

---

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



Efecto de *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae)  
(Epazote) en polvo sobre el Gran Barrenador de los Granos  
*Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae)

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

P R E S E N T A

**TRINIDAD GARCIA VELA**

DIRECTOR DE TESIS: DR. MARIO RAMIREZ MARTINEZ  
GUADALAJARA, JALISCO.

1992

## DEDICATORIA

A mis padres Antonio y Margarita  
porque me dieron la vida, por su  
comprensión cariño y apoyo que  
siempre me han dado.

A mi hermana, hermanos,  
sobrinos y familiares, por  
su cariño.

A la maestra Virginia Domínguez R.  
y a Claudia, por todo lo que com-  
partimos juntas y por su amistad  
incondicional.

A mis amigas y amigos  
por el afecto que siempre  
me han brindado.

## A G R A D E C I M I E N T O S

Agradezo a todas aquellas personas e instituciones que de una u otra manera apoyaron y facilitaron la elaboración del presente trabajo de tesis:

- \* Departamento de Apoyo Académico de la Universidad de Guadalajara por la Beca-Tesis otorgada.
  - \* Dr. Mario Ramírez Martínez, investigador de la Unidad de Investigación en Granos y Semillas, Instituto de Biología, UNAM (UNIGRAS-IBUNAM) Campo Experimental Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, por la asesoría y dirección de la presente tesis.
  - \* Ing. Adolfo Espinosa de los Monteros Cárdenas, Ex-Director de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara.  
M. en C. Roberto Miranda Medrano, Ex-Secretario de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara y profesor de la misma.  
M.V.Z. Miguel Carbajal Soria, Ex-Secretario de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara y profesor de la misma.  
M. en C. Martín P. Tena Meza, Secretario y Profesor de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara.
- A todos ellos por apoyar y permitir que este trabajo se llevara a cabo en los laboratorios de dicha institución.
- \* A los Técnicos Docentes de los laboratorios de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara: QFB Ma. Cruz Arriaga R., QFB Ma. Guadalupe Pérez G., QFB Margarita Bonilla M., QFB Cynthia Temores R., - Biol. Guillermo Barba C., Biol. Claudia Hurtado, MVZ René Santibañez E. Biol. Dolores M. Barraquán R.

\* Dr. Pedro Garzón de la Mora, Ex-Director del Departamento de Investigación de la Facultad de Medicina, Universidad de Guadalajara e investigador de la Unidad de Investigaciones Biomédicas de Occidente (UTBO), IMSS.

Dra. Mercedes González Hita, investigadora del Departamento de Investigación de la Facultad de Medicina, Universidad de Guadalajara.

M. en C. Blanca Estela Bastidas R., investigadora del Departamento de Investigación de la Facultad de Medicina, Universidad de Guadalajara.

QFB. Ma. de Jesús Becerra García, técnica auxiliar de laboratorio del Departamento de Investigación de la Facultad de Medicina, Universidad de Guadalajara.

Gracias a todos por las facilidades otorgadas en los inicios de este trabajo.

\* M. en C. Humberto Gutiérrez Pulido, investigador del Instituto de Geografía y Estadística (IGE) de la Universidad de Guadalajara y Coordinador del Diplomado en control de Calidad de la misma Universidad. Por su valiosa asesoría en estadística del presente trabajo.

\* M. en C. Miguel Cházaro B., investigador del Instituto de Geografía y Estadística (IGE) de la Universidad de Guadalajara y a todos los auxiliares que laboran con él gracias, especialmente a la Biol. Rosa Ma. Patiño B., por la elaboración de los dibujos y por su gran ayuda.

\* Departamento de Computación del Instituto de Geografía y Estadística, IGE, Sobre todo a Armando Gallegos M. y Roberto Gallegos M.

\* Ing. Ernesto Ruvalcaba Márquez por las facilidades otorgadas en ANDSA (Almacenes Nacionales de Depósito S.A.).

\* Lic. Ramón E. Torres Rubio Y Lic. Víctor M. Becerra Montes. Gracias.

## C O N T E N I D O

Introducción .....	1
Antecedentes .....	20
Hipótesis .....	32
Objetivos .....	33
Materiales y Métodos .....	34
Resultados y Discusión .....	42
Conclusiones .....	72
Bibliografía .....	75



FACULTAD DE CIENCIAS  
HERBARIO  
HERFACUG

## I N T R O D U C C I O N

En la época actual el acelerado crecimiento demográfico, sobre todo en los países con un grado medio o bajo de desarrollo, crea un problema poblacional que repercute a nivel mundial ocasionando como consecuencia la necesidad de alimentar a un número cada vez mayor de personas (Díaz, 1990).

Parte importante de la dieta diaria de los humanos está constituida por granos, de tal manera que la producción y el manejo postcosecha de dichos básicos alcanzan valores que teóricamente permitirían sustentar el incremento desmesurado de la población. No obstante, en la práctica buena parte de la población no se beneficia con ello, debido principalmente a que los productos no llegan ni en cantidad ni calidad adecuadas como consecuencia de un desarrollo tecnológico deficiente en el área de manejo postcosecha; ésto se debe fundamentalmente al aporte limitado, tanto financiero como técnico para su investigación y evolución (Díaz, 1990).

Como consecuencia del escaso desarrollo tecnológico en el manejo postcosecha de granos, se producen fuertes pérdidas que afectan negativamente la posibilidad de alimentación y la economía de los países en desarrollo (Turrent, 1987; Díaz, 1990).

Miembros de la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas, FAO, estiman que el 5% de los granos cosechados se pierden antes de su consumo. La magnitud de las pérdidas varía en cada país todos los años, pero se sabe que en algunos países de América, parte de Africa y de Asia se pierde hasta un 30% de la cosecha anual. En México se merma hasta un 25% de la producción total del maíz, trigo y frijol (Ramírez, 1981).

Ramírez-Genel, en 1959, demuestra que en Chapingo se perdió un 30% de maíz cacahuazintle por la infestación de insectos de almacén antes de la cosecha y que en Cotaxtla, Veracruz, la infestación de maíz criollo llegó hasta 71% (Ramírez, 1981).

En el período 1970-1974, se reportó para México un déficit promedio anual de 0.532 millones de toneladas y en el quinquenio siguiente, 1975-1979, este déficit se triplicó llegando a ser 1,527 millones de toneladas que hubieron de ser importadas (Turrent, 1987).

En 1981, se dijo que en el país, se perdieron 47,000 millones de pesos en alimentos, de los cuales 9,484 millones de pesos correspondían a pérdidas en granos y cereales (Ramírez, 1988).

La producción nacional de cereales en 1982 fue de 22,826 millones de toneladas y la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), estimó una pérdida del 12% equivalente a 2.73 millones de toneladas y a 29,484 millones de pesos (Díaz, 1990).

Durante este mismo año, personal de la CONASUPO, aseguraron que existía un 10.9% de pérdidas de granos postcosecha en el país y que 2.5% se debían a insectos y microorganismos (Ramírez, 1988).

Para 1989-1990, la SARH reportó una producción nacional de maíz de 5'720,000 toneladas, las pérdidas ocasionadas por insectos fueron de 850,000 toneladas, es decir, un 15% aproximadamente del total de la producción lo cual equivale a 450 mil millones de pesos. En cuanto a la producción total de granos básicos en general, durante ese mismo año fue de 12 millones de toneladas y el costo de las pérdidas causadas por insectos fue de un billón de pesos (Díaz, 1990).

Tomando en cuenta los datos antes mencionados, se puede tener una idea de que el problema de la conservación de granos y semillas en nuestro país reviste mayor importancia - cuando se analiza la carencia de buenos almacenes y de medidas sanitarias adecuadas para el almacenaje; especialmente en las

áreas bajas cálidas y húmedas, las cuales propician la infestación por insectos, ácaros, hongos y roedores que dañan el grano (Ramírez, 1981).

Los insectos tienen mucha importancia en la pérdida de granos, harinas y semillas. En la actualidad, se reportan más de 300 especies en el mundo que dañan productos almacenados.

En México existen más de 30 especies que atacan esos productos, sin embargo, se considera que las más importantes y frecuentes son unas 15 especies de insectos.

Estos a su vez se pueden identificar como plagas primarias, es decir, que atacan el grano entero, limpio y no dañado por lo que tienen mayor importancia económica; o bien, como plagas secundarias las cuales atacan el grano dañado por una plaga primaria o por el hombre cuando hay recolecta o trilla (Ramírez, 1981,1988).

Los factores más importantes en la rapidez de la multiplicación de las plagas de granos almacenados son la temperatura y la humedad. La mayoría de los insectos no se reproducen exitosamente en un medio con humedad relativa y temperatura bajas (40% h.r., 10°C) o viceversa.

Cada especie tiene su conjunto de características físicas

para su óptimo desarrollo; a medida que las condiciones de temperatura y humedad van discrepando de las óptimas, el tiempo de desarrollo de huevecillo a adulto se prolonga y además, el número de huevecillos disminuye. En condiciones tropicales, los insectos se reproducen muy rápidamente y completan su ciclo de vida en unas pocas semanas y cada hembra pone un gran número de huevecillos (Ramírez, 1981). Debido a ésto, en muchos países tropicales y subtropicales, algunos insectos son capaces de invadir los granos antes de la cosecha, por lo que las pérdidas son mucho más altas que en los países templados o fríos. En México, sobre todo en la Mesa Central y en las zonas tropicales, la infestación de los granos comienza desde el campo causada por insectos, tal es el caso de Prostephanus truncatus (Horn), tiene mucha importancia, especialmente para determinados cultivos, como por ejemplo el maíz el cual es un cereal básico en la alimentación del pueblo mexicano y en general, de los países subdesarrollados (Ramírez, 1981; Parsons, 1990).

El maíz desempeña un papel muy importante en los países Latinoamericanos tanto económica como culturalmente. Se puede afirmar que éste se cultivaba y comercializaba en América desde la época Precortesiana y que las diferentes civilizaciones que florecieron en México y en el Noroeste de América del Sur (Aztecas, Mayas e Incas entre otros), rendían

culto a esta gramínea y consagraban las primicias de la cosecha al dios respectivo. Así por ejemplo, en México la diosa del maíz para los Toltecas se llamaba "Centeocihuatl"; el dios del maíz para los Teotihuacanos, Aztecas y Totonacas era "Centeotl" y para los zapotecas "Pitao-Cozobi" (González y Guevara, 1971; Cronquist, 1982; Peña, 1983; Parsons, 1990).

El maíz se cultiva en América principalmente en las regiones cálidas, pero también se puede cultivar en regiones templadas o frías; es decir, va desde la región de los Grandes Lagos en Canadá, hasta el Sur del Continente en Chile y Argentina. Se puede decir que es un cereal que se adapta ampliamente a diversas condiciones ecológicas y edáficas; debido a lo cual se cultiva en casi todo el mundo (Cronquist, 1982; Parsons, 1990).

El maíz ocupa el tercer lugar en la producción mundial, después del trigo y el arroz. También desempeña un papel muy importante en la alimentación animal, tanto por su forraje como por sus granos enteros, molidos o quebrados. Además en la industria se procesa para obtener un gran número de productos y subproductos como: aceite, harinas, colodión, celuloide, explosivos, papel, plásticos, jabón, glicerina, emulsiones, productos medicinales y farmacéuticos, entre otros (Parsons, 1990).

Debido a la gran importancia que tiene este cereal, existe la necesidad de conservarlo impidiendo que se pierda en cantidad y en calidad.

#### Métodos de control

Antes del siglo XIX el control de los insectos no se basaba en planes organizados.

Tal vez el primer consejo escrito en Occidente sobre cómo enfrentar a los insectos de la agricultura fue el de Linneo en 1735 (Gastón, 1980).

#### Prácticas tradicionales de control

El manejo tradicional de los granos en su etapa de post-cosecha se ha orientado fundamentalmente a la práctica de almacenar grandes volúmenes y a realizar sobre ellos actividades de conservación orientadas principalmente al control de plagas, siendo los insectos los organismos más combatidos en función de las pérdidas que ocasionan (Díaz, 1990).

Algunos métodos de control tradicionales son:

- 1.-Exposición al sol. Los insectos al estar expuestos a los rayos del sol (40°- 44°C) abandonan el grano, este método no siempre resulta apropiado ya que los huevecillos y larvas permanecen en el interior del grano (Rodríguez, 1987).

2.-Ahumado. El humo y el calor del fuego ahuyenta a los insectos del grano, algunos agricultores realizan esta práctica almacenando las semillas sin desgranar en plataformas elevadas de madera y hacen pasar humo por debajo de éstas (Rodríguez, 1981).

En la región de Tabora (Africa del Este), por ejemplo, los agricultores construyen sus almacenes junto a la cocina, - ésto con el fin de que las mazorcas y semillas estén expuestas continuamente al humo que se desprende cada vez que se cocina, de tal manera que ello sirva como medida de control de plagas. Sin embargo, se ha observado que esta medida no es del todo efectiva (Hodges et al., 1983).

3.-Almacenamiento de maíz en mazorcas. Algunos agricultores almacenan su grano sin desgranar, de tal manera que las hojas de la mazorca dan cierta protección al ataque de los insectos (Rodríguez, 1987).

4.-Mezclado de arena, cal o ceniza con el grano. La arena, cal o ceniza actúan como abrasivos en el integumento de los insectos provocándoles daños mecánicos y los insectos mueren por desecación (Rodríguez, 1987; Díaz, 1990).

### Control químico

La industria moderna de los plaguicidas empezó después de la Segunda Guerra Mundial, aprovechando el descubrimiento de las propiedades del DDT (Dicloro-difenil-tricloroetano) y el Lindano. Desde entonces los laboratorios químicos han proporcionado a los agricultores poderosos venenos contra los diferentes tipos de plaga; la mayoría de ellos son compuestos organoclorados y organofosforados (Gastón, 1980; Restrepo, 1988).

En México como en el resto del mundo, el control de plagas de almacén se realiza principalmente mediante el uso de productos químicos. Se considera que el empleo de insecticidas organoclorados de nuestro país inició en 1946 tanto en la salud pública como en la agricultura (Restrepo, 1988; Díaz, 1990).

A pesar de que el uso extensivo de los plaguicidas ha ocasionado graves problemas, que cada vez se vuelven más agudos y más importantes, se siguen considerando como el método básico de la entomología económica aplicada por la "facilidad" y la frecuencia de su empleo (Ramírez, 1981; Díaz, 1990; Pérez, 1990).

La estrategia química además de ser inadecuada para combatir las plagas es peligrosa (Restrepo, 1988).

Los inconvenientes del control químico pueden establecerse desde diferentes puntos de vista, como son:

a) Biológico. El uso indiscriminado de los insecticidas ha ocasionado el desarrollo de resistencia al efecto tóxico de dichos productos en diversos insectos plaga y en algunas principales plagas de granos almacenados; resistencia que se debe al gran poder de adaptación que tienen los insectos como resultado de la gran variabilidad genética que presentan y de su rápido y corto tiempo de reproducción y desarrollo, favorecida además por el largo tiempo que se han venido utilizando los mismos productos insecticidas y por el mal uso que se han hecho de ellos al no aplicar dosis adecuadas, - sino subdosis o sobredosis (Restrepo, 1988; Díaz, 1990; Pérez, 1990; Alpuche, 1991). Aunado a ésto, se ha comprobado que los plaguicidas ocasionan la extinción de depredadores naturales de insectos y ésto provoca que se incrementen las plagas, o bien, que especies que no eran importantes como plagas se conviertan en dañinas y para combatir las se recurre a la aplicación de mayor cantidad y más elaborados compuestos químicos (Gastón, 1980; Restrepo, 1988).

b) Ecológico. La fabricación, distribución y empleo de compuestos químicos constituye un peligro para la comunidad. Por principio, significa una amenaza para toda persona que

tiene contacto directo con tales compuestos, tanto en una fábrica como en el campo, debido a su alta toxicidad. Además, el empleo de compuestos químicos causa impactos negativos al ambiente debido a que contaminan el agua, el aire y el suelo; o bien, ponen en peligro o incluso destruyen poblaciones de aves, peces y otros animales silvestres.

También implica alteraciones en la salud pública por consumir productos que contienen residuos agroquímicos. En el caso de los granos almacenados, el uso de insecticidas además de contaminar el grano, puede dañar el poder germinativo del mismo (Ramírez, 1981; Restrepo, 1988; Díaz, 1990; Alpuche, 1991).

c) Legislación sanitaria. En México, son pocos los productos químicos permitidos para utilizarse en el control de insectos de almacén, esto se debe, entre otras cosas, a que el obtener un registro y autorización sanitaria para el uso de un plaguicida en este campo implica un proceso muy laborioso y muy largo. Por otro lado, aunque algunos productos están estrictamente limitados para utilizarse en los países desarrollados por los daños que provocan y por su alta toxicidad, estos productos son exportados a los países del Tercer Mundo (Restrepo, 1988; Díaz, 1990).

d) Economía y operatividad. El control químico implica costos elevados porque además de que los productos son importados y caros, las técnicas que emplea se enfocan a la erradicación o eliminación total de la plaga ya existente y que ha provocado un daño irreversible del producto (Gastón, 1980; Díaz, 1990). Otro problema operativo que se presenta es la carencia de equipo adecuado para la aplicación de los plaguicidas y si se llega a contar con el por lo general es importado y muchas veces no reúne las características necesarias para una buena operación en las condiciones de trabajo del país; además de que en muchas ocasiones el personal operativo encargado de su manejo no es adiestrado para utilizarlo adecuadamente, de tal manera que debido al mal uso se provocan desajustes o descomposturas que conducen a la inutilización de éste (Díaz, 1990).

A pesar de los graves problemas que han ocasionado los plaguicidas, hay que señalar su utilidad cuando existe un brote inesperado de plaga, salvo en el caso de una plaga que sea ya resistente. Pero el paso desde el uso prudente al abuso del plaguicida no es fácil de evitar. Aparentemente los beneficios económicos obtenidos por el uso del plaguicida exceden las pérdidas que se registran por los efectos inesperados. Esto es así seguramente por que no es fácil cuanti-

ficar los daños ecológicos, lo que amenaza seriamente la sobrevivencia de la naturaleza y por ende la del ser humano como parte de ella, es por ello que actualmente la investigación mundial se está enfocando a desarrollar métodos de control no químico de plagas (Restrepo, 1988; Alpuche, 1991).

#### Uso de productos vegetales en el control de plagas

Las publicaciones de la herbolaria del México prehispánico, contienen poca información sobre plantas con efecto insecticida debido quizás a que el uso de las plantas estaba más concentrado hacia la búsqueda de propiedades medicinales, y porque la complejidad de los agroecosistemas en el México antiguo inhibía la explosión de poblaciones insectiles a niveles epidémicos (Lagunes et al., 1984).

Sin embargo, existen referencias de principios de siglo que nos informan que contra la mosca y gusano de la naranja y del mango, y contra el picudo del algodnero se asperjaban soluciones en base a la hierba de la cucaracha (Haplophyton cimidum) (Lagunes et al., 1984).

La información de qué plantas y qué partes de la planta deben mezclarse con el grano, se transmite verbalmente de padres a hijos (Rodríguez, 1987).

Así, se sabe que en Toluca se usa la raíz de chichicamole o sanacoche, Michosechium helleri Cong (Cucurbitaceae), contra la gallina ciega. En Puebla se utiliza la semilla de Trichilia havanensis Jacq. (Meliaceae) conocida como "Xopiltetl", la que aplican como pasta para impregnar la semilla del maíz antes de la siembra, este tratamiento se considera efectivo para repeler el ataque de parásitos durante la germinación. En Ixtapan de la Sal, Estado de México, se acostumbra intercalar plantas secas de Artemisia ludoviciana (Compositae) entre los costales de maíz para evitar el daño de gorgojos (Lagunes et al., 1984).

Los primeros insecticidas que merecen llamarse como tales, fueron de origen botánico (Gastón, 1980). Existen muchas plantas cuyos extractos poseen propiedades insecticidas, sin embargo, desde el punto de vista comercial sólo se han aprovechado los principios activos de algunas de ellas (Lagunes et al., 1984). Entre los más conocidos se encuentran las flores del piretro, Chrysanthemum cinerariaefolium (Trevir.) Vis., explotadas en Europa desde el siglo XIX, que popularmente se les denominaba "polvos de Persia", pasto-pulga, mata-pulga y manzanilla pérsica; se supone que se empleaban para controlar piojos de humanos (Gastón, 1980; Lagunes et al., 1984).

Las infusiones de hojas de tabaco, Nicotiana tabacum L., se utilizaron por primera vez en 1690 en Francia contra las mosquillas de los perales. La nicotina que es un alcaloide principalmente se ha usado como insecticida desde el siglo XVIII. Los tallos y raíces molidos de la Riania (Ryania speciosa) y las semillas pulverizadas de la sabadilla (Schoenocaulon officinale), se han empleado para controlar piojos de humanos, trips, hemípteros y homópteros fitófagos. Las plantas de los géneros Millettia sp., Mundulea sp. y Tephrosia sp., se usaban desde tiempos inmemoriales como veneno para peces; más tarde se extrajeron los alcaloides que han sido utilizados con fines insecticidas a partir de la década de 1920. La rotenona (Derris eliptica, Derris malaccensis, Lonchocarpus utilis y Lonchocarpus nicou), además de servir como veneno de peces, se empleaba para el combate de insectos en los cultivos de coles y en los árboles de nuez moscada (Gastón, 1980; Lagunes et al., 1984).

El árbol Neem (Azadirachta indica A. Juss), nativo de la India, ha probado tener muchas propiedades plaguicidas. Es efectivo para controlar insectos, ácaros, nemátodos y hongos. Posee en sus hojas, frutos, semillas y corteza Azadirachtina, salanina y meliantrol que tienen efectos antialimentarios, repelentes y reguladores del crecimiento sobre las plagas de cultivos y de los productos almacenados. Para

proteger éstos últimos, se han mezclado hojas secas enteras, polvo de semilla, pasta de semilla, aceite de semilla y extractos acuosos. Actualmente este árbol se está diseminando en México para que pueda estar al alcance de los agricultores (Leos, 1990).

Ahora se ha retornado al pasado, ya que en los últimos años, a partir de 1980, se ha generado bastante información acerca del uso de plantas como una posible alternativa de control de plagas que sustituya al control químico (Lagunes et al., 1984; Rodríguez, 1990).

Así por ejemplo, Don-Pedro (1985) encontró toxicidad en los polvos de cáscara de naranja y toronja secados al sol contra adultos de Callosobruchus maculatus (F.) en frijol almacenado (Rodríguez, 1987).

Malik y Mujtaba (1983) evaluaron la actividad de los rizomas de Saussurea lappa (D.C.) en contra de Tribolium castaneum (Herbst.) y Rhyzopertha dominica F., y encontraron que presenta una buena actividad repelente.

Contra el gorgojo del maíz, Sitophilus zeamais (Mots.), se ha observado que las hojas de huizache (Acacia farnesiana), causa gran mortalidad y disminuye la emergencia de adultos, al igual que las hojas de anona (Annona diversifolia) y las

hojas del guamúchil (Pithecellobium dulce) (Cuevas, 1990).  
Contra este mismo insecto, Espín (1989), evaluó el efecto de las hojas de ixcate (Hyppocratea celastroides) y la corteza de parota (Enterolobium cyclocarpum) y observó que ambas causan una alta mortalidad y disminuye la emergencia de nuevos adultos. Además el ixcate le dió una protección al grano de un período de cinco meses.

La cancerina, Hyppocratea excelsa, es una planta medicinal que se ha evaluado recientemente en forma de polvo y de extracto acuoso a diferentes dosis y se ha observado que es altamente efectiva para combatir insectos de productos almacenados como Prostephanus truncatus, Sitophilus zeamais, Acanthoscelides obtectus y Zabrotes subfasciatus, entre otros (Rodríguez, 1990).

En general, se considera que existen alrededor de 1,169 plantas pertenecientes a 159 familias con efectos tóxicos - para 112 especies de artrópodos. Las formas de utilización - son muy variables, por ejemplo, los componentes tóxicos de algunas plantas son extraídos con petróleo, acetona, alcohol o algún otro solvente, incluso agua o mediante el calentamiento de la planta en agua. También se utiliza en forma de polvo por maceración de la planta seca (Lagunes et al., 1984).

Algunas sustancias tóxicas no son estables en el medio y se pueden transformar en compuestos inocuos. Sin embargo, los compuestos tóxicos de ciertas especies vegetales permanecen estables a pesar de largos períodos de secado o almacenamiento de la planta (Rodríguez, 1987).

Los polvos vegetales pueden presentar diversas propiedades:

- 1) **Insecticidas de contacto:** La sustancia es capaz de penetrar por el integumento al cuerpo del insecto y causarle la muerte.
- 2) **Sustancias antialimentarias:** Inhiben la alimentación normal de los insectos y les provocan daños que van desde la reducción de peso, capacidad biótica hasta la muerte.
- 3) **Agentes morfogénicos:** Son capaces de provocar cambios morfológicos letales para los insectos.
- 4) **Sustancias repelentes:** Provocan un alejamiento de los insectos de la fuente de alimentación

El uso de productos vegetales puede tener las siguientes ventajas:

- \* Son renovables.
- \* Son biodegradables y por lo tanto no contaminan.
- \* Son selectivos contra insectos plaga.
- \* Son económicos.

Además, se necesitan buscar alternativas que permitan aplazar cada vez más la resistencia de los insectos y evitar la contaminación con productos residuales persistentes (Lagunes et al., 1984; Rodríguez, 1987; Rodríguez, 1990).

## A N T E C E D E N T E S

*Prostephanus truncatus* (Horn) es un coleóptero que se conoce comúnmente como el Gran Barrenador de los Granos, es una plaga de maíz y lo ataca antes de ser cosechado y durante todo el período de almacenamiento, pero además puede dañar otros productos almacenados como la yuca (*Manihot esculenta*), diferentes tipos de madera y algunos cereales (Shires, 1977, - 1979; Ramírez, 1981; Harnish, 1984; Wright, 1986).

Originalmente este insecto fue designado como *Dinoderus truncatus* por Horn en 1878, pero posteriormente Lesne en 1897 creó un nuevo género: *Prostephanus*, así que actualmente se describe como *Prostephanus truncatus* (Horn) (Wright, 1986)

Este insecto se encuentra distribuido desde el Sur de Estados Unidos de América, México y Centroamérica, hasta el Norte de Sudamérica, pero debido al intercambio comercial y cultural del maíz, se ha dispersado al Medio Oriente (Irak e Israel) aunque en estos países no ha llegado a establecerse (Shires, 1977, 1979; Ramírez, 1982, 1987; Hodges, - 1983, Wright, 1986).

En México, se localiza principalmente en zonas tropicales, subtropicales y templadas; es muy abundante en la zona Occidente del país, abundante en la zona Centro y poco abundante en la zona Sur (Rodríguez, 1987; Ramírez, 1988).

En 1980 fue introducido en Africa afectando la región de Tanzania en donde arrasó literalmente con la producción de maíz y otros productos agrícolas comestibles como la yuca y el caupí (cierta variedad de frijol). Posteriormente se extendió esta plaga hacia Kenya, Uganda y Burundi (Africa del Este), en Togo y Benin (Africa del Oeste) (Hodges, 1983; Harnish, 1984; Wright, 1986; Ramírez, 1987).

La infestación por P. truncatus en Tanzania se considera relevante debido a que es una especie introducida que probablemente se pueda extender a todo el Continente Africano (Hodges, 1983).

P. truncatus es una plaga primaria que causa daño tanto en su estado larval como en su estado adulto, barrenando los granos en la región basal (cerca del embrión), se alimentan del endospermo y producen abundante polvo (harina), dejando sólo la cubierta o cascarilla (Rodríguez, 1987).

Se ha observado que las variedades de maíz opaco, con pericarpio menos duro y alto contenido de lisina y triptofano

son más vulnerables al ataque y por lo tanto más dañadas (Ramírez et al., 1981; Ramírez y Silver, 1983; Rodríguez, 1987).

Por otro lado, cuando el insecto termina con su fuente básica de alimento que son los granos de maíz, suele deteriorar estructuras y utensilios de madera y plástico de los campesinos, telas de algodón, suelas de zapatos, cartón y papel o bien, puede dañar otros productos como son arroz, trigo, cacahuate, café y algunas variedades de frijol y garbanzo (Ramírez, 1987).

Las características morfofisiológicas y conductuales que P. truncatus exhibe no han cambiado substancialmente durante su proceso adaptativo al barrenar maíz y otros productos comerciales, ya que sus hábitos xilófagos aún siguen manifestándose en sus apéndices gnatales, lo elongado de su cuerpo, algunas estructuras de las alas y patas y algunos rasgos de su aparato digestivo y sobre todo la presencia de micetomas, prueban que fenotípicamente P. truncatus provoca la casi total destrucción de su recurso, el grano, con los devastadores problemas económicos. (Ramírez, 1990).

El adulto del Barrenador Mayor de los Granos, mide más o menos 4.3 mm de largo, es de color café oscuro o castaño y de cuerpo cilíndrico, alargado y con la parte posterior truncada. El protórax presenta protuberancias y dientecillos en el frente y está cubierto así como los élitros, de numerosas depresiones circulares. La cabeza es retráctil dentro del protórax; los ojos son grandes y alargados (Fig. 1) (Rodríguez, 1987; Ramírez, 1988).

La diferencia entre los sexos está determinada por el tamaño y la distancia de los tubérculos clypeales, son más prominentes y están más separados en las hembras (Fig. 1) (Shires & McCarthy, 1976).

Las formas inmaduras son larvas pequeñas de color blanco y pasan por cinco instars, éstas al emerger del huevecillo atacan los granos; viven dentro del grano o entre el polvo de éste (Ramírez, 1980; Rodríguez, 1987).

El adulto posee unas poderosas mandíbulas y presenta unos grandes espolones en los tarsos del primer par de patas lo cual le permite empujarse y sostenerse entre las hileras de granos de la mazorca (Ramírez, 1990).

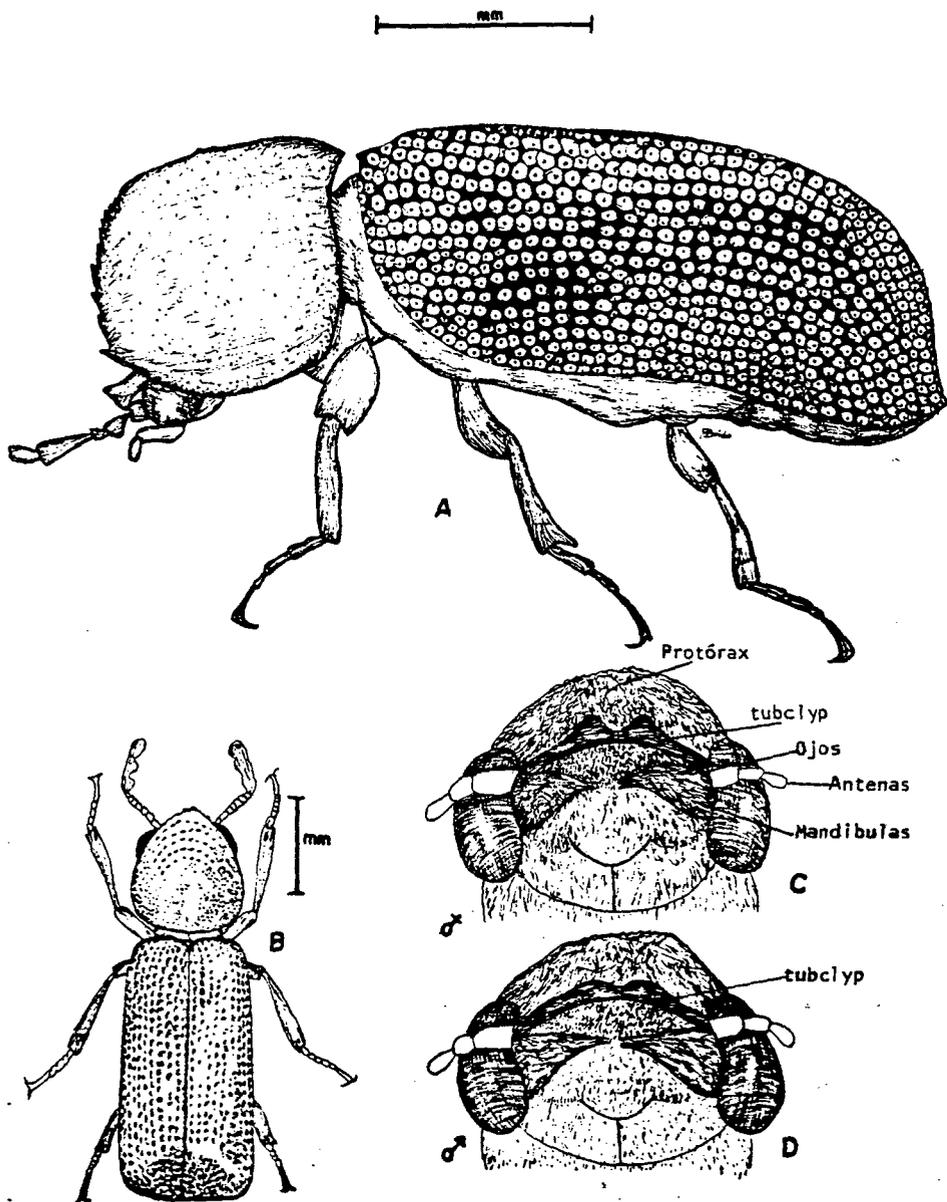


Fig. 1) A) Vista lateral del adulto Prostehomus truncatus (Horn)

B) Vista dorsal de P. truncatus (Horn)

C y D) Región anterior de la cabeza de P. truncatus que muestra la diferencia entre la prominencia de los tubérculos clypeales (tubclyp) para determinar el sexo.

Prostephanus truncatus (Horn) es una especie muy longeva, con un período de oviposición extenso y con un desarrollo inmaduro rápido (Shires, 1980).

La oviposición inicia de 5 a 10 días después de que emerge el adulto y alcanza su máximo en 15 o 20 días (Shires, 1977). La hembra deposita los huevecillos dentro del grano, preferentemente hacia la región apical o en desperdicios de éste. En promedio, el número total de huevecillos puestos por una hembra es de 50 a 60 y pueden poner como máximo hasta 145 huevecillos (Shires, 1980; Ramírez, 1981).

Chittenden (1911) observó que el ciclo de vida completo de este coleóptero duraba alrededor de 6 1/2 semanas en temporadas cálidas y Ramírez-Genel (1966) reportó para México una duración de entre 4 y 6 semanas (Shires, 1980; Ramírez, 1981).

La vida promedio que se ha calculado en el adulto de este insecto es de 45 a 50 días para los machos y de 60 a 65 días para las hembras. Aunque puede presentarse como máximo 107 días para los machos y 112 días para las hembras (Shires, 1980).

Son insectos de vuelo activo torpe y lento caminar.

Por otro lado, P. truncatus prefiere temperaturas y humedades elevadas (30-35°C y 70-80% de humedad relativa),

pero también es capaz de subsistir y desarrollarse a temperaturas bajas (22°C) y en un rango de 45-80% de humedad relativa (Shires, 1979).

Es decir, se considera que es un insecto que se desarrolla mejor en zonas tropicales pero es especialmente tolerante a condiciones secas y ésto último favorece su desarrollo pues sus parásitos, depredadores y competidores no son muy tolerantes a condiciones secas (Shires, 1977).

Se ha intentado detener el avance de P. truncatus con métodos convencionales, como lo es el uso de productos químicos (malathion, pirimiphos-methyl, etc.), pero desafortunadamente ésto no ha surtido el efecto deseado ya que son productos extremadamente tóxicos para otros animales, incluyendo al hombre (Hodges et al., 1983; Watters, 1983; Harnish, 1984; Ramírez, 1987).

Actualmente científicos del Canadá, Estados Unidos de América, Inglaterra, Francia, Alemania, Tanzania, Honduras y - México, buscan la manera de combatir y/o controlar al Gran Barrenador de los Granos (Ramírez, 1987).

Ingleses, norteamericanos, japoneses y mexicanos en Monterrey trabajan con aplicación de feromonas como son Truncall I y II, para el control del barrenador (Ramírez, 1987; Leos, 1990).

En Costa Rica, el Ing. Jürgen Böye de la Universidad de Kiel, Alemania del Este, ha realizado investigaciones para recolectar parásitos y predadores para aplicarlos como posible control biológico de este insecto y ha encontrado ya a más de 30 de éstos (Ramírez, 1987).

En Yucatán, México, se ha observado que el coleóptero -- Teretriosoma nigrescens Lewis es un buen depredador de P. truncatus (Horn) en el campo (Herrera et al., 1989).

En la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) se ha experimentado con un ácaro (Pyemotes tritici) depredador de todos los estados de desarrollo de este coleóptero (Ramírez, 1987).

En el Instituto de Física de esa misma Universidad, se ha experimentado con radiaciones, utilizando Cobalto-60 y rayos gamma para observar se sensibilidad a ellas y proponerlas como posible método de control (Ramírez y Ramos, 1979; Watters, 1983).

Investigadores de Francia y México han trabajado un posible control fisiológico mediante el estudio de la morfología interna y fisiología enzimática del aparato digestivo del insecto (Ramírez, 1987).

En el CIMMyT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) de Texcoco, en la Facultad de Ciencias de Ottawa, --

Canadá, en el CINVESTAV (Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados) de Irapuato, en el International Institute of Tropical Agriculture de Nigeria y en la UNAM de la Ciudad de México, están experimentando con variedades de maíz en diversas regiones de Latinoamérica y Africa para encontrar posibles variedades de maíz resistentes al daño de P. truncatus (Ramírez et al., 1981; Ramírez y Silver, 1983; Ramírez, 1987).

En la Universidad de Chapingo (UACH), se ha probado la capacidad que tienen algunos polvos minerales para combatir al Gran Barrenador. Además, se han realizado numerosos experimentos para evaluar extractos y polvos vegetales con posible actividad repelente que puedan controlar este insecto o cualquier otra plaga agrícola y de productos almacenados (Sánchez y Lagunes, 1988; Lagunes y Rodríguez, 1988).

Tal es el caso de Chenopodium ambrosioides L. (epazote) que ha sido utilizado licuado y hervido con agua sobre poblaciones de mosquita blanca Bemisia tabaci Gen y Trialeurodes vaporariorum West (Homoptera:Aleyrodidae) que ataca el frijol en Zacatepec, Morelos y se encontró que no disminuyó el número de huevecillos pero sí tuvo acción repelente sobre los adultos que no ovipositaron después del tratamiento (Domínguez et al., 1988).

En Pakistan, se experimentó con las hojas de epazote en polvo contra Tribolium castaneum (Herbs) y Rhyzopertha dominica F. y se observó que presentaba una gran actividad antialimentaria (Malik y Mujtaba, 1983).

En el Congo, Chenopodium ambrosioides L., es una de las plantas utilizadas comúnmente por los agricultores para proteger al frijol del ataque de Acanthoscelides obtectus (Say) y Callosobruchus maculatus (F.). De tal manera que se realizaron experimentos contra Caryedon serratus (Ol.) para investigar su toxicidad y se encontró que esta planta provocó una alta mortalidad (90%) en los adultos de este brúquido, además provocó una reducción significativa en la oviposición (Delobel y Malonga, 1987).

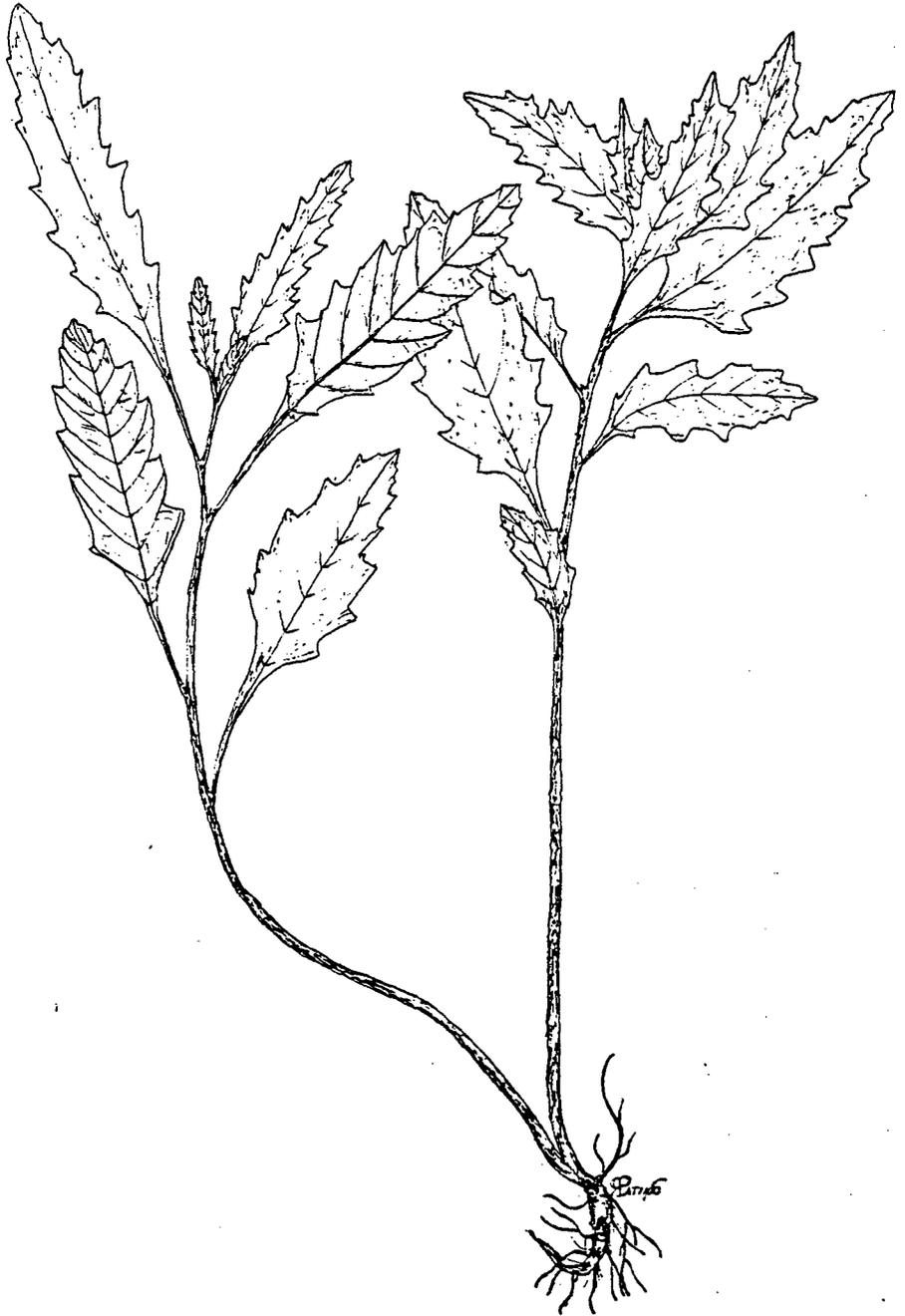
Chenopodium ambrosioides L., se ha utilizado también contra Musca domestica y Periplaneta americana en forma de polvo y extracto acuoso y se ha observado que presenta una toxicidad moderada (Dosis letal del 30%) (Lagunes et al., 1984).

En México, Chenopodium ambrosioides L., conocido comúnmente con el nombre de epazote, abunda en todo el país en estado silvestre o cultivado. Además, se reporta en algunos otros países como son Estados Unidos de América, Puerto Rico, Brasil, Australia, Norte de Pakistán y en el Congo, entre otros (García, 1973; Martínez y Matuda, 1979; Malik y Mujtaba, 1983; Lagunes et al., 1984; Delobel y Malonga, 1987).

El epazote es una planta herbácea de hojas alargadas, irregularmente dentadas, alternas, de color verde amarillento y que despiden un aroma característico muy intenso, sobre todo cuando se estrujan. Las flores son muy pequeñas y se producen en espigas axilares y terminales, son de color blanco (Fig.2) (Martínez, 1969, 1987; García, 1973; Martínez y Matuda, 1979).

Según Bley (1827), contiene aceites esenciales, albúmina, resina blanda, almidón, goma, clorofila, gluten, fiteumacola, fibra vegetal y sales (Martínez, 1969).

Esta planta se utiliza contra la corea o mal de San Vito; se considera que es un buen emenagogo, ya que activa la menstruación cuando está detenida por atonía del útero; tiene propiedades vermífugas, pues se utiliza para eliminar toda clase de parásitos (helminetos, oxiuros, áscaris, etc.). De acuerdo con Kerharo (1974), debe sus propiedades ascaricidas a peróxidos terpénicos; posee propiedades estomáquicas y tónicodigestivas; es excitante y se ha utilizado con buenos resultados en las enfermedades nerviosas. Este epazote se añade como condimento en la preparación de algunos alimentos. En general, se han utilizado más sus propiedades medicinales que sus propiedades insecticidas contra diversas plagas (Martínez, 1969; García, 1973; Martínez y Matuda, 1979; Delobel y Malonga, 1987).



(Fig. 2) Chenopodium ambrosioides L. (Epazote)

### H I P O T E S I S

Los campesinos utilizan empíricamente algunos productos de origen vegetal, como es el caso de Chenopodium ambrosioides L. (epazote), para obtener efectos repelentes sobre insectos que dañan granos almacenados por lo que en pruebas de laboratorio debe observarse algún efecto.

O B J E T I V O   G E N E R A L

- 1.-Determinar la actividad de Chenopodium ambrosioides L. (epazote) contra Prostephanus truncatus (Horn).

O B J E T I V O   P A R T I C U L A R

- 1.1.- Observar el efecto que causa Chenopodium ambrosioides L. (epazote) en polvo contra Prostephanus truncatus (Horn) estudiando su mortalidad por el contacto prolongado con el polvo vegetal.

## M A T E R I A L E S Y M E T O D O S

Para mantener los cultivos y realizar las pruebas con P. truncatus (Horn), se utilizó maíz cacahuazintle, éste fue seleccionado por ser de la preferencia del insecto debido a que es un grano con alto contenido de almidón, opaco y no muy duro.

El maíz se limpiaba manualmente para retirar aquellos granos que estuviesen dañados, quebrados o manchados; ésto para evitar la posible presencia de otras especies de plagas y para no tener errores al realizar las pruebas experimentales.

Posteriormente el maíz ya limpio se refrigeraba a una temperatura aproximada de  $-6^{\circ}\text{C}$  durante 30 días, al término de ese tiempo se procedía a lavarlo, primero con agua jabonosa restregándolo un poco, inmediatamente se enjuagaba con agua limpia para pasarlo después por agua clorada y enseguida se enjuagaba nuevamente con agua limpia para quitar el exceso de cloro, posteriormente se secaba al sol durante 7 u 8 horas. Este proceso de lavado debe ser rápido para que el grano no absorba demasiada humedad.

Finalmente y una vez seco, el maíz se conservaba en frascos de vidrio de 2,500 ml de capacidad, previamente esterilizados, para evitar posible contaminación por hongos u otros organis-

mos, estos frascos se cerraban muy bien hasta que el maíz se fuera a utilizar.

La planta de Chenopodium ambrosioides L. (epazote) se obtuvo en el mercado y se procedió a su identificación para tener la certeza de que se trataba de la misma especie a utilizar. La planta se secó a temperatura ambiente, a la sombra; después se separaron las hojas y los tallos y se pulverizaron individualmente en un mortero de porcelana. Los polvos que se obtuvieron se conservaron separadamente en frascos de vidrio esterilizados y se etiquetaron.

En general, todos los frascos que se utilizaron eran de vidrio y con tapa metálica de rosca; éstos se lavaron muy bien y después se esterilizaron en una autoclave para tratar de controlar alguna posible contaminación de microorganismos en los cultivos y experimentos.

Además, las tapas de los frascos que se utilizaron para todos los cultivos, se perforaron al centro y esta abertura se cubrió con una malla de alambre y también se colocó papel filtro, esto para permitir el intercambio de aire y evitar la posible entrada de pequeños organismos al interior de los recipientes que pudieran alterar los cultivos, tales como los ácaros.

Por otro lado, antes de iniciar cualquier cultivo, ya fueran masivos, generacionales o experimentales, previamente se ponía en sus respectivos frascos una cantidad determinada de maíz para cada tipo de cultivo y se colocaban en la cámara de cultivo el tiempo necesario para que se ambientara el grano, de tal manera que al medir su contenido de humedad, éste estuviera entre 11.5 y 12%.

La cepa de P. truncatus (Horn) fue proporcionada por el Dr. Mario Ramírez Martínez de una muestra obtenida en Tequila, Jal., en 1987.

El procedimiento para iniciar y establecer la cría de este insecto fue el siguiente:

En frascos con capacidad de 2,500 ml, se colocó 1.5 Kg de maíz cacahuazintle y se agregaron aproximadamente 200 insectos tomados al azar; se colocaron en una cámara de cultivo a una temperatura de  $30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y a una humedad relativa de  $70\% \pm 5\%$  y con un período de 12 horas de luz por 12 horas de oscuridad. Estas condiciones prevalecieron para todos los cultivos y experimentos que se realizaron.

La finalidad de realizar éstos Cultivos Masivos fue la de incrementar la densidad poblacional de los insectos y contar con los bostríquidos suficientes para llevar a cabo las pruebas experimentales.

Para preparar los Cultivos Generacionales, se colocaron 250 g de maíz cacahuazintle en frascos con una capacidad de 500 ml y se agregaron 100 adultos de P. truncatus en proporción 1:1 (50 machos y 50 hembras), el criterio que se utilizó para sexar a los insectos es el que proporcionan Shires & McCarthy (1976) basado en el tamaño de las crestas del borde clypeal.

Estos insectos se dejaban de 8 a 10 días para que ovipositaran; al cabo de ese tiempo eran retirados cuidadosamente y se dejaba que los huevecillos puestos en el grano continuaran su desarrollo hasta que emergieran nuevos individuos adultos, los cuales, por conocer su edad, se utilizaron en los experimentos con los polvos vegetales (tallos y hojas de epazote).

Se llevaron a cabo Pruebas de no elección (Ramírez y Silver, 1983) para evaluar:

- a) Mortalidad de adultos de P. truncatus (Horn).
- b) Emergencia de nuevos individuos adultos ( $F_1$ ).
- c) Efecto en el ciclo de vida del insecto.

a) EVALUACION DE LA MORTALIDAD.

Se colocaron 100 g de maíz en frascos de 250 ml de capacidad y se agregó el polvo de Chenopodium ambrosioides L. (epazote) a diferentes dosis (0.1, 0.4, 0.7 y 1 g) y se procedió a mezclarlos manualmente de tal manera que se distribyeran lo más homogéneamente posible.

Posteriormente se agregaron 20 adultos de P. truncatus (Horn) de 3 a 7 días de edad en proporción 1:1 (10 machos y 10 hembras).

Una vez efectuada la infestación, los cultivos se colocaban en la cámara de cultivo durante 15 días para que copularan y ovipositaran los insectos; al término de esos días, se retiraban cuidadosamente los adultos y se cuantificaba el número de insectos muertos y el número de granos dañados, se consideraba como grano dañado aquel que presentara por lo menos un orificio.

Para poder evaluar el número de granos dañados, previamente se cuantificaban los granos que había en cada 100 g de maíz. El número de granos que había por cada 100 g de maíz fluctuaba de 190 a 230, siendo 208 granos de maíz el número - promedio.

En todos los experimentos se utilizaron tanto hojas como tallos de epazote (Chenopodium ambrosioides L.) por separado. Se efectuaron 3 repeticiones incluyendo cada una su respectivo testigo.

b) EMERGENCIA DE NUEVOS INDIVIDUOS ( $F_1$ ).

Para esta prueba se utilizaron los mismos tratamientos en los que se evaluó mortalidad. A los 45 días de iniciada la infestación (30 días después de retirar todos los adultos inicialmente colocados en los tratamientos), se cuantificó el total de insectos adultos de nueva emergencia ( $F_1$ ) y también se contó el número de granos dañados, ésto con la finalidad de observar si el daño era igual, mayor o menor que el que causaron los insectos "padres" (insectos iniciales).

c) EFECTO DURANTE EL CICLO DE VIDA.

Debido a la dificultad que representaba observar los diferentes estados de desarrollo de P. truncatus en granos de maíz, se utilizaron cápsulas transparentes vacías de gel, a las cuales se les colocó harina de maíz cacahuazintle previamente mezclada con el polvo vegetal (con proporción de 100 g de harina por 1 g de polvo vegetal) y se comprimió muy bien de acuerdo a las observaciones de Bell & Watters, 1982.

Estas cápsulas se utilizaron con la finalidad de simular un grano de maíz.

A cada cápsula se le agregaba una pareja de insectos adultos de 3 a 7 días de edad.

En frascos con capacidad aproximada de 120 ml, se colocaban 10 cápsulas con su respectiva pareja de insectos cada

una. Posteriormente se dejaban en la cámara de cultivo durante 15 días para que copularan y ovipositaran, al término de este tiempo eran retirados cuidadosamente los adultos y los cultivos se ponían nuevamente en la cámara.

Cinco días después (20 días después de iniciada la infestación), se cuantificaron tanto las larva vivas como muertas, éstas últimas eran retiradas de los cultivos.

En la siguiente revisión se cuantificaron las pupas, esta revisión se efectuó 10 días después de que se contaron las larvas (30 días después de iniciada la infestación).

Finalmente, a los 45 días de la infestación inicial (15 días después de que se cuantificaron las pupas), se efectuó el conteo de los individuos adultos de nueva emergencia ( $F_1$ ) tanto vivos como muertos.

No se cuantificaron los huevecillos porque su observación resultó difícil y por otro lado, cuando se retiraron los adultos iniciales a los 15 días ya había algunas larvas.

Para este experimento también se utilizaron tanto hojas como tallos de epazote por separado; se realizaron 3 repeticiones incluyendo cada una su respectivo testigo.

#### ANALISIS DE RESULTADOS.

El diseño de todos los experimentos es completamente al azar y se efectuaron por triplicado incluyendo cada repetición su respectivo testigo.

Se seleccionó el Diseño completamente al azar porque se considera que la variabilidad en la mortalidad, emergencia y ciclo de vida, se debe sólo a dos factores: a los diferentes tratamientos y al error aleatorio. Es decir, que no existe ningún otro factor que pueda afectarlos.

Ahora bien, todos los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente, se aplicó el Análisis de Varianza para saber si el polvo vegetal presentaba o no algún efecto y además - porque es la técnica más adecuada para analizar los resultados de un diseño completamente al azar.

La Prueba de Tukey se aplicó sólo cuando había algún efecto, ya que ésta se utiliza para comparar los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos y en los testigos, de tal manera que se puede saber entre quienes existe la diferencia y por lo tanto determinar quien provocó el efecto ya que es una prueba contrastante.

Se utilizó el paquete estadístico "Statgraphics" (Statistical Graphics System) versión 2.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### PRUEBAS CON HOJAS DE EPAZOTE.

#### EVALUACION DE LA MORTALIDAD:

Con el experimento descrito en el inciso (a) de la metodología (p. 38), se evaluó la mortalidad del insecto; para ello, a los 15 días de iniciada la experimentación, se cuantificó la proporción de gorgojos muertos en las distintas dosis (Cuadro 1).

La pregunta que surge es:

¿En las distintas dosis de hojas de epazote en polvo se observa la misma mortalidad?

Para responder a esta interrogante se plantea la siguiente - Prueba de Hipótesis:

$H_0: P_t = P_{0.1} = P_{0.4} = P_{0.7} = P_{1.0}$

$H_a: \text{Al menos alguna proporción de gorgojos muertos es distinta de las restantes.}$

Donde:  $P_t$  = Proporción de gorgojos muertos en el testigo.

$P_{0.1}$  = Proporción de gorgojos muertos en la dosis 0.1 g. de polvo vegetal, y así las restantes.

$H_0$  = Hipótesis nula.

$H_a$  = Hipótesis alternativa.

Se trabajará con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$  (o lo que es lo mismo, con un nivel de confianza del 95%).

Para probar esta Hipótesis, se hace el Análisis de Varianza y éste se muestra en la Tabla 1.

TABLA 1

FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	Fo	NIVEL DE SIG.
TRATAMIENTOS (Dosis)	1.750	4	0.4375	0.469	0.7578
ERROR	32.625	35	0.9321		
TOTAL	34.375	39			

A partir de los resultados de la Tabla 1, se puede observar que no se rechaza la  $H_0$  dado que la significancia del estadístico de prueba es  $0.7578 > 0.05$ .

Por lo tanto, la mortalidad en las distintas dosis, no es diferente. Es decir, las hojas de epazote No tienen efecto sobre la mortalidad del insecto.

**EMERGENCIA DE NUEVOS INDIVIDUOS ( $F_1$ ):**

Con base en el experimento descrito en el inciso (b) de la metodología (p.39), se trató de investigar el efecto que provocaban las hojas de epazote en polvo sobre la natalidad del insecto.

La emergencia se cuantificó 45 días después de iniciado el experimento (Cuadro 1) y el cuestionamiento que se plantea es el siguiente:

¿La proporción de insectos de nueva emergencia es distinta en las diferentes dosis de hojas de epazote?

Así, la Prueba de Hipótesis que se plantea es:

$$H_0: P_t = P_{0.1} = P_{0.4} = P_{0.7} = P_{1.0}$$

$H_a$ : La proporción de insectos de nueva emergencia en alguna de las dosis es distinta de las dosis restantes.

Se efectuó el Análisis de Varianza y los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 2.

TABLA 2

FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	Fo	NIVEL DE SIG.
TRATAMIENTOS (Dosis)	0.0008732	4	0.000218	0.580	0.6815
ERROR	0.0056417	15	0.000376		
TOTAL	0.0065149	19			

Los resultados de la Tabla 6 muestran que la  $H_0$  no se rechaza, puesto que el nivel de significancia es mayor ( $0.6815 > 0.05$ ); de tal manera que se puede afirmar que las hojas de epazote No tienen ningún efecto sobre la emergencia del insecto, es decir, es igual tanto en los tratamientos como en los testigos.

CUADRO 1. Proporción en términos porcentuales de la mortalidad y emergencia de P. truncatus (Horn) a los 15 y 45 días respectivamente, expuestos a distintas dosis de hojas de Chenopodium ambrosioides bajo condiciones controladas de temperatura y humedad relativa ( $30 \pm 2^\circ\text{C}$  y  $70 \pm 5\%$  h.r.).

	MORTALIDAD (%)	EMERGENCIA (%)
TESTIGOS	10	99.6
	0	97.9
	10	91.5
	5	96.2
TRATAMIENTOS (0.1 g.)	15	96.7
	5	95.1
	0	95.2
	10	97.4
TRATAMIENTOS (0.4 g.)	10	95.8
	15	94.9
	10	93.2
	10	95.7
TRATAMIENTOS (0.7 g.)	5	94.9
	20	95.7
	5	97.7
	0	96.7
TRATAMIENTOS (1.0 g.)	5	97.0
	15	94.7
	5	97.9
	20	98.1

**GRANO DAÑADO (15 días):**

En el mismo experimento en el que se evaluó mortalidad, también se evaluó el efecto de las hojas de epazote en cuanto a la proporción de los granos dañados por los gorgojos a los 15 días (Cuadro 2).

Pensando que las hojas de epazote puedan tener un efecto protector o antialimentario, se presenta la siguiente interrogante: ¿La proporción de granos dañados por los gorgojos es igual en todas las dosis?

Así, se plantea la siguiente Prueba de Hipótesis:

$$H_0: P_t = P_{0.1} = P_{0.4} = P_{0.7} = P_{1.0}$$

$H_a$ : La proporción de granos dañados en alguna dosis es diferente a alguna de las demás.

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

Para probar esta Hipótesis se llevó a cabo un Análisis de Varianza y los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3.

TABLA 3

FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	Fo	NIVEL DE SIG.
TRATAMIENTOS (Dosis)	0.0044617	4	0.0011154	3.316	0.0390
ERROR	0.0050453	15	0.0003364		
TOTAL	0.0095070	19			

En base a los resultados de la Tabla 3, se rechaza la  $H_0$  ya que  $0.390 > 0.05$  y por lo tanto, se acepta la  $H_a$ ; entonces, se puede decir que Sí hay efecto de las hojas de epazote en cuanto a la proporción de granos dañados, es decir, el daño al grano fue menor.

Para identificar los tratamientos responsables del efecto antes citado, se realizaron comparaciones múltiples y se aplicó la Prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5% ( $\alpha = 0.05$ ). Los resultados de esta Prueba se muestran en la Tabla 4.

TABLA 4

DOSIS DE HOJAS DE EPAZOTE EN POLVO			PORCENTAJE (%) DE GRANOS DAÑADOS	COEFICIENTE DE VARIACION
Tratamiento 0.1 g	*		12.325	0.04312
Tratamiento 0.7 g	**		13.025	0.16837
Tratamiento 1.0 g	**		13.150	0.15139
Tratamiento 0.4 g	**		13.200	0.12026
Testigo	*		16.575	0.13814

La Tabla 4 muestra que la proporción de granos dañados en la dosis 0.1 g., es diferente a la del testigo. Es decir, la proporción de granos dañados es menor en la dosis 0.1 g que en

el Testigo; por lo que, observando las proporciones de granos dañados, se deduce que las hojas de epazote en polvo provocan un pequeño efecto antialimentario.

**GRANO DAÑADO (45 días):**

En el experimento donde se evaluó emergencia a los 45 días, también se tomó en cuenta la cantidad de granos dañados en ese mismo lapso por los insectos de nueva emergencia (Cuadro 2). De tal manera que la interrogante a responder es: ¿La proporción de granos dañados por los gorgojos de nueva emergencia es igual en las diferentes dosis de hojas de epazote en polvo?

La Prueba de Hipótesis que se propone es:

$$H_0: P_t = P_{0.1} = P_{0.4} = P_{0.7} = P_{1.0}$$

$H_a$ : En alguna dosis la proporción de granos dañados es diferente.

Considerando un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ , se llevó a cabo el Análisis de Varianza (Tabla 5).

TABLA 5

FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>o</sub>	NIVEL DE SIG.
TRATAMIENTOS (Dosis)	0.07315	4	0.01828	3.628	0.0293
ERROR	0.07561	15	0.00504		
TOTAL	0.14876	19			

Los resultados de la Tabla 5 indican que la  $H_0$  se rechaza ( $0.0293 < 0.05$ ) y entonces se acepta la  $H_a$ . Por consiguiente, se puede afirmar que las hojas de epazote tienen un ligero efecto en cuanto a la protección del grano.

Para investigar cuales son los tratamientos de efecto distinto, se aplicó la Prueba de Tukey (Tabla 6).

TABLA 6

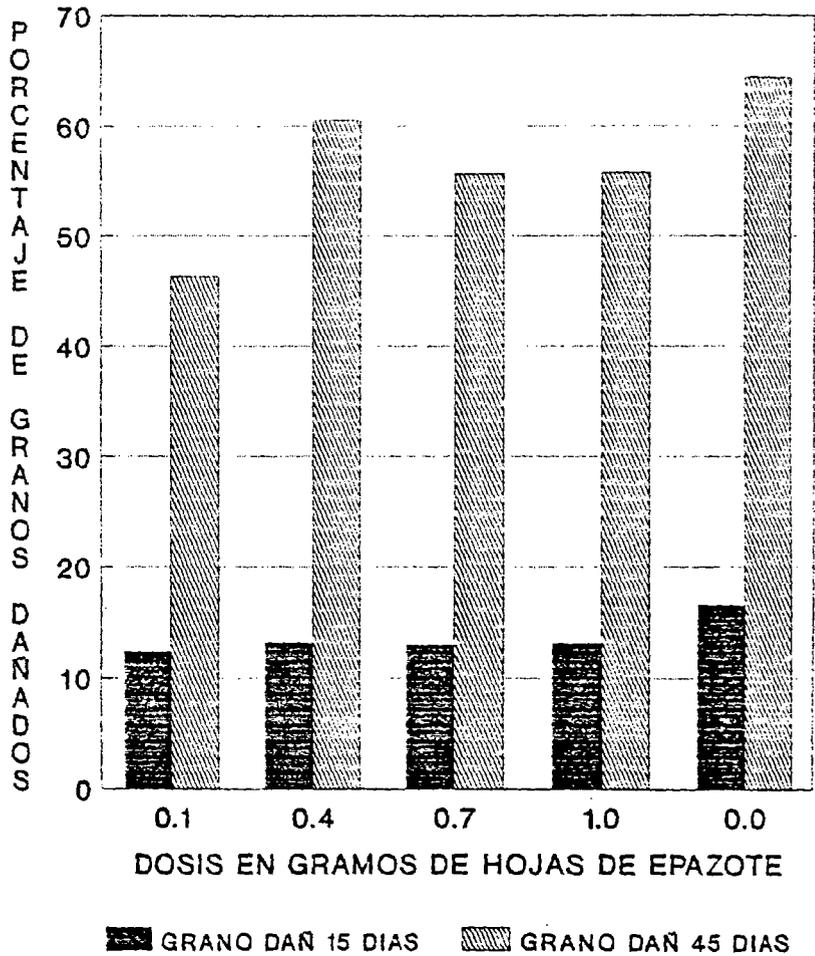
DOSIS DE HOJAS DE EPAZOTE EN POLVO		PORCENTAJE (%) DE GRANOS DAÑADOS	COEFICIENTE DE VARIACION
Tratamiento 0.1 g	*	46.325	0.07688
Tratamiento 0.7 g	**	55.600	0.16894
Tratamiento 1.0 g	**	55.775	0.11064
Tratamiento 0.4 g	**	60.500	0.11513
Testigo	*	64.375	0.12478

Los resultados de la Tabla 6, nos indican que la proporción de granos dañados en el tratamiento con dosis 0.1 g de polvo vegetal, es menor comparado con el testigo ( $0.46325 < 0.64375$ ). Entonces, se considera que las hojas de epazote tienen un ligero efecto antialimentario para los insectos de nueva emergencia, ya que la cantidad de granos dañados por estos insectos es menor.

CUADRO 2. Proporción en términos porcentuales de Granos Dañados por P. truncatus (Horn) a los 15 y 45 días empleando diferentes dosis de hojas de Chenopodium ambrosioides L. y con temperatura y humedad relativa controladas ( $30 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  h.r.).

	GRANOS DAÑADOS A LOS 15 DIAS (%)	GRANOS DAÑADOS A LOS 45 DIAS (%)
TESTIGOS	19.0	72.2
	18.0	57.2
	14.2	57.7
	15.1	70.4
TRATAMIENTOS (0.1 g.)	12.5	50.9
	11.9	44.9
	13.0	42.5
	11.9	47.0
TRATAMIENTOS (0.4 g.)	11.1	56.5
	12.9	64.8
	14.7	52.9
	14.1	67.8
TRATAMIENTOS (0.7 g.)	11.9	67.8
	15.5	57.9
	10.6	50.0
	14.1	46.7
TRATAMIENTOS (1.0 g.)	12.0	63.3
	16.1	57.6
	11.9	48.8
	12.6	53.4

# GRANO DAÑADO



Analizando de manera general los resultados anteriores, se puede observar que las hojas de epazote protegieron ligeramente los granos del ataque de P. truncatus (Horn); en otras palabras, se puede decir que éstas provocaron un leve efecto antialimentario. Esta aseveración se fundamenta en un estudio anterior realizado por Malik y Mujtaba (1983) quienes probaron las hojas de epazote en polvo contra Tribolium castaneum (Herbst) y Rhyzopertha dominica F. (también importantes plagas de productos almacenados), y encontraron que esta planta presentaba un buen efecto antialimentario. Aunque se sugiere que se realicen otras pruebas a esta planta para confirmar dicho efecto.

#### PRUEBAS CON TALLOS DE EPAZOTE.

##### EVALUACION DE MORTALIDAD:

La mortalidad del Gran Barrenador de los Granos utilizando diferentes dosis de tallos de epazote en polvo, se evaluó a los 15 días (Cuadro 3) de iniciada la respectiva Prueba de no elección (p. 38).

La Prueba de Hipótesis planteada para evaluar mortalidad es:

$$H_0: P_t = P_{0.1} = P_{0.4} = P_{0.7} = P_{1.0}$$

$H_a$ : Por lo menos una dosis difiere de las demás.

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  (95% de confianza).

El respectivo Análisis de Varianza se muestra en la Tabla 7

TABLA 7

FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	Fo	NIVEL DE SIG.
TRATAMIENTOS (Dosis)	2.650	4	0.6625	2.061	0.1070
ERROR	11.250	35	0.3214		
TOTAL	13.900	39			

Los resultados de la Tabla 7, indican que no se rechaza la  $H_0$  ( $0.1070 > 0.05$ ) y por lo tanto, se considera que los tallos de epazote en polvo No tienen efecto sobre la mortalidad del gorgojo.

#### EMERGENCIA DE NUEVOS INSECTOS ( $F_1$ ):

Con la prueba de no elección (inciso "b", p.39) que se llevó a cabo utilizando diferentes dosis de tallos de epazote en polvo, se evaluó la proporción de insectos de nueva emergencia ( $F_1$ ) a los 45 días (Cuadro 3).

La Prueba de Hipótesis que se propone es la siguiente:

$$H_0: P_t = P_{0.1} = P_{0.4} = P_{0.7} = P_{1.0}$$

$H_a$ : Al menos en alguna de las dosis, la proporción de insectos de nueva emergencia es distinta a las demás.

Para investigar esta Prueba de Hipótesis, se realizó un Análisis de Varianza que se muestra en la Tabla 8.

TABLA 8

FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>0</sub>	NIVEL DE SIG.
TRATAMIENTOS (Dosis)	0.0119	4	0.00297	0.474	0.7540
ERROR	0.0942	15	0.00628		
TOTAL	0.1061	19			

A partir de los resultados que se muestran en la Tabla 8, se puede afirmar que la  $H_0$  no se rechaza ya que el nivel de significancia es mayor ( $0.7540 > 0.05$ ).

Por lo tanto, los tallos de epazote No tienen ningún efecto sobre la emergencia del insecto, es decir, que en los testigos y en los tratamientos la emergencia fue igual.

CUADRO 3. Proporción en términos porcentuales de la mortalidad y emergencia de adultos de P. truncatus (Horn) a los 15 y 45 días respectivamente, utilizando distintas dosis de tallos de Chenopodium ambrosioides L. bajo temperatura y humedad relativa controladas ( $30 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  h.r.).

	MORTALIDAD (%)	EMERGENCIA (%)
TESTIGOS	0	96.6
	5	94.4
	0	93.7
	15	80.7
TRATAMIENTOS (0.1 g.)	0	95.7
	5	90.0
	5	96.5
	0	88.2
TRATAMIENTOS (0.4 g.)	0	97.2
	0	70.4
	0	100.0
	5	100.0
TRATAMIENTOS (0.7 g.)	5	100.0
	0	98.6
	5	93.9
	10	100.0
TRATAMIENTOS (1.0 g.)	5	95.5
	5	94.7
	15	96.6
	10	84.7

GRANOS DAÑADOS (15 días):

Al mismo tiempo que se evaluó mortalidad (15 días), también se evaluó la proporción de granos dañados (Cuadro 4) en el mismo experimento utilizando distintas dosis de tallos de epazote en polvo.

Así, se propone la siguiente Prueba de Hipótesis:

$$H_0: P_t = P_{0.1} = P_{0.4} = P_{0.7} = P_{1.0}$$

$H_a$ : Por lo menos en alguna dosis la proporción de granos dañados es diferente al resto.

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .

Para responder esta Prueba de Hipótesis se efectuó un Análisis de Varianza que se muestra en la Tabla 9.

TABLA 9

FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	Fo	NIVEL DE SIG.
TRATAMIENTOS (Dosis)	0.00641	4	0.0016	2.867	0.601
ERROR	0.00839	15	0.00056		
TOTAL	0.01480	19			

A partir de los resultados de la Tabla 9, podemos observar que la  $H_0$  no se rechaza puesto que la significancia del estadístico de prueba es mayor ( $0.601 > 0.05$ ).

Por lo tanto, la proporción de granos dañados a los 15 días no difiere en las distintas dosis de polvo vegetal, en otras palabras, se puede decir que los tallos de epazote No tienen ningún efecto de protección al grano.

**GRANOS DAÑADOS (45 días):**

Al mismo tiempo que se evaluó emergencia, también se consideró la proporción de granos dañados por los gorgojos de nueva emergencia a los 45 días empleando tallos de epazote en polvo a distintas dosis (Cuadro 4).

Por ello, se plantea la siguiente Prueba de Hipótesis:

$$H_0: P_t = P_{0.1} = P_{0.4} = P_{0.7} = P_{1.0}$$

$H_a$ : La proporción de granos dañados es distinta por lo menos en alguna dosis.

El Análisis de Varianza que se efectuó se presenta en la Tabla 10.

TABLA 10

FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	Fo	NIVEL DE SIG.
TRATAMIENTOS (Dosis)	0.00508	4	0.00127	0.206	0.9313
ERROR	0.09273	15	0.00618		
TOTAL	0.09781	19			

Los resultados de la Tabla 10, indican que el nivel de significancia del estadístico de prueba fue mayor ( $0.9313 > 0.05$ ) y por lo tanto no se rechaza la  $H_0$ ; entonces, el polvo de tallos de epazote No tiene efecto sobre los granos, es decir, que no hay disminución del daño provocado por los insectos adultos de  $F_1$ .

CUADRO 4. Proporción en términos porcentuales de los granos dañados por P. truncatus (Horn) a los 15 y 45 días usando tallos de Chenopodium ambrosioides L. en polvo a distintas dosis en condiciones controladas de temperatura y humedad relativa ( $30 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 5\%$  h.r.).

	GRANOS DAÑADOS A LOS 15 DIAS (%)	GRANOS DAÑADOS A LOS 45 DIAS (%)
TESTIGOS	10.9	19.9
	15.5	8.6
	15.4	23.0
	13.1	21.4
TRATAMIENTOS (0.1 g.)	8.5	19.7
	9.3	18.8
	12.7	16.8
	12.5	20.9
TRATAMIENTOS (0.4 g.)	16.8	34.7
	11.9	8.3
	13.3	31.9
	18.1	15.3
TRATAMIENTOS (0.7 g.)	10.7	9.9
	13.3	30.7
	13.2	17.8
	9.0	15.9
TRATAMIENTOS (1.0 g.)	13.3	27.0
	7.9	15.3
	11.3	17.6
	9.1	21.1

Rodríguez (1990), considera que en una planta con propiedades insecticidas, repelentes o antialimentarias, la mayor cantidad de principios activos están concentrados en las raíces y que éstos decrecen conforme las otras partes de la planta (tallos, hojas, flores y frutos) se alejan de ellas.

Sin embargo, los resultados obtenidos en el presente trabajo difieren de lo dicho anteriormente, ya que los tallos de epazote no tuvieron ningún efecto y por el contrario las hojas, aunque ligero, sí presentaron un efecto.

#### EVALUACION DE MODIFICACIONES EN EL CICLO DE VIDA CON TALLOS DE EPAZOTE.

Con el experimento descrito en el inciso (c) de la metodología (pp. 39 y 40), se evaluó el efecto de los tallos de epazote en polvo sobre los diferentes estados de desarrollo del gorgojo (larvas, pupas e insectos adultos de nueva emergencia), utilizando una sola dosis (1 g.) (Cuadro 5).

#### LARVAS:

Se evaluaron las proporciones de larvas muertas utilizando una sola dosis (1 g.) de tallos de epazote en polvo y la pregunta que surge es:

¿Los tallos de epazote en polvo tienen algún efecto sobre las larvas?

Para dar respuesta a este cuestionamiento se plantea la siguiente

Prueba de Hipótesis:

$H_0: P_t = P_1$

$H_a$ : La proporción de larvas muertas en el testigo es distinta a la del tratamiento.

Donde:  $P_t$  = Proporción de larvas muertas en el testigo.

$P_1$  = Proporción de larvas muertas en el tratamiento  
(1 g. de polvo vegetal).

También se considerará un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$   
(es decir, un nivel de confianza del 95%).

Para esta Prueba de Hipótesis, se llevó a cabo un Análisis de Varianza y los resultados obtenidos se exponen en la Tabla 11.

TABLA 11

FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>o</sub>	NIVEL DE SIG.
TRATAMIENTO (1 g.)	0.00021	1	0.00021	0.007	0.9332
ERROR	0.40454	14	0.02889		
TOTAL	0.40475	15			

En la Tabla 11 se puede observar que el nivel de significancia del estadístico de prueba es mayor ( $0.9332 > 0.05$ ), de tal manera que la  $H_0$  no se rechaza y por lo tanto, se considera que los tallos de epazote No presentan ningún efecto sobre las larvas.

PUPAS:

En el mismo experimento, también se evaluó la proporción de pupas y la interrogante a responder es:

¿Los tallos de epazote tienen algún efecto sobre las pupas?

La Prueba de Hipótesis que se propone es la siguiente:

$H_0: P_t = P_1$

$H_a$ : La proporción de pupas en el testigo es diferente a la del tratamiento.

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .

El Análisis de Varianza que se realizó se muestra en la Tabla 12.

TABLA 12

FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>0</sub>	NIVEL DE SIG.
TRATAMIENTO (1 g.)	0.018738	1	0.01873	1.140	0.3038
ERROR	0.230164	14	0.01644		
TOTAL	0.248902	15			

A partir de los resultados de la Tabla 12, se puede observar que la  $H_0$  no se rechaza ( $0.3038 > 0.05$ ), de tal manera que se puede afirmar que los tallos de epazote No tienen efecto sobre las pupas, ya que no hay diferencia entre el tratamiento y el testigo.

EMERGENCIA ( $F_1$ ):

En el mismo experimento, utilizando tallos de epazote, también se evaluó la emergencia de adultos, para tal efecto, se consideró la proporción de insectos adultos vivos de recién emergencia y el cuestionamiento es:

¿Los insectos adultos de nueva emergencia se ven afectados por los tallos de epazote en polvo?

La Prueba de Hipótesis planteada es:

$$H_0: P_t = P_1$$

$H_a$ : En el tratamiento, la proporción de insectos vivos de nueva emergencia no es igual a la del testigo.

El respectivo Análisis de Varianza se presenta en la Tabla 13.

TABLA 13

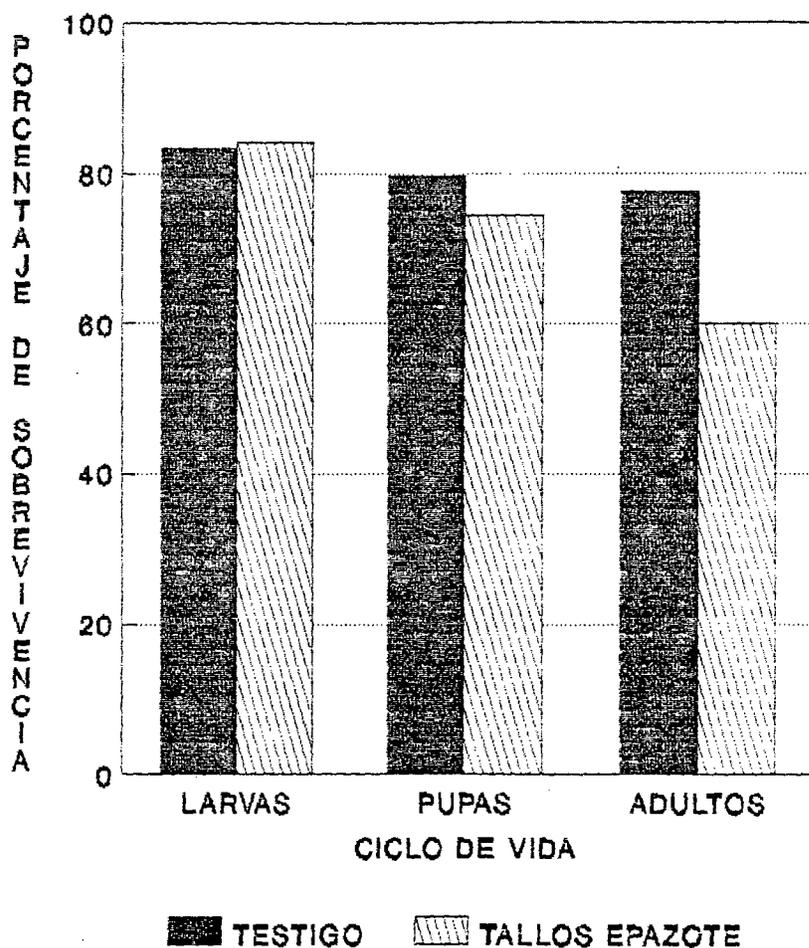
FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	$F_0$	NIVEL DE SIG.
TRATAMIENTO (1 g.)	0.10858	1	0.108585	8.321	0.0120
ERROR	0.18268	14	0.013049		
TOTAL	0.29126	15			

La Tabla 13 muestra que el nivel de significancia fue menor ( $0.0120 < 0.05$ ) y por consiguiente se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_a$ . Esto indica que los tallos de epazote tienen un ligero efecto sobre la emergencia de adultos ( $F_1$ ) ya que ésta disminuyó en el tratamiento comparada con el testigo.

CUADRO 5. Proporciones en términos porcentuales de la sobrevivencia en el ciclo de vida de P. truncatus (Horn) utilizando una sola dosis de tallos de Chenopodium ambrosioides L. en polvo a  $30 \pm 2^\circ\text{C}$  y  $70 \pm 5\%$  humedad relativa.

	1ª REVISION (20 DIAS)	2ª REVISION (30 DIAS)	3ª REVISION (45 DIAS)
	LARVAS VIVAS (%)	PUPAS VIVAS (%)	ADULTOS VIVOS ( $F_1$ ) (%)
TESTIGOS	41.79	41.79	38.81
	93.62	88.30	84.04
	97.18	88.14	87.57
	100.00	100.00	100.00
TRATAMIENTO (1.0 g)	56.30	52.59	41.48
	84.62	49.11	27.81
	75.34	45.21	42.01
	75.93	70.37	61.11
	74.32	70.37	47.30
	92.86	78.57	51.79
	78.05	73.17	50.00
	98.55	97.83	89.86
	86.78	80.99	60.33
	100.00	100.00	94.35
	94.29	88.57	75.71
90.91	84.55	80.00	

# SOBREVIVENCIA EN EL CICLO DE VIDA DEL BARRENADOR UTILIZANDO TALLOS DE EPAZOTE



EVALUACION DE MODIFICACIONES EN EL CICLO DE VIDA USANDO HOJAS DE EPAZOTE EN POLVO.

En la prueba de no elección que se realizó utilizando una sola dosis de hojas de epazote en polvo (1 g), se evaluó el efecto que tienen sobre los distintos estados de desarrollo de P. truncatus (Horn) (larvas, pupas y adultos de nueva emergencia) (Cuadro 6).

Este experimento se describe en el inciso (c) de la Metodología (ver pp. 39 y 40).

LARVAS:

Utilizando hojas de epazote en polvo, se evaluó la proporción de larvas muertas para poder determinar si tienen o no algún efecto sobre este estado de desarrollo.

La Prueba de Hipótesis planteada es:

$$H_0: P_t = P_1$$

$$H_a: P_t \neq P_1$$

Donde:  $P_t$  = Proporción de larvas en el testigo.

$P_1$  = Proporción de larvas en el tratamiento (1 g).

También se trabajará con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ .

Para esta Prueba de Hipótesis se efectuó su respectivo Análisis de Varianza (Tabla 14).

TABLA 14

FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	Fo	NIVEL DE SIG.
TRATAMIENTO (1 g.)	0.3921	2	0.19605	3.770	0.0511
ERROR	0.6759	13	0.05199		
TOTAL	1.0680	15			

Los resultados obtenidos para evaluar la mortalidad de las larvas (Tabla 14), muestran que, aunque el nivel de significancia del estadístico de prueba es casi igual al considerado para el Análisis de Varianza ( $0.0511 \approx 0.05$ ), de cualquier forma la  $H_0$  se rechaza y se acepta la  $H_a$ . Por lo tanto, se puede considerar que las hojas de epazote tienen un ligerísimo efecto sobre la mortalidad de las larvas, en otras palabras se puede decir que las larvas se vieron ligeramente mer-madas.

**PUPAS:**

En este mismo experimento, también se evaluó la proporción de pupas para poder determinar si tienen o no algún efecto las hojas de epazote sobre éstas.

La Prueba de Hipótesis propuesta es:

$$H_0: P_t = P_1$$

$H_a$ : La proporción de pupas en el tratamiento difiere de la del testigo.

La Tabla 15 muestra los resultados del Análisis de Varianza.

TABLA 15

FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>o</sub>	NIVEL DE SIG.
TRATAMIENTO (1 g.)	0.68889	2	0.34444	5.284	0.0209
ERROR	0.84736	13	0.06518		
TOTAL	1.53625	15			

En la Tabla 15, se puede observar que la  $H_0$  se rechaza y la  $H_a$  se acepta, debido a que el nivel de significancia fue menor ( $0.0209 < 0.05$ ) y ésto indica que la proporción de pupas disminuyó. Por lo tanto, las hojas de epazote en polvo sí tienen efecto sobre las pupas.

**EMERGENCIA DE ADULTOS ( $F_1$ ):**

Se consideró la proporción de barrenadores adultos vivos de recién emergencia para evaluar si presentan o no algún efecto las hojas de epazote en polvo sobre éstos.

La Prueba de Hipótesis es:

$H_0: P_t = P_1$

$H_a$ : La proporción de insectos vivos de nueva emergencia en el testigo es distinta a la del tratamiento.

El Análisis de Varianza que se realizó se presenta en la Tabla 16.

TABLA 16

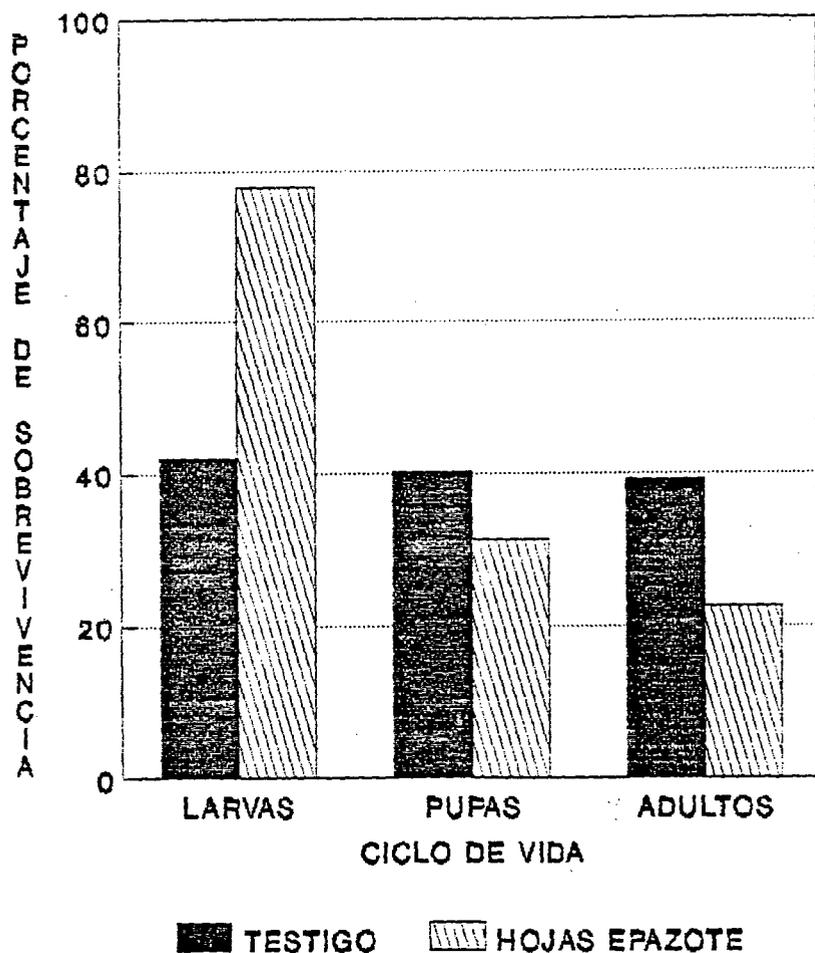
FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	Fo	NIVEL DE SIG.
TRATAMIENTO (1 g.)	0.20429	2	0.102146	7.926	0.0056
ERROR	0.16754	13	0.012888		
TOTAL	0.37183	15			

Los resultados de la Tabla 16 muestran que el nivel de significancia del estadístico de prueba es menor ( $0.0056 < 0.05$ ), de tal manera que la  $H_0$  se rechaza y la  $H_a$  se acepta, ya que la emergencia se redujo considerablemente. Por lo tanto, se puede afirmar que sobre este estado de desarrollo, las hojas de epazote presentaron su mejor efecto.

CUADRO 6. Proporciones en términos porcentuales de la supervivencia en el ciclo de vida de P. truncatus (Horn) empleando una sola dosis (1 g.) de hojas de -- Chenopodium ambrosioides L. en condiciones controladas de temperatura ( $30 \pm 2^\circ\text{C}$ ) y humedad relativa ( $70 \pm 5\%$  h.r.).

	1ª REVISION (20 DIAS)	2ª REVISION (30 DIAS)	3ª REVISION (45 DIAS)
	LARVAS VIVAS (%)	PUPAS VIVAS (%)	ADULTOS VIVOS (F <sub>1</sub> ) (%)
TESTIGOS	49.46	49.46	48.91
	57.93	54.88	53.66
	32.89	32.21	31.54
	27.84	24.43	22.73
TRATAMIENTO (1 g.)	38.04	33.70	28.80
	42.15	40.50	36.36
	39.18	32.47	26.80
	84.38	38.28	32.03
	91.76	37.65	25.88
	90.37	49.54	27.98
	95.38	30.00	21.54
	90.38	12.50	8.65
	92.00	20.57	13.14
	74.40	20.00	13.60
	97.06	24.26	12.50
	99.00	39.00	23.00

# SOBREVIVENCIA EN EL CICLO DE VIDA DEL BARRENADOR UTILIZANDO HOJAS DE EPAZOTE



Delobel y Malonga (1987), utilizaron Chenopodium ambrosioides L. en polvo para investigar su efecto contra Caryedon serratus (Ol.) y los resultados que obtuvieron fueron satisfactorios ya que tanto la oviposición como la sobrevivencia larval y pupal fueron extremadamente bajas.

En el presente trabajo los resultados obtenidos de la evaluación del efecto de las hojas y los tallos de Chenopodium ambrosioides L. durante el ciclo de vida de Prostephanus truncatus (Horn) mostraron que las hojas de epazote fueron más efectivas ya que disminuyeron significativamente el número de pupas y adultos de nueva emergencia; mientras que los tallos sólo disminuyeron el número de adultos de nueva emergencia.

## CONCLUSIONES

- 1.-En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se encontró que las hojas de Chenopodium ambrosioides L. (epazote) en polvo, tiene un ligero efecto de protección al maíz contra el ataque de Prostephanus truncatus (Horn), ya que disminuyó el daño al grano, de tal manera que se confirma su efecto antialimentario.
- 2.-En lo que respecta al efecto que presentaron las hojas de epazote sobre los estados de desarrollo del Gran Barrenador (larvas, pupas y adultos de nueva emergencia), se observó que éstos disminuyeron significativamente (excepto las larvas), aunque su mejor efecto se observa sobre los adultos de nueva emergencia, ya que la disminución de éstos fue muy notable. Como información adicional, se observó que la mayoría de los insectos adultos de nueva emergencia que se encontraron muertos eran preimagos, es decir, que no completaron su desarrollo.
- 3.-Por otro lado, los tallos de epazote en polvo, no mostraron ningún efecto sobre la mortalidad del gorgojo ni como protector del grano.  
Sin embargo, en el experimento en el que se evaluaron las

posibles alteraciones en el ciclo de vida, se observó que los tallos no tuvieron ningún efecto sobre los estados de larvas y pupas, pero presentaron un ligero efecto sobre la emergencia de nuevos insectos adultos, ya que ésta se vió disminuída. También se observó que los insectos que murieron eran preimagos.

- 4.-En general, las hojas de epazote se pueden considerar como prometedoras para proteger el grano y para controlar (ligera-mente) a P. truncatus (Horn).
- 5.-Ahora bien, el experimento que se realizó para evaluar el efecto del epazote sobre el ciclo de vida tiene como inconveniente que no se realizó directamente en granos de maíz y que hasta cierto punto se forzó un poco al insecto para estar más en contacto con el polvo vegetal.
- 6.-También se puede considerar como inconveniente el hecho de que todos los experimentos se llevaron a cabo sólo a nivel laboratorio y con granos de maíz sueltos y sería interesante realizarlos en almacenes rurales, tanto en granos sueltos como en mazorcas.



FACULTAD DE CIENCIAS  
HERBARIO  
HERFACUG

7.-Se podría pensar que Chenopodium ambrosioides L., cuya característica principal es su penetrante olor, pudiera por - ello repeler o matar a los insectos, pero ésto no se puede afirmar aún. Menos si sabemos que P. truncatus (Horn) tiene la capacidad de cerrar sus espiráculos y almacenar aire en las bolsas traqueales por períodos prolongados.

Por otro lado, se considera que los compuestos activos naturales del epazote, tienen principalmente propiedades antihelmínticas, pero éstos se deberían de investigar más ampliamente para determinar su forma de actuar, su persistencia y la actividad que presentan contra insectos de productos almacenados, para que de esta manera se ofrezca una completa protección a los mismos.

B I B L I O G R A F I A

Alpuche, G.L. 1991. Plaguicidas organoclorados y medio ambiente. *Ciencia y Desarrollo*. 16 (96): 45-55.

Bell, R.J., and F.L. Watters. 1982. Environmental factors influencing the development and rate of increase of Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) on stored maize. *Journal of Stored Products Research* 18:131-142.

Cowley, R.J., D.C. Howard, and R.H. Smith. 1980. The effect of grain stability on damage caused by Prostephanus truncatus (Horn) and three other beetle pest of stored maize. *Journal of Stored Products Research* 16:75-78.

Cronquist, A. 1982. *Botánica Básica*. Edit. C.E.C.S.A., México. pp. 480 y 482.

Delobel, A., and P. Malonga. 1987. Insecticidal properties of six plant materials against Caryedon serratus (Ol.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research* 23(3):173-176.

Díaz, A.A.L. 1990. Control no químico de insectos de granos almacenados. Curso teórico-práctico Insectos de granos almacenados: Biología, detección y combate. Unidad de Investigación de Granos y Semillas (UNIGRAS), UNAM-INIFAP. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. 38 pp.

Domínguez, R.Y., Bustamante, R., Córdoba, A.M., Gamiño, R.G., Palacios, P.E., y Sánchez, O.B. 1988. Efecto de extractos vegetales en poblaciones de "mosquita blanca" Bemesia tabaci Gen. Y Trialeurodes vaporariorum West. (Homoptera:Aleyrodidae) sobre frijol en Zacatepec, Mor. Memorias XXIII Congreso Nacional de Entomología. p. 245.

Espín, R.R.H. 1989. Evaluación de seis tratamientos de plantas silvestres con efectos tóxicos para el control del picudo del maíz Sitophilus zeamais Mots. (Coleoptera:Curculionidae) en maíz almacenado. Memorias XXIV Congreso Nacional de Entomología. p. 293.

García, G.M. 1973. Los manuales de Don Manuel: La salud con frutas y plantas medicinales. 3ª Edición, Guadalajara, Jal. p. 244.

Gastón, D.V. 1980. El abuso de los plaguicidas, ¿el hombre, plaga ecológica?. Edit. EDISAR, E.U.A. pp. 62-142.

González, B.C., y Guevara, R.L. 1971. Síntesis de Historia de México. Edit. Herrero, S.A., México. pp. 39-132.

Harnish, R., and S. Krall. 1984. Togo: Further distribution of the larger grain borer in Africa. FAO Plant Protection Bulletin. 32:113-114.

Herrera, R.F.J., Rodríguez, R.R., y D.P. Rees. 1989. Distribución del "barrenador del grano" Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) y del depredador Teretriosoma nigrescens - Lewis (Coleoptera:Histeridae) en el estado de Yucatán. Memorias del XXIV Congreso Nacional de Entomología. p. 199.

Hodges, R.J., W.R. Dunstan, I. Magazini, and P. Golob. 1983. An outbreak of Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) in East Africa. Protection Ecology 5:183-194.

Hodges, R.J., and J. Meik. 1984. Infestation of maize cobs by Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae)-aspects of biology and control. Journal of Stored Products Research 20 (4): 205-213.

Hodges, R.J. 1985. The biology and control of Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae)- a destructive storage pest with an increasing range. Journal of Stored Products Research 22:1-14.

Lagunes, T.A., Arenas, L.C., y Rodríguez, H.C. 1984. Extractos acuosos y polvos vegetales con propiedades insecticidas. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma de Chapingo. 203 pp.

Lagunes, T.A., y Rodríguez, H.C. 1988. Evaluación de soluciones vegetales contra el gusano cogollero del maíz Spodoptera frugiperda Smith (Lepidoptera:Noctuidae) en condiciones de campo, en San Luis Potosí. Memorias XXIII Congreso Nacional de Entomología. p. 255.

Leos, M.J., y Salazar, S.R.P. 1990. Importación y diseminación del árbol insecticida Neem (Azadirachta indica A. Juss) en México. Resúmenes II Simposio Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. p. 17-18.

Leos, M.J. 1990. Detección y monitoreo de insectos de almacén mediante trampas con feromonas. Curso teórico-práctico Insectos de granos almacenados: biología, detección y combate. Unidad de Investigación de Granos y Semillas (UNIGRAS), UNAM-INIFAP. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. 29 pp.

Malik, M.M., and S.H. Mujtaba Naqvi. 1983. Screening of some indigenous plants as repellents for stored grain insects. *Journal of Stored Products Research* 1(20):41-44.

Martínez, M. 1969. *Las plantas medicinales de México*. Ediciones Botas, México. p. 127-128.

Martínez, M., y Matuda, E. 1979. *Flora del Estado de México*. Biblioteca Enciclopédica del Estado de México. Tomo III. pp.366 y 440.

Martínez, M. 1987. *Catálogo de nombres vulgares y nombres científicos de plantas mexicanas*. Edit. Fondo de Cultura Económica, México.

Parsons, D.B. 1990. Maíz (Manuales para educación agropecuaria-producción vegetal: 10). Edit. Trillas/SEP, México. pp. 9-11.

Pérez, M.J. 1990. Aspectos biológicos sobre la resistencia de insectos de granos almacenados a los insecticidas. Curso teórico-práctico *Insectos de granos almacenados: Biología, detección y combate*. Unidad de Investigación de Granos y Semillas (UNIGRAS), UNAM-INIFAP, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. 19 pp.

Ramírez-Genel, M. 1961-62. Dos nuevos protectores de granos para zonas templadas y tropicales. Agricultura Técnica México 1(12):25-27.

Ramírez, M.M., y J. Ramos Elorduy. 1979. Efecto de la razón de dosis de los rayos gamma sobre la oviposición y emergencia de Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae). Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, publicado en 1981. 50(1):363-373.

Ramírez, M.M. 1981. Insectos y almacenamiento de granos. Naturaleza 12(2):92-102.

Ramírez, M.M., I. Silva, B., MacGregor, L.R. 1981. Resistencia de 10 variedades de maíz al ataque de Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae). Folia entomológica Mexicana 48:49.

Ramírez, M.M. 1981. Ciclo de vida del barrenador del maíz Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae). Folia Entomológica Mexicana 48:11-12.

Ramírez, M.M., y J.L. Gutiérrez Díaz. 1982. Daños por Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae), al maíz cacahuazintle. Folia Entomológica Mexicana 54:67.

Ramírez, M.M., y Silver, B.J. 1983. Deterioration an damage produced by corn grains in Mexico by Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae). Biodeterioration 5:582-591.

Ramírez, M.M. 1987. Evaluación de daños a diferentes variedades de maíz por el Gran Barrenador de los Granos Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera:BOstrichidae). Reporte especializado sobre los avances de la Investigación. Facultad de Ciencias, Universidad de Guadalajara. 8 pp.

Ramírez, M.M. 1988. Biología e identificación de insectos de granos almacenados. Apuntes del Taller-Seminario: Insectos que dañan a los granos almacenados. Facultad de Ciencias, Universidad de Guadalajara. 56 pp.

Ramírez, M.M., y Zurbía, F.R.R. 1990. Morfología y Anatomía de Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) y su relación con los daños que produce en el maíz. Memorias XXV Congreso Nacional de Entomología. p. 88.

Ramírez, M.M. 1990. Morfología, anatomía, ciclo de vida, infestación y daños del Barrenador Grande de los Granos Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

Restrepo, I., y S. Franco. 1988. Naturaleza muerta-Los plaguicidas en México. Ciencias 13:40-50.

Rodríguez, L.D.A. 1987. Evaluación de polvos vegetales y minerales para el combate del barrenador mayor de los granos Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) en maíz almacenado. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana.

Rodríguez, H.C. 1990. Perspectivas en el uso de plantas con propiedades insecticidas. Resúmenes II Simposio Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. p. 28-29.

Rodríguez, H.C. 1990. Actividad insecticida de cancerina (Hippocratea excelsa: Hippocrateaceae) en siete especies de insectos de importancia económica. Resúmenes II Simposio Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. p. 10.

Rodríguez, N.H. 1990. Plantas insecticidas. Resúmenes II Simposio Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. p. 6.

Sánchez, A.H., y Lagunes, T.A. 1988. Actividad de polvos minerales para el combate de Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) en maíz almacenado. Memorias XXIII Congreso Nacional de Entomología. p. 343.

Shires, S.W., and S. McCarthy. 1976. A character for sexing live adults of Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae). Journal of Stored Products Research 12:273-274.

Shires, S.W. 1977. Ability of Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) to damage and breed on several stored food commodities. Journal of Stored Products Research 13:205-208.

Shires, S.W. 1979. Influence of temperature and humidity on survival, development period and adult sex ratio in Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae). Journal of Stored Products Research 15:5-10.

Shires, S.W. 1980. Life history of Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) at optimum conditions of temperature and humidity. Journal of Stored Products Research 13:205-208.

Turrent, F.A. 1987. Un panorama de la agricultura en México.  
Edit. C.E.C.S.A., México. 192 pp.

Watters, F.L. 1983. Biology and control of Prostephanus  
truncatus (Horn). Contribution to GASCA seminar, Tropical  
Stored Products Centre, Slough, Berks, England. 14 pp.

Wright, V.F. 1983. An annotated bibliography of Prostephanus  
truncatus (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) a pest of stored  
grain. Tropical Stored Products Information. 46:27-30.



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
 FACULTAD DE CIENCIAS

Sección .....  
 Expediente .....  
 Número ..... 0191/90

C. TRINIDAD GARCIA VELA  
 PRESENTE. -

Por este conducto nos permitimos comunicar a usted que se autoriza para que el Dr. en C. Mario Ramirez Martínez funja como su nuevo Director de la Tesis titulada "Efectos de Chenopodium ambrosioides - (epazote) en polvo sobre el Gran Barrenador de los Granos Prostephanus-truncatus (Horn)", en virtud de que la Q.F.B. Virginia Dominguez Ramirez dejó de impartir sus cátedras en esta Facultad.

Sin otro particular nos es grato reiterar a usted la expresión de nuestra consideración más distinguida.

ATENTAMENTE  
 "PIENSA Y TRABAJA"  
 Guadalajara, Jal. Marzo 6 de 1990

EL DIRECTOR



ING. ADOLFO ESPINOZA DE LOS MONTEROS CARDENAS

FACULTAD DE CIENCIAS

EL SECRETARIO

M. EN C. ROBERTO MIRANDA MEDRANO

c.c.p. El Dr. en C. Mario Ramirez Martínez, Director de Tesis. -Pte.  
 cc.p. El expediente de la alumna.

1990



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
FACULTAD DE CIENCIAS

Sección .....  
Expediente .....  
Número ..... 0312/90

C. TRINIDAD GARCIA VELA  
P R E S E N T E . -

Por este conducto nos permitimos comunicar a usted que se autoriza la modificación al tema de Tesis "Efecto de *Chenopodium ambrosioides* (epazote) en polvo sobre el Gran Barrenador de los Granos *Prostephanus truncatus* (Horn)" por el de "Efecto de *Chenopodium ambrosioides* L. (*Chenopodiaceae*) (epazote) en polvo sobre el Gran Barrenador de los Granos *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae)".

Sin otro particular nos es grato reiterar a usted la expresión de nuestra consideración más distinguida.

A T E N T A M E N T E  
"PIENSA Y TRABAJA"  
Guadalajara, Jal., Marzo 6 de 1999  
EL DIRECTOR



~~ING. ADOLFO ESPINOZA DE LOS MONTEROS CARDENAS~~

FACULTAD DE CIENCIAS

EL SECRETARIO

M. EN C. ROBERTO MIRANDA MEDRANO

c.c.p. El Sr. en C. Mario Ramírez Martínez, Director de Tesis.-Pte.  
c.c.p. el expediente de la alumna.

M. en C. CARLOS BEAS ZARATE  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS BIOLÓGICAS  
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
P R E S E N T E :

Por medio de la presente, me permito informarle a usted que la C. TRINIDAD GARCIA VELA pasante de la Licenciatura en Biología ha concluido satisfactoriamente el trabajo de tesis titulado: "Efecto de Chenopodium ambrosioides L. (Chenopodiaceae) (Epazote) en polvo sobre el Gran Barrenador de los Granos Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae)" y habiendo realizado las observaciones pertinentes, considero que se puede imprimir.

Por lo que solicito a usted, atentamente, permita se realicen los trámites necesarios para el examen respectivo.

Sin otro particular por el momento aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

A T E N T A M E N T E

Guadalajara, Jal., a 6 de enero de 1992.

  
Dr. MARIO RAMIREZ MARTINEZ  
Director de Tesis