0	0.0 d
Ocotillo	0.0	0.0 d
Salvia	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.

A los 63 días, las mortalidades más elevadas siguieron siendo en los mismos tratamientos que en la observación de los 15 días. Incluso las significancias estadísticas fueron muy

similares (Fig. 1, Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de medias de la mortalidad de Sitophilus zeamais Mots. en maíz a los 63 días después del establecimiento de 22 tratamientos.

Tratamientos	Mortalidad real (%)	Mortalidad retransformada a valores originales (%) <sub>1/</sub>
Malatión	100.0	100.0 a
Epazote	100.0	100.0 a
Chaparro amargoso	51.7	60.7 b
Jara	9.4	9.0 c
Dormilón	9.3	8.7 c
Jarilla	8.4	7.8 c
Hierba del venado	8.3	7.4 c
Barreta	8.2	7.3 c
Sangre de drago	7.5	6.9 c
Coyotillo	7.2	6.1 c
Salvia	5.4	4.8 c
Palo cenizo	4.9	4.8 c
Anacahuita	4.8	4.2 c
Hierba de la golondrina	4.7	4.1 c
Mariola	4.3	3.4 c
Eucalipto	3.5	3.3 c
Barbas de chivo	3.4	2.9 c
Nogalillo	3.2	2.0 c
Sin tratar (testigo)	2.1	1.8 c
Albahacar	2.0	1.7 c
Palo dulce	1.9	1.5 c
Ocotillo	1.6	1.3 c

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

A los 133 días (Fig. 1, Cuadro 4), dos de los tratamientos con plantas mostraron mortalidades corregidas mayores que 50% y fueron significativamente superiores al testigo sin tratar: el

Cuadro 4. Comparación de medias de la mortalidad de Sitophilus zeamais Mots. en maíz a los 133 días después del establecimiento de 22 tratamientos.

Tratamientos	Mortalidad real (%)	Mortalidad retransformada a valores originales (%) $\frac{1}{/}$
Malatión	100.0	100.0 a
Epazote	100.0	100.0 a
Chaparro amargoso	71.4	81.0 b
Sangre de drago	48.2	49.1 bc
Hierba del venado	44.5	41.6 cd
Mariola	37.7	36.4 cde
Salvia	32.4	31.8 cde
Palo dulce	31.6	28.5 cde
Dormilón	30.4	28.1 cde
Nogalillo	29.4	24.6 cde
Coyotillo	28.0	26.9 cde
Anacahuita	27.0	23.5 cde
Eucalipto	26.9	26.4 cde
Sin tratar (testigo)	26.1	23.2 cde
Hierba de la golondrina	24.5	20.8 cde
Barbas de chivo	24.1	19.2 cde
Ocotillo	22.7	19.5 cde
Jara	19.1	14.0 de
Barreta	16.5	15.6 de
Palo cenizo	15.7	15.2 de
Jarilla	14.8	11.8 de
Albahacar	11.1	10.1 e

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



epazote, que tenía que resultar así, pues en la primera evaluación hubo un 100% de mortalidad y en la segunda no se observó descendencia, y el chaparro amargoso que mató insectos de cada generación que emergía. El resto de las plantas fueron estadísticamente iguales o inferiores al testigo.

En la Figura 2 se puede apreciar la población de insectos vivos y muertos en cada tratamiento a los 15 días del inicio del experimento. El número total de insectos, en todos los casos fue 20 pues aun no emergían nuevos adultos. Los tratamientos con malatión, epazote y chaparro amargoso fueron los que tuvieron la menor cantidad de insectos vivos: 0, 0 y 7, respectivamente.

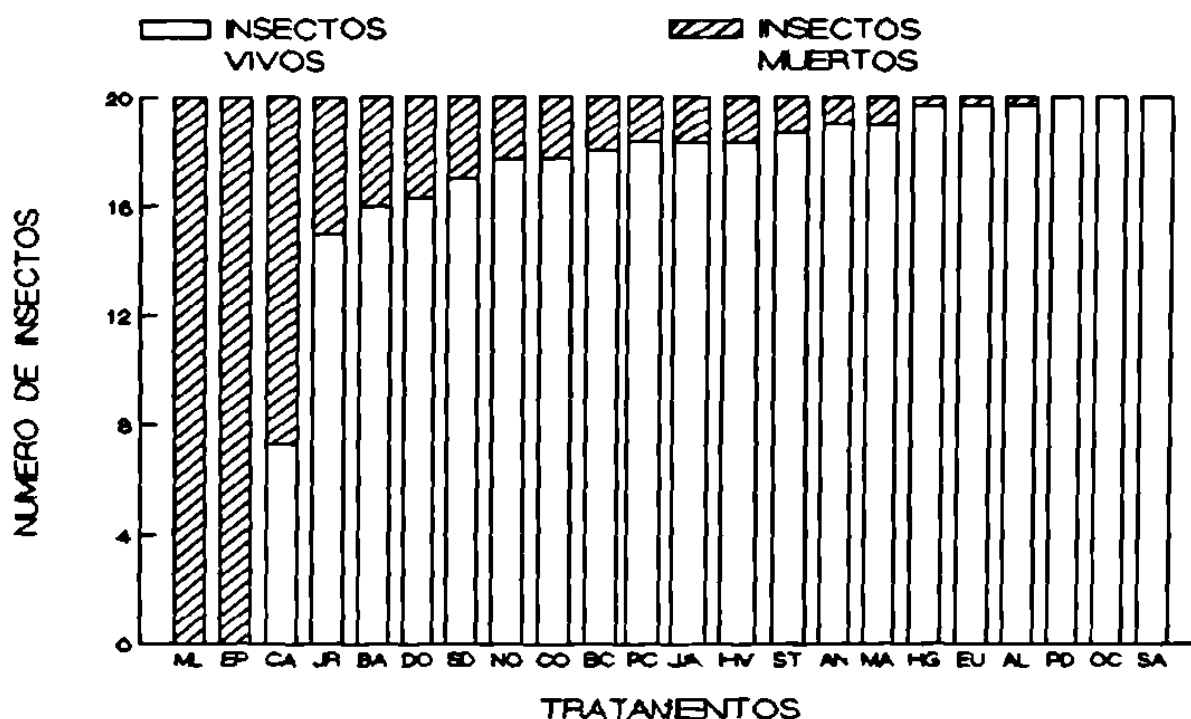


Fig. 2. Insectos vivos y muertos de *Sitophilus zeamais* Mots. en maíz a los 15 días después del establecimiento de 22 tratamientos.

Los resultados sobre población de insectos a los 63 días se muestran en la Figura 3 y en los Cuadros 5 y 6. Los tratamientos con polvo vegetal que estadísticamente mostraron una población

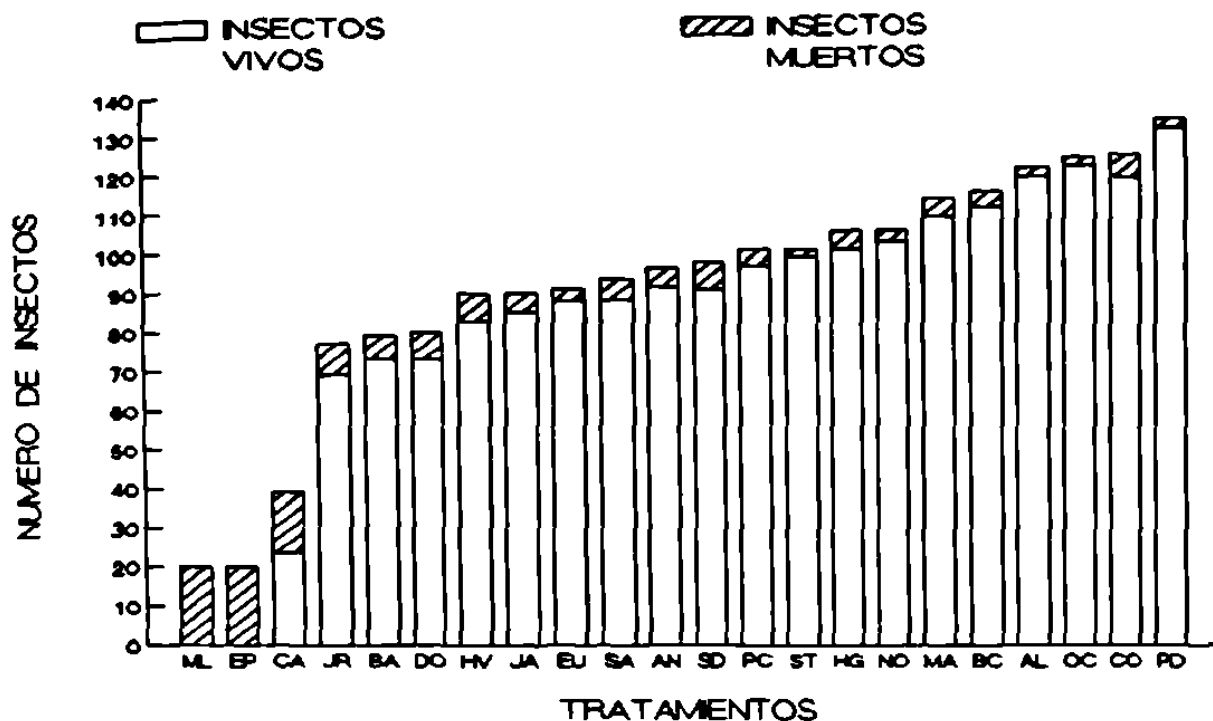


Fig. 3. Insectos vivos y muertos de *Sitophilus zeamais* Mots. en maíz a los 63 días después del establecimiento de 22 tratamientos.

total menor que el resto fueron epazote y chaparro amargoso. En el tratamiento con epazote no se generaron nuevos adultos; los 20 individuos introducidos habían muerto desde antes de la primera evaluación. El tratamiento con chaparro amargoso tuvo sólo 39 individuos en total: de estos murieron 13 a los 15 días los y 19 nuevos adultos; el Grado de Reproducción resultante fue 1.9, la población no pudo ni duplicarse. En el resto de los tratamientos, la población mínimamente se triplicó; lo más común fue que se cuadruplicara o quintuplicara. En varios tratamientos la población fue mayor que el testigo. En relación al testigo, la emergencia en los tratamientos con epazote y chaparro amargoso fue de 0 y 23%, respectivamente. En ningún otro tratamiento con plantas la emergencia fue menor que 30%. Solo 12 plantas tuvieron porcentajes de emergencia igual o menores que el testigo (100%).

Cuadro 5. Comparación de medias de la población de Sitophilus zeamais Mots. en maíz a los 63 días después del establecimiento de 22 tratamientos.

Tratamientos	Población total real	Población retransformada a valores originales $\frac{1}{}$
Palo dulce	134	133 a
Coyotillo	125	121 ab
Ocotillo	124	121 ab
Albahacar	122	117 ab
Barbas de chivo	115	115 ab
Mariola	114	112 ab
Hierba de la golondrina	106	105 ab
Nogalillo	106	105 ab
Sin tratar (testigo)	101	99 ab
Palo cenizo	101	99 ab
Sangre de drago	98	97 ab
Anacahuita	96	96 ab
Salvia	94	93 ab
Eucalipto	91	90 ab
Jarilla	90	85 ab
Hierba del venado	90	90 ab
Dormilón	80	79 b
Barreta	79	79 b
Jara	77	76 b
Chaparro amargoso	39	37 c
Epazote	20	20 c
Malatión 1000-E	20	20 c

$\frac{1}{}$  Las medias con la misma letra no son diferentes entre sí al nivel de significancia de 0.05, según el método de DMS.

Cuadro 6. Población emergida, porcentaje de emergencia y grado de reproducción de Sitophilus zeamais Mots. en maíz a los 63 días después del establecimiento de 22 tratamientos.

Tratamientos	Grado de reproducción	Población emergida	Porcentaje de emergencia
Palo dulce	6.7	114	141
Coyotillo	6.2	105	130
Ocotillo	6.2	104	128
Albahacar	6.1	102	126
Barbas de chivo	5.8	95	117
Mariola	5.7	94	116
Hierba de la golondrina	5.3	86	106
Nogalillo	5.3	86	106
Sin tratar (testigo)	5.0	81	100
Palo cenizo	5.0	81	100
Sangre de drago	4.9	78	96
Anacahuita	4.8	76	94
Salvia	4.7	74	91
Eucalipto	4.5	71	88
Jarilla	4.5	70	86
Hierba del venado	4.5	70	86
Dormilón	4.0	60	74
Barreta	3.9	59	73
Jara	3.8	57	70
Chaparro amargoso	1.9	19	23
Epazote	1.0	0	0
Malatión 1000-E	1.0	0	0

A los 133 días (Fig. 4, Cuadro 7 y 8) los tratamientos con malatión, polvo de epazote y chaparro amargoso fueron los que presentaron las menores poblaciones totales; estadísticamente fueron iguales entre sí. El incremento en la población (individuos adicionales a los presentes en la evaluación a los 63 días) no fue tan alto como en el período anterior; la población en la mayoría de los tratamientos, se triplicó o cuadruplicó incluyendo al testigo. En seis tratamientos la población fue superior a la del testigo; tres fueron superiores al testigo en el porcentaje de emergencia. El efecto de las plantas creció conforme el tiempo pasó: 18 tratamientos de plantas tuvieron porcentajes de emergencia menores al 100%.

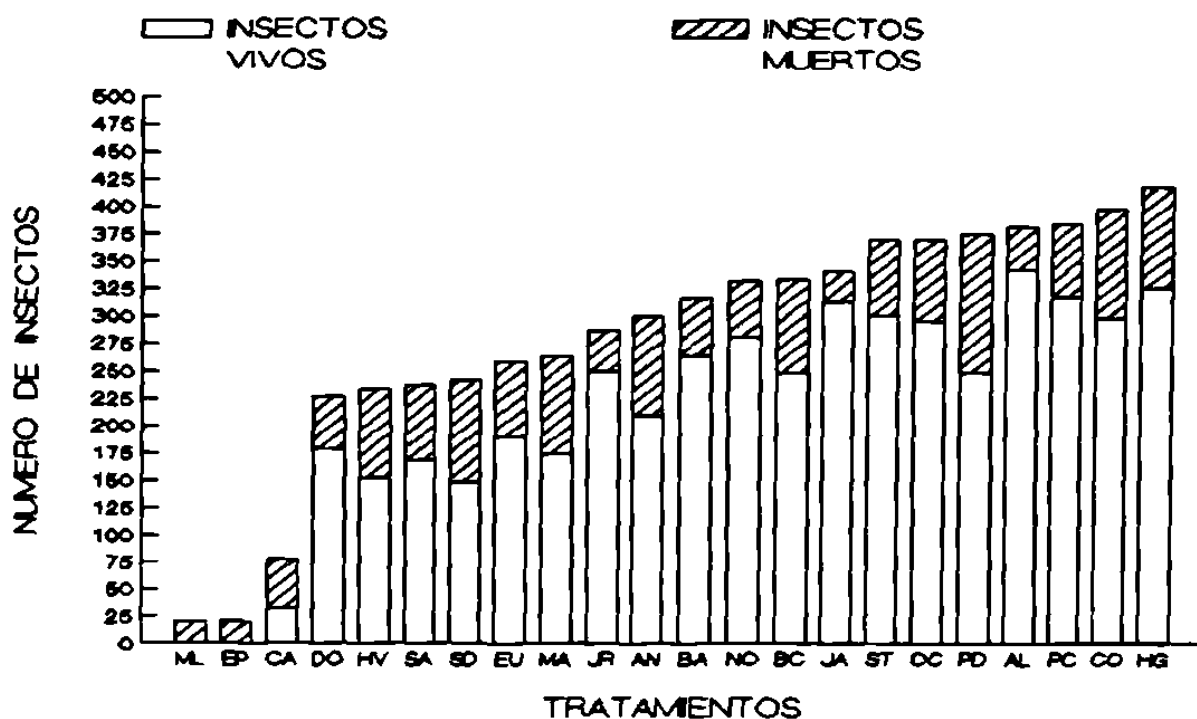


Fig. 4. Insectos vivos y muertos de Sitophilus zeamais Mots. en maíz a los 133 días después del establecimiento de 22 tratamientos.

Cuadro 7. Comparación de medias de la población de *Sitophilus zeamais* Mots. en maíz a los 133 días después del establecimiento de 22 tratamientos.

Tratamientos	Población Total real	Población retransformada a valores originales <sup>1/</sup>
Hierba de la golondrina	417	415 a
Coyotillo	398	359 a
Palo cenizo	385	374 a
Albahacar	382	380 a
Palo dulce	375	372 a
Ocotillo	370	359 a
Sin tratar (testigo)	370	355 a
Jarilla	341	316 a
Barbas de chivo	334	332 a
Nogalillo	332	297 a
Barreta	316	315 a
Anacahuita	300	299 a
Jara	287	278 a
Mariola	265	263 a
Eucalipto	258	253 a
Sangre de drago	242	237 a
Salvia	237	231 a
Hierba del venado	233	227 a
Dormilón	227	211 a
Chaparro amargoso	77	70 b
Epazote	20	20 b
Malatión 1000-E	20	20 b

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

Cuadro 8. Población emergida, porcentaje de emergencia y grado de reproducción de Sitophilus zeamais Mots. en maíz a los 133 días después del establecimiento de 22 tratamientos.

Tratamientos	Grado de reproducción	Población emergida	Porcentaje de emergencia
Hierba de la golondrina	3.9	311	116
Coyotillo	3.2	273	101
Palo cenizo	3.8	284	105
Sin tratar (testigo)	3.7	269	100
Albahacar	3.1	260	97
Jarilla	3.8	251	93
Ocotillo	3.0	246	91
Palo dulce	2.8	241	90
Barreta	4.0	237	88
Nogalillo	3.1	226	84
Barbas de chivo	2.9	218	81
Jara	3.7	210	78
Anacahuita	3.1	204	76
Eucalipto	2.8	167	62
Mariola	2.3	151	56
Sangre de drago	2.5	144	54
Dormilón	2.8	147	54
Salvia	2.0	144	53
Hierba del venado	2.6	143	53
Chaparro amargoso	2.0	38	14
Epazote	1.0	0	0
Malatión 1000-E	1.0	0	0

El daño provocado por *S. zeamais* en los diversos tratamientos se presenta en la Figura 5 y en el Cuadro 9. Esta variable se incrementó notoriamente de una evaluación a otra en la mayoría de los tratamientos, excepto en los de malatión y epazote, donde no se observó daño alguno porque todos los insectos murieron en pocos días, y en el de chaparro amargoso.

A los 63 días sólo los tratamientos de malatión y epazote tuvieron un daño menor estadísticamente al del testigo sin tratar. A los 133 días, el chaparro amargoso se agregó a la corta lista de tratamientos diferentes al testigo.

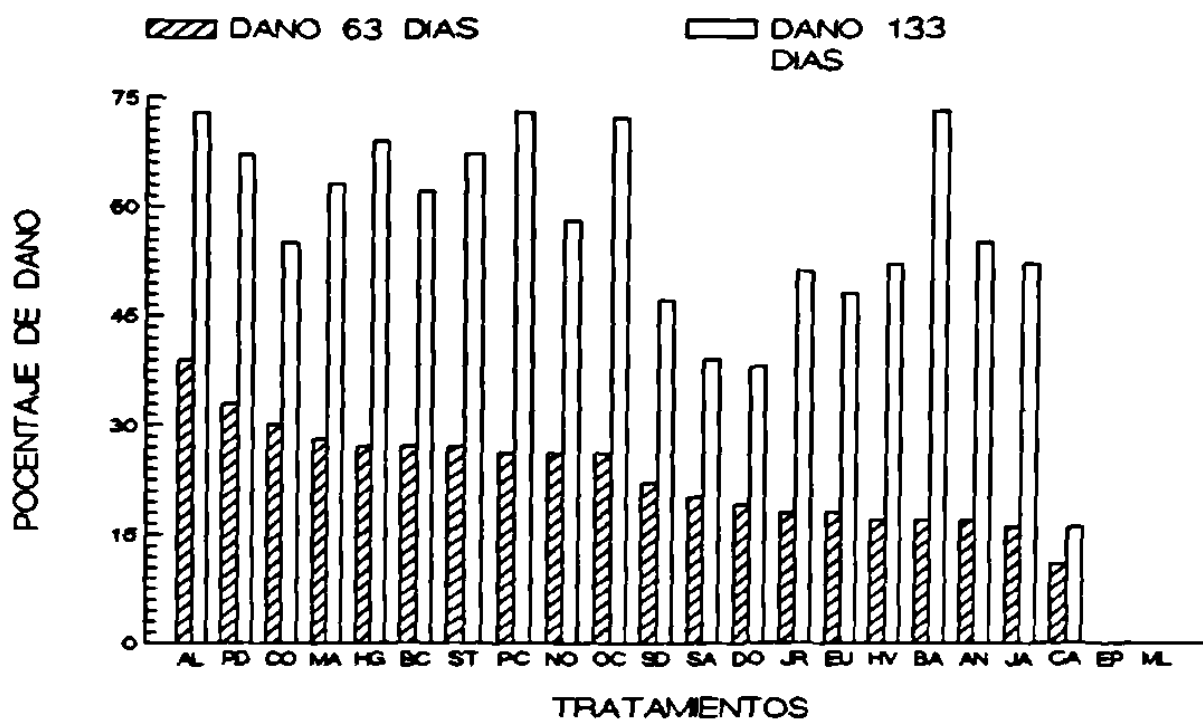


Fig. 5. Porcentaje de granos dañados por *Sitophilus zeamais* Mots. en maíz para dos fechas de evaluación después del establecimiento de 22 tratamientos.



Cuadro 9. Daño causado por Sitophilus zeamais Mots. en dos fechas de evaluación después del establecimiento del experimento.

Tratamientos	Daño real (%)		Daño retransformado	
	63 días	133 días	63 días	133 días <sup>1/</sup>
Albahacar	39	73	38 a	73 a
Palo dulce	33	67	33 a	67 ab
Coyotillo	30	55	30 ab	55 ab
Mariola	28	63	26 ab	62 ab
Hierba de la golondrina	27	69	28 ab	70 a
Barbas de chivo	27	62	26 ab	62 ab
Sin tratar (testigo)	27	67	26 ab	69 ab
Palo cenizo	26	73	26 ab	75 a
Nogalillo	26	58	25 ab	60 ab
Ocotillo	26	72	26 ab	72 a
Sangre de drago	22	47	22 ab	46 ab
Salvia	20	39	18 ab	38 b
Dormilón	19	38	18 ab	38 b
Jara	18	51	18 ab	52 ab
Eucalipto	18	48	16 ab	48 ab
Hierba del venado	17	52	16 ab	52 ab
Barreta	17	73	16 ab	73 a
Anacahuita	17	55	16 ab	55 ab
Jarilla	16	52	15 ab	52 ab
Chaparro amargoso	11	16	8 bc	10 c
Epazote	0	0	0 c	0 d
Malatión 1000-E	0	0	0 c	0 d

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

#### 4.2. Segundo Experimento.

La comparación estadística por contrastes entre el testigo sin tratar y los tratamientos con plantas en conjunto, respecto a la variable mortalidad de Sitophilus zeamais resultó significativa al nivel de 0.05 para cada una de las cuatro evaluaciones (6, 15, 30 y 60 días del inicio).

El Cuadro 10 señala con asteriscos las diferencias entre la media de mortalidad real en el testigo y la de cada uno de los tratamientos. En la evaluación a los 6 días del inicio, el tratamiento con epazote en dosis de 1.0% en adelante y el de chaparro amargoso al 2.0 y 2.5% fueron superiores al testigo sin tratar; en el neem no hubo diferencia significativa con el testigo en ninguna dosis. A los 15 y 30 días del inicio, todas las dosis de polvo de epazote y chaparro amargoso fueron superiores estadísticamente al testigo; en el neem, la de 2.5% a los 15 días, y las de 1.5 y 2.5% a los 30 días del inicio fueron superiores al testigo. A los 60 días del inicio, todas las dosis de epazote, las dosis de 1.5% de chaparro amargoso en adelante y la de 2.0% de neem mostraron mortalidades mayores que el testigo.

El análisis factorial de los datos de mortalidad real resultó con diferencias significativas en el factor "plantas" en cada una de las fechas de evaluación. A los 6 y 30 días, todas las plantas fueron diferentes entre sí, siendo el orden de mortalidad de mayor a menor de la siguiente manera: epazote, chaparro amargoso y neem. A los 15 días, el epazote y chaparro amargoso fueron iguales entre sí y superiores al neem. A los 60 días, el epazote fue igual que el chaparro amargoso y superior que el neem; estos dos últimos fueron iguales entre sí.

Aunque la tendencia general fue la de tener valores de mortalidad mayores para las dosis mayores, no se presentó

Cuadro 10. Porcentaje de mortalidad de Sitophilus zeamais Mots. en maíz por la aplicación de polvo de tres plantas en cinco dosis diferentes, para cuatro fechas de evaluación.

Plantas	Dosis (%)	Fecha de evaluación (días del inicio)							
		6		15		30		60	
		Real	Retr.	Real	Retr.	Real	Retr.	Real	Retr.
Sin tratar		13.8 <sup>1</sup> /12.9 <sup>2</sup>		17.5	17.3	30.0	29.3	51.4	50.4
Epazote	0.5	26.2	24.9e	68.8	*80.2	78.8	*88.4	78.4	*91.3
	1.0	55.0	*61.5d	70.0	*81.2	80.0	*92.5	77.7	*90.8
	1.5	73.8	*79.6c	80.0	*88.4	86.2	*95.7	83.8	*94.6
	2.0	93.8	*98.3b	93.8	*98.3	98.8	*99.7	90.6	*97.3
	2.5	98.8	*99.7a	98.8	*99.7	98.8	*99.7	98.8	*99.7
Chaparro amargoso	0.5	37.5	35.3a	68.8	*76.6	75.0	*85.4	73.6	84.4
	1.0	31.2	24.9a	73.8	*81.2	73.8	*81.2	71.6	78.1
	1.5	43.8	41.2a	75.0	*85.4	75.0	*85.4	76.0	*88.7
	2.0	61.2	*73.7a	76.2	*83.2	78.8	*85.1	85.0	*91.9
	2.5	60.0	*56.0a	75.0	*85.4	91.2	*95.6	90.2	*97.2
Neem	0.5	18.8	15.8a	48.8	49.0	65.0	65.8	72.4	78.6
	1.0	21.2	17.2a	50.0	53.7	56.2	62.4	60.9	66.7
	1.5	26.2	22.8a	51.2	57.0	68.8	*75.0	73.6	83.4
	2.0	10.0	7.6a	30.0	27.9	47.5	47.4	74.8	*85.2
	2.5	33.8	33.9a	65.0	*71.4	76.2	*83.4	63.2	68.4

1/ En cada columna, las medias con un asterísco (\*) son diferentes al testigo sin tratar al nivel de significancia de 0.05, según el método t de Dunnett.

2/ A los 6 días y para cada planta, las medias con la misma letra no son diferentes entre sí al nivel de significancia de 0.05, según el método de DMS.

significancia en el factor "dosis" en ninguna de las plantas probadas. Solamente se analizó la interacción dosis-planta en la evaluación de los 6 días pues fue la única que resultó significativa. El resultado se presenta también en el Cuadro 10. Solo en el tratamiento con polvo de epazote, hubieron diferencias significativas entre dosis: todas las medias fueron diferentes entre sí, siendo las más altas superiores en mortalidad a las más bajas.

Como en los casos anteriores, la mortalidad en el testigo sin tratar se usó para corregir la mortalidad en los tratamientos con plantas mediante la fórmula de Abbott (Cuadro 11).

El epazote corroboró ser tóxico y muy efectivo contra S. zeamais. Con 2.0% de polvo, la mortalidad fue de 92.7% en sólo 6 días y subió a 98.2% en 30 días. A los 60 días esta dosis causó un 90% de mortalidad. Las dosis bajas de 0.5% a 1.5% también fueron suficientes para disminuir la población notoriamente; para los 15, 30 y 60 días del inicio aún la dosis más baja produjo porcentajes de mortalidad corregida por encima del 62%.

El chaparro amargoso tuvo una acción efectiva, pero más lenta que el epazote; a los 6 días, la dosis más alta había causado 53.6% de mortalidad, comparable con la del 1.0% de epazote. Sin embargo, después de 15 días, la mortalidad fue bastante alta con valores alrededor de 70%; el valor más alto fue de 89.5% para la dosis de 2.5% a los 60 días.

Los valores de mortalidad en los tratamientos con neem fueron los menores de este experimento. El valor máximo de 66.1% se observó en la dosis de 2.5 y 2.0% a los 30 y 60 días (Cuadro 11).

Cuadro 11. Porcentaje de mortalidad corregida (Abbott) de Sitophilus zeamais Mots. en maíz por la aplicación de polvo vegetal de tres plantas en cinco dosis diferentes, para cuatro fechas de evaluación.

Plantas	Dosis (%)	Fechas de evaluación (días del inicio)			
		6	15	30	60
Epazote	0.5	14.5	62.1	69.6	76.8
	1.0	47.8	63.6	71.4	76.1
	1.5	69.6	75.8	80.4	82.7
	2.0	92.7	92.4	98.2	90.0
	2.5	98.6	98.5	98.2	98.8
Chaparro amargoso	0.5	27.5	62.1	64.3	36.6
	1.0	20.3	68.2	62.5	59.6
	1.5	34.8	69.7	64.3	74.3
	2.0	55.1	71.2	69.6	81.2
	2.5	53.6	69.7	87.5	89.5
Neem	0.5	5.8	37.9	50.0	53.0
	1.0	8.7	39.4	37.5	18.9
	1.5	14.5	40.9	55.4	64.4
	2.0	-4.4	15.2	25.0	66.1
	2.5	23.2	57.6	66.1	36.0

En el Cuadro 12 y en la Fig. 6 se presentan los resultados sobre el tamaño de la población, emergencia y reproducción después de la generación de nuevos adultos (evaluación a los 60 días del inicio). No se encontraron diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos con plantas en conjunto (contrastes); ni entre el testigo y cada una de las dosis de cada tratamiento. Tampoco se presentaron diferencias estadísticas entre las dosis de cada planta.

Cuadro 12. Población total real y retransformada a valores originales, porcentaje de emergencia y grado de reproducción de Sitophilus zeamais Mots. en maíz a los 60 días, después del establecimiento de tratamientos con polvo vegetal de tres plantas en diferentes dosis.

Plantas	Dosis (%)	Población Total real	Pob. retr.	Porcentaje emergencia	Grado de rep.
Sin tratar (testigo)		34.8	31.6	100.0	1.8
Epazote	0.5	28.0	26.6	54.0	1.4
	1.0	35.8	31.8	106.8	1.8
	1.5	27.8	26.4	52.7	1.4
	2.0	23.0	22.7	20.3	1.2
	2.5	20.2	20.2	1.4	1.0
Chaparro amargoso	0.5	26.2	25.7	41.9	1.3
	1.0	46.0	38.2	175.7	2.3
	1.5	41.0	35.0	141.9	2.0
	2.0	20.0	20.0	0.0	1.0
	2.5	23.2	22.9	21.6	1.2
Neem	0.5	31.0	28.7	74.3	1.6
	1.0	41.5	36.9	145.3	2.1
	1.5	37.8	33.0	120.3	1.9
	2.0	29.2	27.6	62.2	1.5
	2.5	37.2	34.3	116.2	1.9

El porcentaje de emergencia para epazote en relación al testigo fue de solo 1.4% en la dosis de 2.5%; aun así no hubo diferencia significativa con el testigo. En las otras dosis el porcentaje de emergencia fue superior a 20% e incluso hubo un caso mayor de 100%.

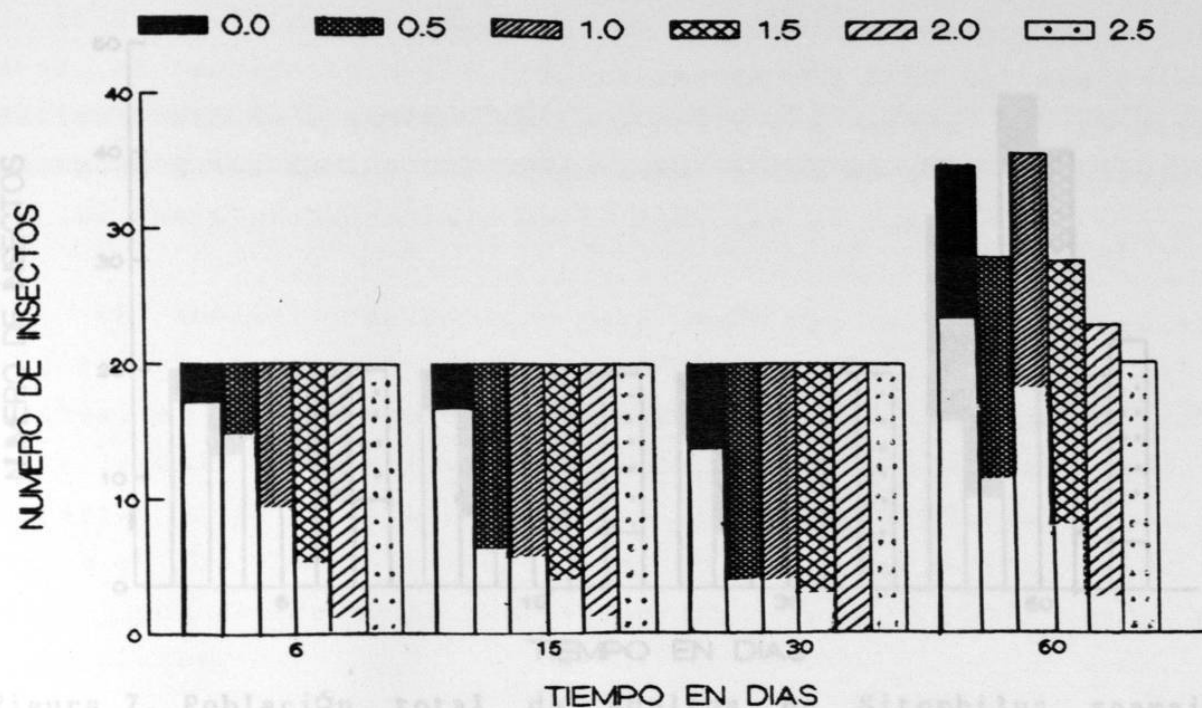


Figura 6. Población total de adultos de Sitophilus zeamais Mots. presentes en el tratamiento con epazote en diferentes dosis.

En el chaparro amargoso (Cuadro 12, Fig.7), el porcentaje de emergencia en relación al testigo fue muy alto en las dosis bajas. En la dosis de 2.0% no emergió ningún insecto (0%) y en la de 2.5% también fue baja: 21.6%.

En los tratamientos con polvo de neem (Cuadro 12, Fig.8), los valores de emergencia para las diversas dosis fueron muy altos.

En cuanto a daño, la comparación de la media del testigo contra la de los tratamientos de polvo en conjunto (contrastes) fue significativa en las dos evaluaciones hechas: en promedio, hubo más daño en el grano sin tratar que en los tratamientos.

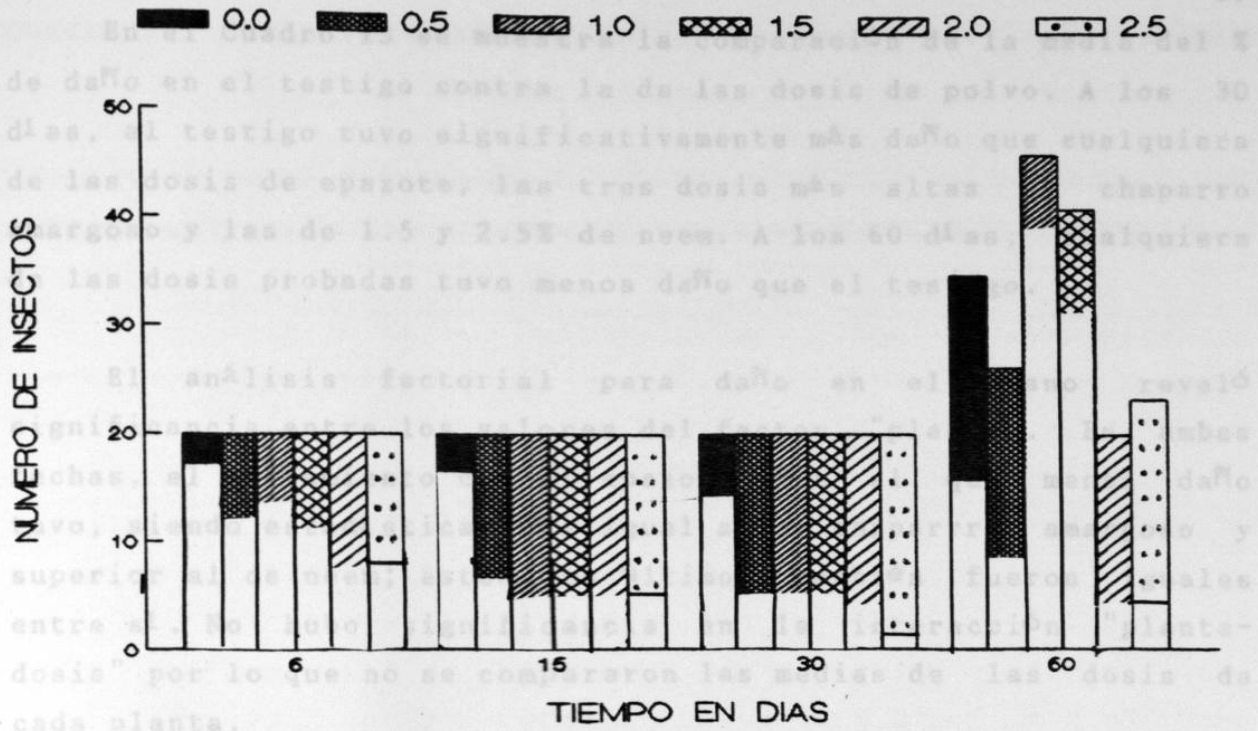


Figura 7. Población total de adultos de *Sitophilus zeamais* Mots. presentes en el tratamiento con polvo de chaparro amargoso en diferentes dosis.

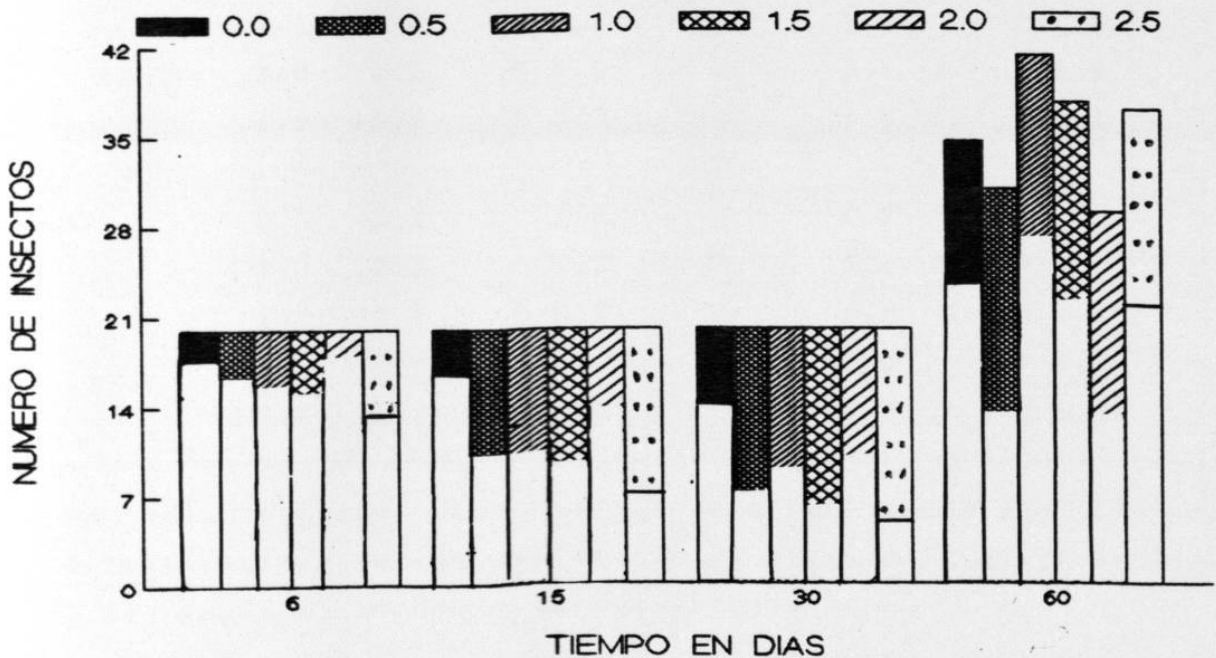


Figura 8. Población total de adultos de *Sitophilus zeamais* Mots. presentes en el tratamiento con polvo de neem en diferentes dosis.



En el Cuadro 13 se muestra la comparación de la media del % de daño en el testigo contra la de las dosis de polvo. A los 30 días, el testigo tuvo significativamente más daño que cualquiera de las dosis de epazote, las tres dosis más altas de chaparro amargoso y las de 1.5 y 2.5% de neem. A los 60 días, cualquiera de las dosis probadas tuvo menos daño que el testigo.

El análisis factorial para daño en el grano reveló significancia entre los valores del factor "planta". En ambas fechas, el tratamiento con el epazote fue el que menos daño tuvo, siendo estadísticamente igual al de chaparro amargoso y superior al de neem; estos dos últimos también fueron iguales entre sí. No hubo significancia en la interacción "planta-dosis" por lo que no se compararon las medias de las dosis de cada planta.

Cuadro 13. Comparación de medias del porcentaje de daño producido por *Sitophilus zeamais* Mots. en maíz tratado con polvo vegetal en diferentes dosis, durante dos fechas.

Plantas	Dosis (%)	Fechas de muestreo (días del inicio)			
		30		60	
		Real	Retransformado	Real	Retransformado
Sin tratar (test.)		3.6	3.6	15.0	14.3
Epazote	0.5	0.7 <sup>1/</sup>	* 0.3	2.4	* 1.2
	1.0	0.8	* 0.2	3.8	* 1.0
	1.5	0.2	* 0.04	2.7	* 0.7
	2.0	0.3	* 0.1	1.5	* 0.4
	2.5	0.2	* 0.04	0.2	* 0.04
Chaparro amargoso	0.5	1.7	1.1	3.4	* 2.4
	1.0	1.2	0.8	6.7	* 3.7
	1.5	0.8	* 0.2	5.0	* 1.4
	2.0	1.2	* 0.6	2.5	* 1.2
	2.5	0.7	* 0.3	0.9	* 0.4
Neem	0.5	2.3	1.8	4.7	* 3.2
	1.0	2.2	1.6	7.4	* 4.6
	1.5	1.4	* 0.7	6.3	* 3.6
	2.0	2.0	2.0	5.0	* 4.7
	2.5	1.7	* 0.8	6.2	* 3.9

<sup>1/</sup> En cada columna, las medias con un asterisco (\*) son diferentes al testigo sin tratar al nivel de significancia de 0.05, según el método t de Dunnett.

### 4.3. Tercer Experimento.

La mortalidad de S. zeamais en maíz 30 días después de la infestación y 60 días después de la aplicación de los polvos vegetales se muestra en el Cuadro 14 y fue de 30% para epazote (superior al testigo) y 55% para chaparro amargoso, (superior al epazote y al testigo). Los tratamientos con polvo vegetal de epazote y chaparro amargoso tuvieron 14 y 9 insectos vivos respectivamente; en el grano sin tratar todos estaban vivos.

Cuadro 14. Comparación de medias de la mortalidad de Sitophilus zeamais Mots. en maíz 30 días después de la infestación y 60 días después de la aplicación de 2% de polvos vegetales.

Tratamientos	Mortalidad real (%)	Mortalidad retransformada a valores originales (%) <u>1/</u>
Sin tratar (testigo)	0.0	0.0 c
Epazote	30.0	27.6 b
Chaparro amargoso	55.0	55.0 a

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 daño provocado por S. zeamais en los diversos tratamientos se presentan en el Cuadro 15. Estadísticamente todos los tratamientos fueron diferentes entre sí; el tratamiento con epazote fue el que obtuvo el menor porcentaje de daño.

Cuadro 15. Daño causado por Sitophilus zeamais Mots. en maíz 30 días después de la infestación y 60 días después de la aplicación de polvos vegetales.

Tratamientos	Daño real (%)	Daño retransformado a valores originales (%) <u>1/</u>
Sin tratar (testigo)	6.8	6.6 a
Chaparro amargoso	2.8	2.8 b
Epazote	1.5	1.2 c

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

## 5. DISCUSION.

### 5.1. Primer Experimento.

De las plantas propuestas como poseedoras de propiedades antagónicas contra el gorgojo del maíz Sitophilus zeamais Mots., el epazote (Chenopodium ambrosioides L.: Chenopodiaceae) resultó ser tóxico en alto grado causando una muerte aparentemente inmediata. El efecto tóxico de esta planta lo demostró Aguilar (1987), quien señaló que el epazote causó una alta mortalidad con dosis del 1.0% de polvo sobre poblaciones del barrenador mayor de los granos, Prostephanus truncatus (Horn), el escarabajo confuso de la harina, Tribolium confusum (Herbst) y los gorgojos Sitophilus spp.

El chaparro amargoso (Castela texana R.: Simaroubaceae) también es una planta prometedoras para controlar S. zeamais. La mortalidad que causó, estuvo por encima del 50% en cualquiera de las tres fechas de evaluación. Además mantuvo poblaciones bajas, con una emergencia de 23 y 14% para las evaluaciones de los 63 y 133 días, respectivamente. También, el daño al grano fue notoriamente más bajo que en los demás tratamientos, particularmente a largo plazo, en la evaluación de los 133 días.

En la literatura que se revisó nadie había reportado el chaparro amargoso como efectivo para controlar insectos. Solamente se había señalado su uso medicinal por la presencia de varias sustancias amibicidas como: chaparrina, glaucarubol, glaucorubolona, amarolido, chaparinona, chaparroloido y castelanolido (Lozoya, 1976; Domínguez, 1979). Quizá algunas de estas sustancias sean también insecticidas.

## 5.2. Segundo Experimento.

Las tres plantas probadas tendieron a incrementar su efectividad para matar a Sitophilus zeamais Mots. a medida que se incrementó la dosis; sin embargo, esta tendencia no fue significativa, excepto en el epazote a los 6 días.

La dosis de epazote más efectiva fue la de 2.5% por su toxicidad casi total e inmediata, pero como no existió diferencia estadística entre las dosis, a los 15, 30 y 60 días cualquiera de ellas puede dar un control efectivo en estos períodos (alrededor de 90%). Aguilar (1987) reportó para maíz almacenado con 1.0% de epazote un daño de Sitophilus spp. de 5.9 y 9.7% para 25 y 55 días de almacenamiento, respectivamente. En nuestro estudio, la dosis de 1.0% fue la que obtuvo el mayor daño con 0.8 y 3.8% de daño real a los 30 y 60 días del inicio, respectivamente; que de cualquier modo fue menor que el reportado en el trabajo citado (Aguilar, 1987). Las dosis más altas tuvieron daños menores (no significativos).

El polvo de chaparro amargoso, C. texana, produjo también una buena protección al grano en cualquiera de las dosis probadas; con mortalidades de alrededor de 85%. El máximo daño se presentó, con la dosis de 1.0% a los 60 días con un 6.7%. De nuevo, las dosis altas fueron numéricamente mejores pero no de manera estadística, por lo que cualquiera de las dosis sería adecuada.

Los resultados con polvo de neem (Azadirachta indica A. Juss: Meliaceae) fueron variables, no mostraron una tendencia definida de protección al grano conforme se aumentó la dosis. Sin embargo, a los 60 días en cualquiera de las dosis; el grano tuvo menos daño que el testigo y nunca paso de 7.4% en los 60 días que duró la prueba. Se sabe que esta planta no es muy tóxica a los insectos,

sino que su efecto es antialimentario, regulador del crecimiento e inhibidor de la oviposición (Saxena et al. 1981a, 1981b, Heyde et al. 1983, Schulz 1981, todos citados por Leos y Salazar, 1990). Posiblemente por esto, su efecto de protección al grano se notó solo a largo plazo. La mortalidad provocada por el neem en este experimento fue definitivamente baja: superó al testigo sólo en las dosis más altas y a largo plazo. Así mismo, la mortalidad por neem fue inferior a la del epazote y al chaparro amargoso en casi todos los casos; solamente igualó al chaparro amargoso en la evaluación hecha después de la emergencia (60 días) al comparar el factor "planta" donde se promedia el efecto de las dosis.

### 5.3. Tercer Experimento.

La toxicidad del epazote para S. zeamais disminuyó notoriamente al hacerse viejo revuelto con el maíz en condiciones parecidas a las del almacenamiento convencional. En el segundo experimento, cuando la infestación se hizo inmediatamente después de la aplicación de 2% de polvo, la mortalidad registrada 30 días después fue de 99%; en cambio ahora que primero se dejó el maíz tratado por 30 días y luego se infestó el valor fue de solo 30%.

El chaparro amargoso también disminuyó su toxicidad al pasar el tiempo de aplicación, pero la disminución no fue tan drástica. En el segundo experimento, la mortalidad obtenida con 2% de polvo fresco fue de 79% a los 30 días y ahora con polvo expuesto fue de 55%. Esta planta aparentemente es más residual que el epazote.

Los resultados sobre el daño al grano en este experimento son difíciles de explicar, pues aun con una mortalidad menor, el grano tratado con epazote tuvo menos daño que el tratado con chaparro amargoso. Es posible que aunque no hayan muerto, los insectos hayan sufrido en su capacidad de alimentación y oviposición.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- a). Varias plantas mostraron actividad tóxica contra Sitophilus zeamais Mots. Las que causaron una mortalidad corregida mayor que 20% a los 15, 63 y 133 días del inicio del experimento fueron: epazote (Chenopodium ambrosioides), chaparro amargoso (Castela texana), sangre de drago (Jatropha dioica), hierba del venado (Turnera diffusa) y jara (Baccharis glutinosa).
- b). Algunas plantas redujeron el desarrollo poblacional de S. zeamais no sólo por su acción insecticida sobre adultos, sino quizá también por otros modos de acción. Las especies que tuvieron porcentajes de emergencia menores de 50% a los 63 y 133 días del inicio fueron: epazote y chaparro amargoso.
- c). Debido a la mortalidad y al poco desarrollo poblacional, el daño al maíz se redujo notoriamente en dos tratamientos con plantas. Las especies con menos de 20% de daño a los 63 y 133 días fueron: epazote y chaparro amargoso.
- d). Considerando todas las variables estudiadas el primer experimento, las plantas más prometedoras fueron: epazote y chaparro amargoso. El neem también probó ser útil en el segundo experimento.
- e). La dosis de 2% de polvo de hoja de epazote, chaparro amargoso o neem es la más recomendable para tratamiento a maíz infestado con S. zeamais. Sin embargo, aun las dosis más bajas causaron una mortalidad satisfactoria. Como no hubo diferencia significativa entre dosis, cualquiera de ellas puede usarse con mortalidades de alrededor de 90% para epazote, 85% para chaparro amargoso y 80% para neem.



- f). El efecto del epazote se redujo notoriamente al hacerse viejo por lo que se recomienda aplicarlo inmediatamente después de la molienda o almacenarlo en un refrigerador hasta que se use. Además debe señalarse que la protección que ejerce el epazote sobre el maíz es relativamente corta. El chaparro amargoso fue de una residualidad mayor, pero las mismas recomendaciones son aplicables.
- g). Mientras no se haya definido la toxicidad para animales de sangre caliente, se recomienda retirar el polvo de hoja mediante tamizado antes de consumirse el grano.
- h). Se recomienda hacer pruebas de campo con mayores cantidades de grano y en condiciones reales de almacenamiento, para verificar la efectividad de los tratamientos recomendados.
- i). Se sugiere hacer las pruebas de toxicología de las especies mencionadas.

## 7. LITERATURA CITADA.

- Ahmed, S. and M. Grainge. 1986. Potential of the neem tree (Azadirachata indica Juss) for pest control and rural development. Econ. Bot. 40 (2) :201-208.
- Aguilar, J. 1987. Búsqueda de Alternativas Tecnológicas para la Conservación del Maíz y el Chile en la Sierra de Villa Alta, Oax. Ed. Gea. México. pp. 53--58.
- Akou-Edi, A. 1983. Effects of neem seed powder and oil on Tribolium confusum and Sitophilus zeamais. Proceedings of the 2nd. Int. Neem Conf. Ravischolzhausem. Lome. Togo. pp. 445-450.
- Ali, S. I., O. P. Singh and U. S. Misra. 1983. Effectiveness of plant oils against pulse beetle Callosobruchus chinensis Linn. Indian J. Ent. 45(1) pp. 6-8.
- Barberá, C. 1976. Pesticidas Agrícolas. 3a. Ed. Ediciones Omega, S. A. Barcelona, España. pp. 239, 242-243.
- Brannam, F. C., R. C. Roark. y Louis Feinstein. 1970. Insectos. Plagas de la Agricultura y Sistemas para Combatirlas. 3a Ed. Traducida en español. Meza Nieto, J., Martínez Torner, F. Editorial Herrero, S. A. México. pp. 225-227, 249-254.
- Cortez Rocha M., G. López Bennett y J. Borboa Flores. 1989. Utilización de extractos vegetales para control de Rhyzopetha dominica F. (Coleoptera: Bostrichidae) en trigo almacenado en el Estado de Sonora. Memoria XXIV Cong. Nal. Entom. Oaxtepec, Mor. Mayo 1989. p. 270.

- 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 control de Zabrotes subfasciatus (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) en grano de frijol almacenado. Memoria XXVI Cong. Nal. Entom. Veracruz, Ver. Mayo 1991. p. 470.
- Cuevas Salgado, M.I., C. A. Romero Nápoles. y J. Romero Nápoles. 1989. Búsqueda de plantas con propiedades tóxicas como alternativa para el control del gorgojo del maíz Sitophilus zeamais Mots. (Coleoptera: Curculionidae). Memoria XXIV Cong. Nal. Entom. Oaxtepec, Mor. Mayo 1989. pp. 374-375.
- Díaz Villanueva, G. E. 1985. Actividades de aceites vegetales para proteger maíz almacenado contra el gorgojo Sitophilus zeamais Mots. Colegio de Postgraduados. Tesis de Maestría en Ciencias. Chapingo, México. p. 36.
- Domínguez, X.A. 1976. Estado Actual del Conocimiento en Plantas Medicinales Mexicanas. Instituto Mexicano para el Estudio de las Plantas Medicinales, A. C. (IMEPLAM, A. C.) México, D. F. pp. 131-145.
- 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 Castela texana (T. & G.) Rose (Chaparro amargoso, bisbirinda). Rev. Latinoamer. Quim. 10: 138-140.
- García, R. I. 1984. Flora Medicinal II del Estado de México. Comisión Botánica Exploradora de México. Gobierno del Estado de México. 2 p.

- González, F. M. 1979. Plantas medicinales y su uso empírico en los Municipios de Mina y Anáhuac, N.L. México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. U.A.N.L. Monterrey N.L. pp. 31-34, 41-45, 51-53, 64.
- Harris, K. L., and C. S. Linblad. 1978. Postharvest Grain Loss Assessment Methods. Am. Assoc. Cereal Chem. St. Paul. Minn. pp. 83-86.
- IARI. 1983. Neem in Agriculture. Res. Bul. No. 40. Indian Agr. Res. Inst. New Delhi. pp. 1-3.
- Jacobson, M. 1986. Tije 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, 225.
- Kawas Garza, D. 1981. Plantas medicinales Útiles contra la tuberculosis y enfermedades del aparato respiratorio en el area metropolitana de Monterrey, N.L. México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. U.A.N.L. pp. 24-27, 94-99, 121-123.
- Lagunes Tejeda, A., C. Arenas Luna y C. Rodriguez Hernandez. 1984. Extractos Acuosos y Polvos Vegetales con Propiedades Insecticidas. PROAF-CONACYT-PCAFBNA-001299. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. pp. 2-6.
- Lagunes Tejeda, A. 1989. Búsqueda de tecnología apropiada para el combate de plagas del maíz almacenado en condiciones rústicas. Reporte al CONACYT. Clave PVT/AI/NAL/85/3149. Colegio de postgraduados, Chapingo, México. pp. 3-7.

- Leóns Martínez, J. y R. P. Salazar Saens 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. XXV Cong. Nal. Entom. Oaxaca, Oax. Mayo 1990. pp. 106-127.
- Lozoya, X. 1976. Estado actual del conocimiento de las plantas medicinales mexicanas. 1<sup>era</sup>. Ed. Co. IMEPLAM, S. A. pp. 116, 117, 137.
- Lozoya, X. 1982. Flora Medicinal de México. Plantas Indígenas. Inst. Mex. Seguro Social, México. pp. 31-41.
- Madueño Box, M. 1973. Cultivo de Plantas Medicinales. 2a Ed. Madrid, Publ. Ext. Agr. pp. 62-64.
- Martínez, M. 1969. Las Plantas Medicinales de México. 5a Ed. Ediciones Botas-México. pp. 119, 122, 135, 136.
- Nash, D. L. y Nancy P. Moreno. 1981. Flora de Veracruz. Inst. Nal. Inv. sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver. México. pp. 20-21.
- Olivares Saens, E. 1991. Notas de Experimentación Agrícola y Pecuaria. Apuntes de clase. FAUANL. Marín, N. L. México. pp. 31-37, 40-42.
- Ortega Arenas, L.D. y C. Rodríguez Hernández. 1991. Utilización de gordolobo Gnaphalium inortatum (Compositae) para la protección de maíz almacenado en condiciones rusticas. Memoria XXVI Cong. Nal. Entom. Veracruz, Ver. Mayo 1991. p. 472.

- Piñeyro López, A. 1976. Estado actual del conocimiento en plantas medicinales mexicanas. Inst. Mex. para el Estudio de las Plantas Medicinales, A. C. (IMEPLAM, A. C.) México, D. F. pp. 163-169.
- Robledo Guel, M. M. M. 1990. Biología de Sitophilus zeamais Mots. y pérdida de peso causadas en tres variedades comunes en el Noreste de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. UANL. pp. 7-9.
- Rodríguez T. S., M. González, F. y J. A. Martínez, G. 1988. Árboles y Arbustos del Municipio de Marín, N.L. Facultad de Agronomía. Univ. Aut. de Nuevo León. México. pp. 20-21, 44-45, 64-65, 68-73 82-83, 96-97, 112-113, 116-121.
- 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 Simp. Nal. sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. XXV Cong. Nal. Entom. Oaxaca, Oax. Mayo 1990. pp. 146-161.
- Sánchez, C. E. 1981. La herbolaria medicinal: su mercado en el Área de Monterrey, N. L. México. Un Estudio Etnobotánico. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. U.A.N.L. pp. 34-46.
- Saxena. R. C. 1989. Insecticides from Neem. In Insecticides of Plant Origin. Amer. Chem. Soc. Chapter 9. Manila, Philippines. 112 p.

- Saxena, R. C., G. Jilani, and A. Abdul Karreem. 1988. Effects of neem on stored grain insects. In M. Jacobson (ed). Focus on Phytochemical Pesticidas, Vol. 1. The Neem Tree CRC Press, Boca Raton Fla. USA. 111 pp.
- Steel D. R.G., and J. H. Torrie. 1960. Principles and Procedures of Statistics. Mc. Graw-Hill. Book. Co. INC. Ney York, U.S.A. pp. 111-112.
- Tortwani, M. G. and K. P. Srivastava. 1983. A review of neem research in India in relation to insects. New Delhi, India. 43-56 pp.
- Torres Herrera, S. 1981. Notas autoecológicas del coyotillo en los Municipios de Villa Aldama, Bustamante, y Lampazos de Naranjo, Nuevo León, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. U.A.N.L. pp. 22-27, 34-41.
- Vidales Estrada, M. 1991. Plantas tropicales en el combate del gorgojo del maíz Sitophilus zeamias Mots. (Coleoptera: Curculionidae). Subdirección de Estudios de Postgrado. FAUANL. Tesis de Maestria en Ciencias de Producción Agrícola. En prensa.
- Villarreal, Q. J. 1983. Malezas de Buenavista Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. pp. 86, 130, 240-241.
- Warthen, J. D., R. E. Redfern, E. C. Uebel, and G. D. Mills. 1978. An antifeedant for fall armyworm larvae from neem seeds. Agr. Res. Res. ARR-NE-1, USDA, Beltsville, Md. p 1.

