
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



Efectos de polvo y extractos acuosos de *Cinnamomun zeylanicum* Ness
(Laureaceae) (canela) sobre el Gran Barrenador de los Granos
Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae)

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA

P R E S E N T A

CLAUDIA GARCIA RIVAS

DIRECTOR DE TESIS: DR. MARIO RAMIREZ MARTINEZ

GUADALAJARA, JALISCO.

1992

DEDICATORIA

A mis padres Carlos y Martha

A mis hermanos, hermanas, sobrino y familia.

A la maestra Virginia Domínguez Ramírez

A Triny

A mis amigos y amigas

A todos ellos por su gran apoyo, comprensión y paciencia
para lograr este trabajo.

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. Barragán 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 (UIBO), IMSS.
Dra. Mercedes González Hita, investigadora del Departamento de Investigación de la Facultad de Medicina, Universidad de Guadalajara.

M. en C. Blanca Estela Eastidas 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	9
Hipótesis	22
Objetivos	23
Materiales y Métodos	24
Resultados y Discusión	29
Conclusiones	52
Bibliografía	54

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

Los inicios de la agricultura se remontan aproximadamente a unos 10 mil años, en una zona comprendida entre el valle del Nilo, los valles del Tigris y Eufrates y la región occidental de Persia (Enciclopedia Juvenil, 1981). En México la fecha más temprana que se tiene es un lapso comprendido entre el año 7,000 a.C. al año 2,400 a.C. Maíz, frijol, chile y calabaza fueron los cultivos en que más se basó la cultura indígena Mesoamericana (Historia de Jalisco, 1980).

En las civilizaciones Maya y Azteca el maíz estaba vinculado a su cultura y religión (Cronquist, 1982; Enciclopedia Metódica, 1982). En los Mayas, el desarrollo de las matemáticas y la astronomía nació de la preocupación sacerdotal por conocer el paso de las estaciones, imprescindible para las cosechas y el buen cultivo. Hunab-Ku era su dios creador, hacedor del mundo, de la humanidad y del maíz, así como Yum-Kax, dios del maíz, a los cuales se les ofrecían sacrificios humanos y de animales. Los Aztecas consagraban sus cosechas a su dios Centeocihuatl (Enciclopedia Metódica, 1982).

En la región de Villa Alta, Oaxaca; el maíz tenía valor social y moral muy importante. El prestigio de un hombre se evaluaba en base al número de costales de maíz que tuviera almacenados en su casa (Aguilar, 1985).

Cuando el hombre se volvió sedentario y practicó la agricultura, se vió involucrado en problemas de competencia por el alimento con los mismos insectos (Sánchez, 1986), principalmente las cosechas de maíz y calabaza sufrieron de los ataques de insectos nativos (Gastón, 1980).

En la Nueva Galicia (hoy Guadalajara, Jal.) el ataque de insectos se debía al manejo del maíz en el almacén el cual era deficiente. En noviembre se levantaba la cosecha; pero la semilla, "ora por la humedad... ora por el calor" mal se podía conservar, para junio (principio del siguiente ciclo) ya picada por el gorgojo (Historia de Jalisco, 1980).

La posibilidad que tuvieron los insectos de transformarse en plagas en épocas coloniales, y aún en la actualidad, se debió, al cultivo, la expansión e introducción de nuevas plantas en las áreas en las cuales no existían y a la introducción no premeditada de nuevos insectos desde el exterior al ampliarse la red de transporte (Gastón, 1980).

La terminación del ferrocarril trascontinental en 1869 aceleró el proceso. Pronto llegaron con los alimentos y semillas de cereales el gorgojo de los graneros (Sitophilus zeamais) y el gorgojo del arroz (S. oryzae) (Gastón, 1980).

De todas las especies de insectos conocidos actualmente, aproximadamente 100 de ellas son responsables en todo el mundo de los daños ocasionados a granos almacenados (Ramírez, 1982).

En 1984 la FAO (Organización para la Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas), realizó un estudio en el cual se registraron los daños ocasionados por insectos a granos almacenados, alcanzando pérdidas de 83 millones de toneladas suficientes para mantener vivas a 150 millones de personas durante un año (Parkin, 1955; Ramírez, 1982).

La Organización para la Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas (FAO), estima que anualmente se pierde el 5% de los granos cosechados antes de su consumo (Ramírez, 1982). En algunos países de América Latina se registró lo siguiente:

PAIS	PERDIDAS (%)	CEREAL
Salvador	25	Maíz y arroz
Honduras	50	Maíz
Nicaragua	30	Maíz
Venezuela	80	Maíz, arroz y café
Guatemala	25	Maíz y arroz

En México existen más de 25 especies que atacan a estos productos. Sin embargo se ha demostrado que son unas 15 especies de insectos primarios y secundarios los que ocasionan mayor daño a los granos y harinas (Ramírez, 1982).

El almacenamiento de granos es deficiente y se estima que las plagas destruyen de 20 a 25% de la cosecha almacenada de productos como maíz, trigo, arroz, frijol, etc. (Lima et al., 1981; Ramírez, 1982; Turrent, 1987).

En el país se producen alrededor de 16 millones de toneladas de grano al año. Si la pérdida es del 22% por plagas, entonces se pierden de 3.5 a 4 millones de toneladas al año que serían suficientes para alimentar a 15 millones de mexicanos (Turrent, 1987).

Una de las especies responsable de dichos daños es el Gran Barrenador de los Granos, Prostephanus truncatus (Horn), que es una plaga de maíz almacenado en México (Bell & Watters, 1982). Su desarrollo ocurre frecuentemente en áreas tropicales de las costas del Golfo, Península de Yucatán y costas del Pacífico (Shires, 1979), aunque parece ser más abundante en el Altiplano Central y Occidente del país (Rodríguez, 1987).

También se distribuye en Centroamérica hasta el norte de Sudamérica, pero debido al intercambio cultural y comercial del maíz, el insecto se dispersó primero al Sur de los Estados Unidos de América y desde ahí, probablemente al Medio Oriente (Shires, 1979; Ramírez, 1987).

En Africa se le encontró por primera vez en 1980, donde causó severos daños en la región de Tabora de la República Unida de Tanzania (Watters, 1983; Harnish & Kral, 1984; Ramírez, 1987), lugar en el cual se ha convertido en una plaga típica (Hodges et al., 1983), donde arrasó literalmente con la producción de maíz y otros productos agrícolas comestibles, habiendo infestado desde el mes de mayo al mes de octubre el 80% de los granos almacenados (Hodges, 1985; Ramírez, 1987).

Es una plaga primaria que ocasiona infestaciones desde el campo, es capaz de atacar severamente el maíz que es su fuente básica de alimento, pero cuando ésta se termina suele deteriorar estructuras y utensilios de madera, plástico, telas de algodón, zapatos, cartón, papel y otros granos como son, trigo, arroz, frijol y café (Ramírez, 1981, 1987; Rodríguez, 1987).

La especie fue descrita por Horn en 1878, el cual le - nombró Dinoderus truncatus, posteriormente en 1897, Lesne le asignó a la especie el género de Prostephanus dando así su actual nombre científico (Bell & Watters, 1982; Hodges, 1985).

El adulto mide más o menos 4.3 mm de largo, es de color café obscuro y de cuerpo cilíndrico alargado con la parte - posterior truncada. El protórax presenta protuberancias en la frente y está cubierto con depresiones circulares. La cabeza es retráctil dentro del protórax; los ojos son grandes y alargados son de vuelo activo torpe y lento caminar (Fig. 1) (Rodríguez, 1987).

La diferenciación entre los sexos está determinado por el tamaño y la distancia de los tubérculos clypeales. El tamaño es más prominente y la distancia más grande en las - hembras (Shires & McCarthy, 1976).

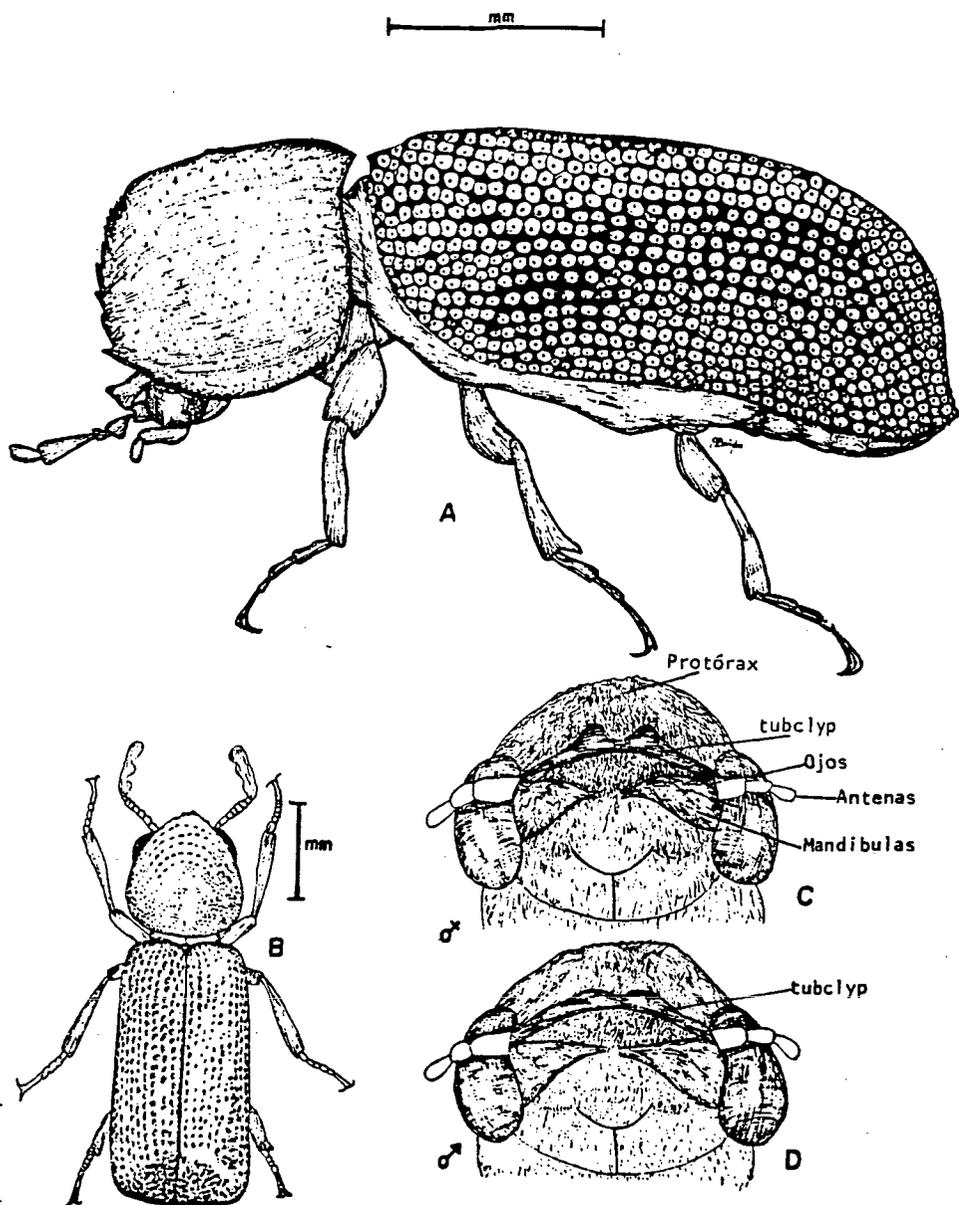
Experimentalmente se ha logrado desarrollar a una temperatura de 30 a 32°C y humedad relativa de 70 a 80% las cuales se han sugerido como condiciones óptimas de desarrollo - en maíz (Shires, 1979; Ramírez, 1981; Watters, 1983; Hodges & Meik, 1984; Hodges, 1985).

En dichas condiciones, completa su ciclo de vida en un lapso de 25-28 días, teniendo un rango de 18-37°C y 40-90% de humedad relativa, aunque el tiempo para lograr su desarrollo es más prolongado (Watters, 1983). Debido a ésto se desarrolla fácilmente en regiones tropicales-húmedas-calientes y aún es capaz de desarrollarse en zonas subtropicales donde la temperatura y humedad son un poco más bajas (Shires, 1979).

La oviposición se lleva a cabo preferentemente en la región apical del grano y comienza 5-10 días después de la emergencia del adulto, alcanzando su punto máximo entre los 15-20 días (Shires, 1980; Rodríguez, 1987).

Las hembras depositan sus huevecillos dentro del grano o en desperdicios de éste; las formas inmaduras son larvas pequeñas de color blanco y al emerger del huevecillo atacan a los granos, comen del interior dejando la cubierta o cascari-lla del grano (Rodríguez, 1987; Ramírez, 1990).

La variedad de maíz opaco con pericarpio menos duro y alto contenido de lisina y triptofano es más vulnerable y por lo tanto el más dañado (Lima et al., 1981).



(Fig. 1) A) Vista lateral del adulto *Prostephonus 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 chypeales (tubclyp) para determinar el sexo.

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

La primera referencia de la que se tiene conocimiento - sobre productos empleados para destruir insectos data de aproximadamente 3,000 años; Homero recomendaba el uso de azufre como un producto "conjurador de plagas" (Sánchez, 1986).

Antes del siglo XIX no existía un plan organizado para el control de los insectos y la gente tomaba otras medidas como emprender marchas agitando brazos, palos o cualquier otra cosa produciendo con sus gritos o el batir de tambores un ruido ensordecedor y así ahuyentarlos. Este método físico duró hasta los tiempos de la colonia en Estados Unidos y persiste en zonas rurales de Africa y China (Gastón, 1980).

En pasajes de la obra de Thaddeus William Harris (*Treatise on Insect Injurious to Vegetation*), se describían algunos métodos, como por ejemplo: para los escarabajos de junio, agitar la planta durante el día para que caigan; a los del -rosal, matarlos a mano; a los gorgojos de la calabaza, matarlos a mano cuando aparezcan y así sucesivamente (Gastón, 1980).

Tal vez el primer consejo escrito en Occidente sobre como enfrentar a los insectos de la agricultura fue el de Linneo en 1735, entre los cuales se encontraban, fumigaciones con

vapores de aceite rancio para matar las polillas de la pera y del manzano, avispa parásita en la huerta para controlar áfidos, y de escarabajos depredadores para matar a las orugas (Gastón, 1980).

Las medidas de combate efectivo dependen de los hábitos y de los requerimientos de los insectos de granos almacenados (Ramírez, 1982).

Hasta ahora se ha intentado detener el avance de P. truncatus con métodos convencionales químicos, pero éstos no han surtido el efecto deseado; el método químico consiste en la eliminación de los organismos perjudiciales mediante materiales venenosos (Ramírez, 1982, 1987).

En México se ha recomendado para el control de plagas de almacén, el malathion; pirimifos-metílico para la desinfectación de bodegas cerradas a una dosis de 100 mg de i.a./m³ (Rodríguez, 1987).

En 1951 se probaron en la variedad de maíz Guanajuato 20 en distintas concentraciones DDT, BHC, Arasan y Chlordane contra el ataque de P. truncatus (Horn), mostraron que el BHC en las distintas concentraciones y el DDT al 3% mezclado con óxido de magnesio a 0.50 g por cada 1/2 Kg de maíz fueron los insecticidas más letales (Ramírez, 1987).

Ramírez-Genel (1962) busca la forma de controlar a P. truncatus (Horn) con productos químicos en Chapingo, Texcoco y en Cotaxtla, Veracruz, observando la ineficiencia de algunos productos químicos como el malathion y la efectividad de SG68 a dosis de 500 ppm.

Watters (1983) realizó un estudio utilizando malathion y pirimifos-metil a dos concentraciones para conocer la susceptibilidad de P. truncatus (Horn). Mencionando que son más efectivos en las concentraciones de 0.50% que en las de 0.25%. Este método, aún cuando es efectivo, puede ocasionar ciertos efectos colaterales no deseados, como los problemas de intoxicaciones y desarrollo de resistencia de los insectos (Rodríguez, 1987), como ocurrió con el uso del DDT que a principios de 1941 se creyó que se había encontrado la panacea química. Sin embargo un informe proveniente de Suecia en 1946 explicaba que el DDT ya no mataba a las moscas domésticas, se pensó que no era cierto o que se había utilizado la dosis incorrecta. Hacia 1967 se había desarrollado resistencia en 224 especies, de las cuales 127 eran plagas de los cultivos, bosques o productos almacenados (Gastón, 1980; Rodríguez, 1990).

Otros métodos como el físico, biológico, etc., se han utilizado también para tratar de controlarlo.

En el combate físico se utilizan procesos mecánicos como el

cribado, tamizado, selección de granos, aeración y ventilación, radiaciones solares y la utilización de rayos X y gamma (Ramírez, 1982).

Se considera que la utilización de Cobalto 60 y rayos gamma constituye un método promisorio de control de P. truncatus, pues afectan de manera significativa la oviposición y la emergencia (Watters, 1983; Rodríguez, 1987).

La ventaja de este método es que no produce alteraciones en el valor nutritivo y no deja residuos tóxicos, la desventaja es la maquinaria de alto costo y el personal especializado - que se requiere para llevar a cabo esos métodos (Ramírez, 1982).

En el combate biológico se utilizan depredadores y parásitos de plagas en granos almacenados, dentro de éstos se encuentran virus, bacterias, algunos hongos, nemátodos, etc., que dañan al insecto y no deben ser tóxicos al consumidor. Lo que más se utiliza son los insectos parásitos y depredadores, ya que los insectos son los peores enemigos de ellos mismos, como por ejemplo tenemos: las especies de avispa Anisopteromalus calandrea (How) y Cephalonomia tarsalis (Ashm), ambas depositan sus huevecillos sobre las larvas de la plaga (Gastón, 1980; Ramírez, 1982).

En la UNAM se ha experimentado con el ácaro Pyemotes tritici que es un voraz depredador de todos los estados de desarrollo de P. truncatus (Horn) (Ramírez, 1987).

En sus investigaciones sobre P. truncatus realizados en Costa Rica, el Ing. Jürgen Böye, aisló más de 30 parásitos y depredadores, entre los que destacaba Teretriosa nigrescens (Coleoptera:Histeridae) que se alimenta de todos los estados de desarrollo de este bostríquido (Ramírez, 1987).

Además de los parásitos y depredadores, también se producen variedades de semillas resistentes al ataque de las plagas. Se ha encontrado que los granos de maíz duros de bajo contenido y calidad protéica son más resistentes al daño de P. truncatus (Lima, 1981; Ramírez, 1982, 1987).

Existen otras medidas que utilizan generalmente los campesinos cuando almacenan parte de sus cosechas para consumo propio y se conocen como métodos tradicionales de control:

a) Exposición al sol.

El grano se asolea por períodos espaciados de tiempo y los insectos al estar en altas temperaturas (40-44°C) abandonan el grano, lo cual no tiene resultados adecuados debido a que no se realizan con la frecuencia que se requiere, el grano no puede ser asoleado en tiempos de lluvia y los insectos vuelven a infestar la semilla (Aguilar, 1985; Rodríguez, 1987).

b) Agregación de cal.

Otra de las medidas empleadas es la de agregar cal viva al grano, pero ésto provoca que se caliente y aumente la humedad favoreciendo con ello la infestación (Aguilar, 1985).

c) Ahumado y almacenamiento de maíz en mazorca.

El ahumado y almacenamiento del maíz en mazorcas son otros métodos de control que se llevan a cabo. En el primero se utilizan humo y calor del fuego para ahuyentar a los insectos del grano, se almacenan las semillas sin desgranar en plataformas elevadas de madera y ahcen pasar humo por debajo de éstas. En el segundo, algunos agricultores almacenan su grano sin desgranar, las hojas de maíz dan cierta protección del ataque de insectos (Rodríguez, 1987).

El combate de insectos por medio de plantas no es nuevo. Con excepción del azufre y más tarde el arsénico (usados por los chinos) los primeros insecticidas que merecen llamarse - como tales, fueron de origen botánico. Sin conocer su composición química, el hombre empezó a utilizar en forma cruda los compuestos que algunas plantas habían desarrollado como defensa contra los herbívoros (Gastón, 1980).

En México, la utilización de plantas como insecticidas, tiene orígenes antiguos aunque existe poca información sobre este tema, debido a que el uso de las plantas estaba más concentrado hacia la búsqueda de propiedades medicinales (Lagunes et al., 1984).

Los archivos municipales de Northfield, Nueva York, registran para el período 1783-1823 que "el estiercol blando de vaca colocado en agua y los brotes de sauco machacados e impregnados en agua son soluciones que volcadas sobre cualquier planta impiden que los insectos las dañen" (Gastón, 1980).

El uso de tóxicos vegetales en forma de extracto se registra desde el año 1841, el entomólogo Thaddeus William -- Harris realizó un informe en el que se resumen algunos de los primeros usos de cocciones, mezclas, elíxires, que reemplazaron la matanza manual. Se trataba de impedir que los insectos llegaran inicialmente a las plantas. Así se pintaban, rociaban o regaban las plantas con soluciones que cubrieran eficazmente el follaje. Si el agua sola podía apartar ciertos insectos, cuanto más efectiva podía ser si se mezclaba con algo nocivo. Durante este período se recomendó proteger los pepinos contra las moscas que los atacan, con una mezcla acuosa de tabaco y pimiento colorado rociado sobre las enredaderas (Gastón, 1980).

Las plantas de los géneros Derris, Lonchocarpus, Milletia, Mundulea y Teprosia se usaban desde tiempo inmemorial como veneno para peces. Más tarde se extrajeron y caracterizaron la rotenona y alcaloides afines, los cuales se utilizaron a partir de la década de 1920 (Gastón, 1980; Lagunes et al., 1984).

Entre los productos naturales más conocidos se encuentran las flores del piretro, Chrysanthemum cinerariifolium (Trevir.), explotadas en Europa desde el siglo XIX y se conocían con el nombre de "polvos de Persia" empleándose contra piojos en humanos (Lagunes et al., 1984; Rodríguez, 1987).

En la región de Ixtapan de la Sal, Méx., se acostumbra intercalar plantas secas de Artemisia ludoviciana (Compositae) entre costales conteniendo maíz, para evitar el daño de gorgojos (Lagunes et al., 1984).

Las plantas de la familia de las compuestas contienen sustancias como glaucólida, la cual posee características de hacer poco apetecible la planta tratada con ella, de tal manera que los insectos ya no se alimentan y mueren por inanición. Se conocen otras plantas con efectos insecticidas: Tagetes lucida Cav. o "pericoón"; Cacalia decomposita Gray o "matarique" y Helenium mexicanus H.B.K. o "chapus" (Rodríguez, 1987).

Se han evaluado 68 polvos vegetales contra el gorgojo del frijol Acanthoscelides obtectus y el Barrenador mayor del maíz Prostephanus truncatus (Horn). De los 68 polvos se han encontrado con propiedades insecticidas: Hippocratea sp., Ricinus comunis, Lavandula angustifolia y Tagetes foetidissima (Lagunes et al., 1987).

Se han realizado estudios sobre los efectos del polvo de semilla de Anethum graveolens (L.), contra adultos de Callosobruchus maculatus (F.), Sitophilus oryzae (L.), Lasioderma serricone (F.) y Tribolium confusum (Jaq. Du Val), utilizándose también extractos con acetona. Se observó que tanto el polvo como el extracto de dichas semillas fueron moderadamente tóxicos para algunos insectos, sugiriéndose que A. graveolens es un buen candidato como protector de granos de almacén (Hellen, 1985).

Contra Sitophilus zeamais (Mots.), que es también una plaga importante de maíz, se estudiaron los polvos de nueve plantas. Encontrándose que el polvo que mayor mortalidad causa es el de Acacia farnesiana (hoja) y resultaron prometedores Pithecellobium dulce (hoja), Allium cepa (tallo), Eichornia sp. (planta entera) y Annona diversifolia (hoja) (Cuevas, 1987).

Se evaluó el potencial de aceites vegetales de semillas de algodón, soya, maíz y cacahuete, demostrándose que fueron efectivos en la protección de trigo almacenado contra Sitophilus granarius, observándose que la población decreció significativamente (Yun-Tai Qi & Wendelle, 1981).

Contra Zabrotes subfasciatus se probó el efecto que causa Argemone mexicana en polvo y extracto, para el extracto se utilizó la raíz, el fruto, tallo, hoja y semilla a una dosis de 1.0 y 0.5 g y el polvo se obtuvo de la semilla a una dosis de 1.0 y 0.5 g. Como resultado en la dosis de 1.0 g de polvo se observó una mortalidad de 98.3%, 0.0% de emergencia y 0.0% de daño al grano, mientras que a una dosis de 0.5 g provocó 77.5% de mortalidad, así como 0.0% de emergencia y reducción de daño al frijol. Por lo que respecta a los extractos no hubo significancia (Cuevas et al., 1990).

También se evaluó el efecto de Argemone mexicana contra el gorgojo Callosobruchus maculatus. Concluyendo que bajo condiciones de laboratorio, el polvo de semilla de chicalote ejerce un buen control sobre poblaciones del gorgojo del garbanzo (Romero et al., 1990).

Cortés et al (1990), estudió el efecto de extractos acuosos de 39 especies vegetales de la zona serrana del noreste y sureste del estado de Sonora, sobre el gorgojo barrenillo menor de los granos Rhizopertha dominica F., en trigo almacenado. Unicamente los extractos de 5 plantas presentaron efectos de mortalidad de insectos pero muy bajos. Se observó una gran disminución en la emergencia, principalmente en el extracto de Argemone mexicana y Ambrosia cordiflora con respecto al testigo.

Rodríguez y Rodríguez (1990) evaluaron la acción de 76 especies vegetales pertenecientes a 34 familias diferentes en el gorgojo mexicano del frijol Zabrotes subfasciatus (Boheman), observándose que las que tuvieron mayor efectividad fueron: Hippocratea excelsa y Tagetes foetidissima.

El uso de productos vegetales puede tener las siguientes ventajas:

- Son biodegradables y por lo tanto no contaminan.
- Son selectivos contra insectos plaga.
- Los materiales usados son renovables.
- Son muy económicos, por lo que los costos de producción bajan (Rodríguez, 1987).

Los polvos vegetales pueden tener una o varias de las siguientes propiedades:

-Insecticidas de contacto. La sustancia es capaz de penetrar por el integumento al cuerpo del insecto y causarle la muerte.

-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.

-Agentes morfogénicos. Son sustancias capaces de provocar cambios morfológicos letales para los insectos.

-Sustancias repelentes. Al aplicar este tipo de sustancias provocan alejamiento de los insectos de la fuente de alimentación (Rodríguez, 1987).

Los anteriores conceptos nos fundamentaron para pensar que la "Canela" posee una de las propiedades antes mencionadas contra una de las principales plagas de maíz, Prostephanus truncatus (Horn), ya que el aroma y características leñosas de la canela prodrian provocar a través de sus propiedades vegetales algún efecto repelente o biocida.

En el presente trabajo se utilizó Cinnamomun zeylanicum Ness (canela) que es un arbolito leñoso y ramificado, de 5 a 10 m de altura, con el tallo de 10 a 30 cm de diámetro. La corteza es aromática de color gris rojizo por fuera y amarillo rojizo por dentro. La que comúnmente se ve en el mercado, procede de las ramas delgadas.

Requiere un clima tropical húmedo cuya temperatura no sea inferior a 25°C y con una precipitación pluvial de 1 a 2 m anuales; puede prosperar bien cerca del nivel del mar.

A pesar de ser una planta exótica, en México hay lugares apropiados para su cultivo, principalmente en los estados de Veracruz, Tabasco, Oaxaca, Chiapas, Michoacán, Jalisco, Nayarit y Colima (Martínez, 1954).

H I P Ó T E S I S

Poseyendo varios vegetales propiedades insecticidas, antialimentarias, morfogénicas o repelentes, se espera que Cinnamomun zeylanicum Ness (canela) posea todas o algunas de estas propiedades sobre el desarrollo y sobrevivencia del Gran Barrenador de los Granos Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae).

O B J E T I V O G E N E R A L

- 1.-Conocer los efectos que presentan algunos extractos acuosos y polvo de Cinnamomun zeylanicum Ness (canela) sobre Prostephanus truncatus (Horn).

O B J E T I V O S P A R T I C U L A R E S

- 1.1.Establecer el efecto que presenta el polvo de Cinnamomun zeylanicum Ness sobre la mortalidad y el desarrollo de Prostephanus truncatus (Horn) durante su ciclo de vida en el laboratorio.
- 1.2.Determinar el efecto de extractos acuosos de Cinnamomun zeylanicum Ness sobre la mortalidad y el desarrollo de Prostephanus truncatus (Horn) durante su ciclo de vida del insecto.

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

El maíz que se utilizó en esta investigación fue el del tipo cacahuazintle. Se limpió para dejar solamente granos sanos y evitar confusión al momento de cuantificar el daño provocado por P. truncatus (Horn), se refrigeró durante un mes. Posteriormente se lavó con agua jabonosa y cloro y se secó en el sol durante 8 horas.

El polvo y extracto acuoso de C. zeylanicum Ness se prepararon de la siguiente manera:

La canela se molió en mortero hasta obtener un polvo fino. En cuanto al extracto se realizó en agua a temperatura ambiente (22°C) al 1,4, 7 y 10% (1,4,7, y 10 g de canela/ 1 Lt de agua) dejándose reposar durante 24 horas.

Previó a la realización de las pruebas experimentales se hicieron cultivos masivos y generacionales de P. truncatus que consisten en aumentar la población de insectos. Para la preparación de cultivos masivos (la cepa original se obtuvo de una muestra donada por el Dr. Mario Ramírez Martínez colectada en la población de Tequila, Jal., México en 1987). Se colocó en un frasco 1 1/2 Kg de maíz y una cucharadita del coleóptero -- (200 insectos aproximadamente), se incubaron durante un tiempo

de 30 a 45 días en una cámara de cultivo construída con hielo seco y papel aluminio, la cual permitió la proliferación de insectos y así continuar con los cultivos generacionales, los cuales, al igual que los cultivos masivos se preparan en frascos de 500 ml de capacidad, en donde se colocaron 250 g de maíz cacahuazintle; se sexaron los adultos de P. truncatus en un microscopio estereoscópico hasta completar 50 parejas. El método de sexación de adultos se tomó de acuerdo a Shires & McCarthy (1976) (Fig. 1), se dejaron 15 días de oviposición y una vez transcurrido ese período se sacaron los adultos parentales dejando incubar sólo huevecillos y larvas de la primera generación durante 30 a 45 días, hasta que se observó la nueva progenie de adultos. De estos cultivos se tomaron insectos de 3 a 7 días de emergidos para llevar a cabo las pruebas experimentales.

En todas las pruebas y cultivos se utilizaron frascos de vidrio esterilizados en una autoclave durante 20 minutos. Las pruebas de laboratorio se realizaron bajo condiciones controladas de temperatura ($30 \pm 2^{\circ}\text{C}$) y $70 \pm 5\%$ de humedad relativa y 12 horas de luz-obscuridad respectivamente.

Se realizaron pruebas de no elección (Ramírez y Silver, 1983), primero para evaluar la mortalidad, emergencia y grano dañado y segundo para evaluar el efecto del polvo de canela - en el ciclo de vida del insecto.

En las primeras pruebas se colocaron en frascos con una capacidad de 250 ml., 0.1, 0.4, 0.7 y 1 g de polvo de canela por cada 100 g, teniendo una cantidad de 191 a 230 granos como rango, con un promedio de 208 granos de maíz por frasco, mezclándose de manera que el polvo se distribuyera uniformemente en el grano. Una vez que las dosis fueron incorporadas se procedió a realizar la infestación, para lo cual se introdujeron los insectos en número de 10 machos y 10 hembras (Proporción 1:1) de 3 a 7 días de emergencia.

A los 15 días se realizó el conteo de granos dañados y para ello se tomó en cuenta aquellos que presentaran por lo menos un orificio. Al mismo tiempo, también se evaluó la mortalidad. Posteriormente se eliminaron todos los insectos del grano tratado, así como del testigo, dejándose transcurrir 30 días para evaluar emergencia de los nuevos adultos de la F₁ y se -- cuantificó nuevamente el número de granos dañados.

En la prueba con el extracto acuoso, los granos se mojaron durante 15 minutos en las respectivas preparaciones y posteriormente se secaron a la sombra. Las pruebas experimentales

fueron iguales que con el tratamiento en polvo.

La prueba para evaluar ciclo de vida no fue posible realizarla en granos de maíz enteros debido a que era necesario abrir el grano para cuantificar las respectivas etapas de desarrollo (larvas, pupas y adultos de nueva emergencia) y ésto provocaba que se destruyera una gran cantidad de huevecillos y larvas, evitando que hubiera una evaluación más real. De tal manera que se utilizaron cápsulas de gel llenas con una mezcla de maíz molido en un molino de mano y polvo de canela en una proporción de 100 g de maíz por 1 g de polvo de canela, con los cuales se simuló el grano. La mezcla se compactó lo más posible en las cápsulas de acuerdo a las técnicas de Bell & Watters (1982). Una vez llenas, se colocó en cada cápsula una pareja de P. truncatus (Horn), una hembra y un macho, de aproximadamente 3 a 7 días de emergidos. Este material se introdujo en frascos de 120 ml de capacidad con 10 cápsulas por frasco.

Al igual que con las pruebas anteriores, se dejaron transcurrir 15 días para permitir que ovipositaran los adultos parentales para que una vez transcurrido dicho tiempo, fueran eliminados los insectos progenitores y así realizar las revisiones de la filial 1 emergente.

Se hicieron tres revisiones, la primera se inició a los 5 días después de retirar los adultos inicialmente colocados, cuando se observaron las larvas se contaron muertas y vivas, las vivas se regresaron de nuevo a las cápsulas para realizar la segunda revisión cuando hubiera pupas, la cual se efectuó a los 10 días de realizado el conteo de larvas y la tercera - revisión se llevó a cabo una vez que se presentó la emergencia de los nuevos adultos (15 días después de que se observó la - presencia de pupas) llevándose a cabo el conteo de vivos y -- muertos.

No fue posible cuantificar los huevecillos debido a que no se contaba con el material necesario para separarlos y observarlos.

Las pruebas se efectuaron por triplicado utilizando un - testigo por cada lote.

Para el tratamiento de los resultados se utilizó el Análisis de Varianza ya que el diseño de los experimentos fue completamente al azar y ésta es la técnica estadística más adecuada para tratar los resultados obtenidos de este diseño. Cuando se presentó efecto, se aplicó la Prueba de Tukey para determinar que dosis provocaron dicho efecto.

RESULTADOS Y DISCUSION

PRUEBAS CON CANELA EN POLVO.

En la prueba de no elección, se evaluó la proporción de granos dañados por el insecto a los 15 días (Cuadro 1).

La pregunta a responder fue:

¿En las diferentes dosis de canela en polvo, la proporción de los granos dañados es la misma?

Por lo que 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 = Al menos alguna de las dosis es diferente al resto.

Donde: H_0 = Hipótesis nula

H_a = Hipótesis alternativa

P_T = Proporción de granos dañados en el testigo

$P_{0.1}$ = Proporción de granos dañados en la dosis de 0.1g de polvo de canela, y así sucesivamente.

Se consideró un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, o dicho de otra forma, un 95% de confianza.

Para probar esta hipótesis, se realizó un Análisis de Varianza que 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)	0.00836	4	0.00209	4.156	0.0184
ERROR	0.00754	15	0.00050		
TOTAL	0.01590	19			

En la Tabla 1 se observa que el nivel de significancia - (Nivel de sig.) $0.0184 < 0.05$ por lo que se rechaza la H_0 y por tanto Sí hubo efecto con el polvo de canela sobre la proporción de granos dañados durante los 15 días del tratamiento.

Para conocer que dosis fue la responsable de dicho efecto, se hicieron comparaciones múltiples aplicando la Prueba de Tukey. También se consideró un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 2.

TABLA 2

DOSIS DE CANELA EN POLVO			PORCENTAJE (%) DE GRANOS DAÑADOS	COEFICIENTE DE VARICACION
Tratamiento 0.7 g	*		12.7	0.204
Tratamiento 1.0 g	*		13.1	0.161
Tratamiento 0.4 g	**		13.6	0.114
Tratamiento 0.1 g	**		15.2	0.209
Testigo	*		18.3	0.068

En la Tabla 2 se observa que los tratamientos de canela en polvo (dosis 0.7 y 1.0 g) comparados con el testigo son - distintos.

En la Prueba de no elección se evaluó la proporción de - granos dañados por el insecto a los 45 días (Cuadro 1).

La interrogante que se plantea es la siguiente:

¿La proporción de granos dañados a los 45 días en las diferentes dosis de canela en polvo es distinta?

Para responder la interrogante se plantea la siguiente Prueba de Hipótesis:

$$H_0 = P_T = P_{0.1} = P_{0.4} = P_{0.7} = P_{1.0}$$

$$H_a = \text{Por lo menos alguna dosis es distinta a las demás.}$$

Para esta Prueba de Hipótesis se aplicó un Análisis de Varianza, el cual se muestra en la Tabla 3.

TABLA 3

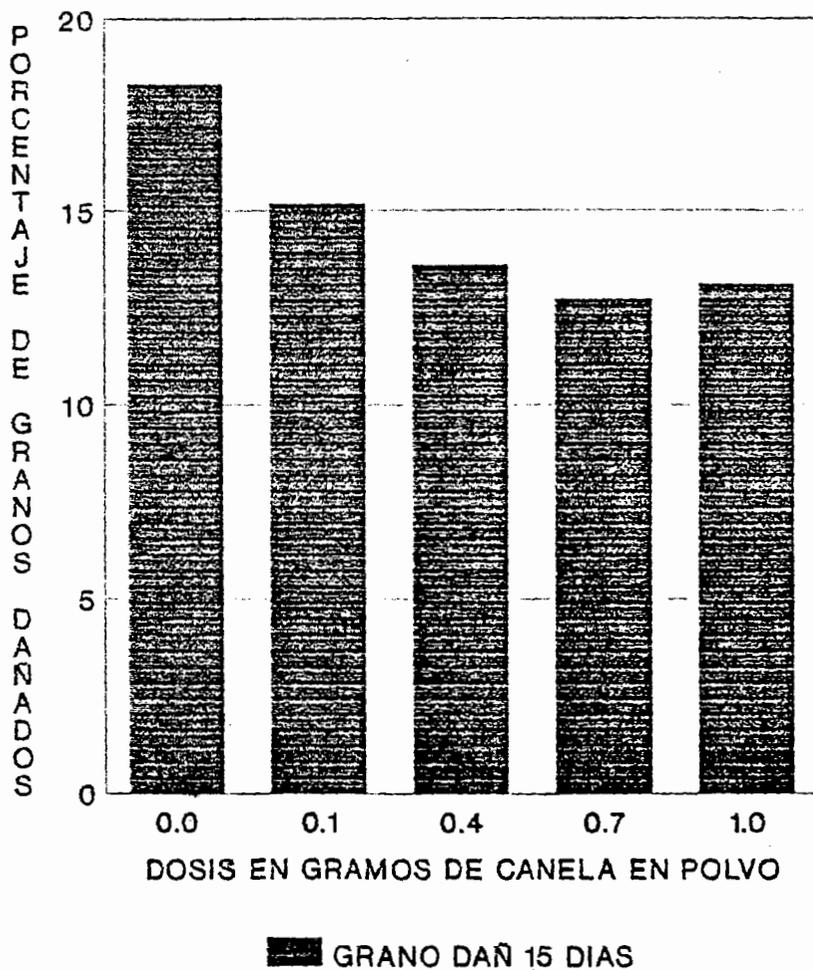
FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	F _o	NIVEL DE SIG.
TRATAMIENTOS (DOSIS)	0.0335	4	0.00839	0.643	0.6404
ERROR	0.1995	15	0.01306		
TOTAL	0.2294	19			

En la Tabla 3, se puede ver que el nivel de significancia $0.6404 > 0.05$ por lo que se acepta la H_0 y se dice que No hubo efecto en granos dañados a los 45 días.

CUADRO 1.- Proporción en términos porcentuales de Granos Dañados por P. truncatus (Horn) a los 15 y 45 días utilizando diferentes dosis de Cinnamomun zeylanicum Ness (Canela) en polvo a 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	17.4	44.6
	17.6	46.4
	18.1	31.3
	20.1	40.9
TRATAMIENTOS (0.1 g)	19.1	33.3
	15.7	24.4
	14.6	44.7
	11.4	49.4
TRATAMIENTOS (0.4 g)	12.6	50.9
	14.2	47.9
	12.1	33.1
	15.5	36.2
TRATAMIENTOS (0.7 g)	9.4	13.8
	14.1	30.1
	15.3	54.7
	12.0	44.0
TRATAMIENTOS (1.0 g)	15.9	27.6
	12.7	26.2
	10.8	23.6
	13.0	44.6

GRANO DAÑADO



En algunas plantas (v.gr. Tagetes lucida Cav., Cacalia decomposita Gray, y Helenium mexicanus H.B.K.) se han encontrado substancias que hacen poco apetecible los granos tratados con ellas, de tal manera que los insectos ya no se alimentan y mueren por inanición, éstas se conocen como substancias antialimentarias porque inhiben la alimentación normal del insecto (Rodríguez, 1987).

La gráfica y los resultados del Análisis de Varianza (Tabla 1) muestran que la cantidad de granos dañados a los 15 días es mucho menor en las dosis 0.7 y 1.0 g (Tabla 2) comparadas con el testigo, por lo tanto y en base a la observación anterior se deduce que el polvo de canela presentó un efecto antialimentario aunque para determinar este efecto se requiere de pruebas posteriores de Cinnamomun zeylanicum Ness (canela).

En el experimento descrito en la p. 26 se evaluó la proporción de insectos de nueva emergencia (F_1) (Cuadro 2).

Formulándose el siguiente cuestionamiento:

¿La proporción de gorgojos de nueva emergencia (F_1) es diferente para las distintas dosis?

Para responder al cuestionamiento anterior se planteó la siguiente Prueba de Hipótesis:

$$H_0 = P_T = P_{0.1} = P_{0.4} = P_{0.7} = P_{1.0}$$

H_a = Al menos alguna de las dosis es diferente a las demás

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

TABLA 4

FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	Fo	NIVEL DE SIG.
TRATAMIENTOS (DOSIS)	0.016	4	0.00040	0.269	0.8931
ERROR	0.0224	15	0.00149		
TOTAL	0.0240	19			

En la Tabla 4 se puede observar que el nivel de significancia $0.8931 > 0.05$ por lo que se acepta la H_0 y se dice que No hubo diferencia en la proporción de insectos de nueva emergencia en comparación con el testigo.

En la prueba de no elección, se evaluó la mortalidad de los adultos (padres) a los 15 días (Cuadro 2).

Por lo que se planteó la siguiente pregunta:

¿La proporción de insectos adultos (padres) es distinta en las diferentes dosis?

Para esta Prueba de Hipótesis se aplicó un Análisis de Varianza, el cual se muestra en la siguiente Tabla.

TABLA 5

FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	F _o	NIVEL DE SIG.
TRATAMIENTOS (DOSIS)	4.000	4	1.000	2.014	0.1138
ERROR	17.375	35	0.496		
TOTAL	21.375	39			

En la Tabla 5 se observa que el nivel de significancia $0.1138 > 0.05$ por lo que No existe diferencia en las distintas dosis.

CUADRO 2.- Proporción en términos porcentuales de la mortalidad y la emergencia de adultos de P. truncatus -- (Horn) a los 15 y 45 días respectivamente a distintas dosis de Cinnamomun zeylanicum Ness (canela) en polvo en condiciones controladas de temperatura y humedad relativa ($30 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 5\%$ h.r).

	MORTALIDAD (%)	EMERGENCIA (%)
TESTIGOS	0	94.6
	0	97.5
	0	92.8
	10	92.7
TRATAMIENTOS (0.1 g)	0	89.5
	15	98.5
	10	97.5
	0	93.3
TRATAMIENTOS (0.4 g)	5	98.4
	0	94.4
	0	97.7
	5	95.3
TRATAMIENTOS (0.7 g)	5	100.0
	5	91.5
	10	98.3
TRATAMIENTOS (1.0 g)	15	96.8
	10	86.7
	5	98.8
	15	97.6
	10	99.2

PRUEBAS CON EXTRACTOS DE CANELA.

En la prueba de no elección, se evaluó la proporción de granos dañados por el insecto a los 15 días (Cuadro 3).

Por lo que la pregunta a responder fue:

¿En las diferentes dosis de extracto acuoso de canela, la proporción de daño en el grano es la misma?

La Prueba de Hipótesis es la siguiente:

$$H_0 = P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5 = P_6 = P_7 = P_8 = P_9 = P_{10}$$

H_a = Por lo menos alguna dosis es distinta a las demás.

Donde P_1 = Proporción de granos dañados en la dosis de 1% de extracto de canela, y así sucesivamente.

P_T = Proporción de granos dañados en el testigo.

Para esta Prueba de Hipótesis se realizó un Análisis de Varianza, el cual se muestra en la Tabla 6.

TABLA 6

FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	F_0	NIVEL DE SIG.
TRATAMIENTOS (DOSIS)	0.0217	4	0.0054	4.370	0.0153
ERROR	0.0186	15	0.0012		
TOTAL	0.0403	19			

En la Tabla 6 se observa que el nivel de significancia - $0.0153 < 0.05$ por lo que se rechaza la H_0 y se acepta la H_a , de tal manera que se puede decir que Sí hubo efecto. Sin embargo, al aplicar la Prueba de Tukey se observó lo siguiente (Tabla 7).

TABLA 7

DOSIS DE EXTRACTO DE CANELA		PORCENTAJE (%) DE GRANOS DAÑADOS	COEFICIENTE DE VARIACION
Testigo	*	14.50	0.214
Tratamiento 4%	**	18.43	0.184
Tratamiento 1%	**	21.30	0.172
Tratamiento 7%	**	21.83	0.178
Tratamiento 10%	*	24.05	0.146

Los resultados de esta Tabla muestran que en el testigo hubo menos granos dañados comparado con los tratamientos, por lo tanto se deduce que No hubo efecto ya que éste fue contrario a lo que se esperaba.

En la prueba de no elección se evaluó la proporción de granos dañados por el insecto a los 45 días (Cuadro 3).

La interrogante que se plantea es la siguiente:

¿La proporción de granos dañados a los 45 días en las diferentes dosis con el extracto acuoso de canela es distinta?

Para responder a la pregunta se plantea la siguiente Prueba de Hipótesis:

$$H_0 = P_T = P_1 = P_4 = P_7 = P_{10}$$

H_a = Por lo menos alguna dosis es distinta a las demás.

Para esta Prueba de Hipótesis se aplicó un Análisis de Varianza que se muestra en la Tabla a continuación.

TABLA 8

FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	F ₀	NIVEL DE SIG.
TRATAMIENTOS (DOSIS)	0.2624	4	0.0656	2.818	0.0630
ERROR	0.3492	15	0.233		
TOTAL	0.6116	19			

En la Tabla 8 se observa que el nivel de significancia es ligeramente mayor que 0.05, por lo que para conocer cual dosis es la responsable del efecto se hizo un comparación múltiple - aplicando la Prueba de Tukey. También se consideró un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 9.

TABLA 9

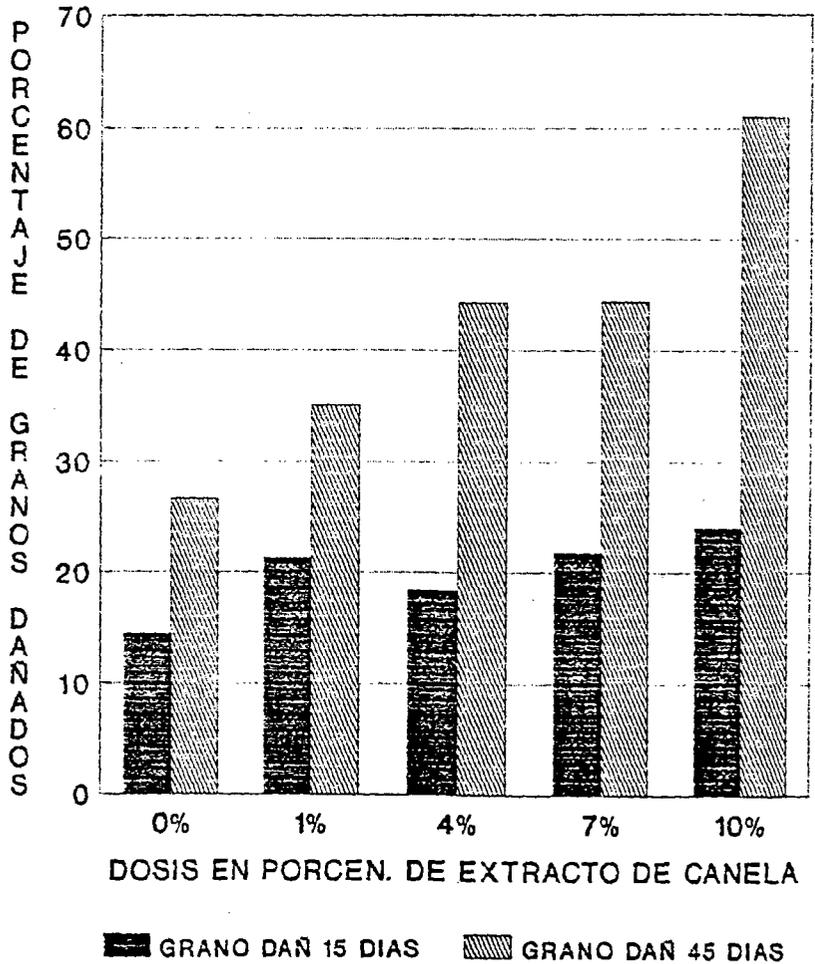
DOSIS DE EXTRACTO DE CANELA		PORCENTAJE (%) DE GRANOS DAÑADOS	COEFICIENTE DE VARIACION
Testigo	*	26.62	0.627
Tratamiento 1%	**	35.07	0.591
Tratamiento 4%	**	44.32	0.297
Tratamiento 7%	**	44.40	0.208
Tratamiento 10%	*	61.00	0.230

En la Tabla 9 se observa que No se tuvo el efecto esperado porque se causó mayor daño a los granos en los tratamientos comparados con el testigo.

CUADRO 3.- Proporción en términos porcentuales de Granos dañados por P. truncatus (Horn) a diferentes dosis de extractos acuosos de Cinnamomun zeylanicum Ness (canela) a los 15 y 45 días 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	17.0	44.1
	13.4	11.9
	10.6	12.8
	17.0	37.7
TRATAMIENTOS (1%)	16.0	38.3
	23.9	23.6
	21.7	16.6
	23.6	62.8
TRATAMIENTOS (4%)	14.4	31.0
	17.7	45.3
	22.6	39.0
	19.0	62.0
TRATAMIENTOS (7%)	18.7	47.6
	19.1	33.7
	22.4	41.0
	27.1	55.3
TRATAMIENTOS (10%)	28.0	66.0
	21.2	72.4
	26.0	65.1
	21.0	40.5

GRANO DAÑADO



En el experimento descrito con anterioridad en la p. 26, se evaluó la proporción de insectos de nueva emergencia (F_1) (Cuadro 4).

Por lo que se planteó la siguiente pregunta:

¿La proporción de gorgojos de nueva emergencia (F_1) es diferente para las distintas dosis?

Para responder se plantea la siguiente Prueba de Hipótesis.

$$H_0 = P_T = P_1 = P_4 = P_7 = P_{10}$$

H_a = Al menos alguna de las dosis es diferente a las demás.

Para esta Prueba de Hipótesis se efectuó un Análisis de Varianza que se muestra en la Tabla 10.

TABLA 10

FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	F _o	NIVEL DE SIG.
TRATAMIENTOS (DOSIS)	0.0025	4	0.00063	1.197	0.3526
ERROR	0.0079	15	0.00054		
TOTAL	0.0104	19			

En la Tabla 10 se puede ver que el nivel de significancia $0.3526 > 0.05$ por lo que se acepta la H_0 y se dice que No hubo efecto en insectos de nueva emergencia (F_1).

En la prueba de no elección, mencionada con anterioridad, se evaluó la mortalidad de los adultos (padres) a los 15 días (Cuadro 4).

Por lo que se planteó la siguiente pregunta:

¿La proporción de insectos adultos (padres) es distinta en las diferentes dosis?

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

$$H_0 = P_T = P_1 = P_4 = P_7 = P_{10}$$

$H_a =$ Por lo menos alguna de las dosis es distinta a las demás.

Para esta Prueba de Hipótesis se aplicó un Análisis de Varianza, los resultados se muestran en la Tabla 11.

TABLA 11

FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	F _o	NIVEL DE SIG.
TRATAMIENTOS (DOSIS)	4.150	4	1.038	1.364	0.2663
ERROR	26.625	35	0.761		
TOTAL	30.775	39			

En la Tabla 11 se observa que el nivel de significancia $0.2663 > 0.05$ por lo que se acepta la H_0 y se dice que No hubo efecto en mortalidad de insectos adultos (padres).

CUADRO 4.- Proporción en términos porcentuales de la mortalidad y emergencia de P. truncatus (Horn) a los 15 y 45 días respectivamente a diferentes dosis de extractos acuosos de Cinnamomun zeylanicum Ness (canela) a temperatura y humedad relativa controladas ($30 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ h.r.).

	MORTALIDAD (%)	EMERGENCIA (%)
TESTIGOS	15	97.8
	10	96.7
	20	92.6
	5	96.2
TRATAMIENTOS (1%)	5	95.3
	10	95.0
	15	93.9
	0	100.0
TRATAMIENTOS (4%)	5	93.4
	10	100.0
	0	100.0
	0	100.0
TRATAMIENTOS (7%)	5	97.2
	10	100.0
	0	96.8
	0	98.2
TRATAMIENTOS (10%)	0	98.5
	10	99.6
	5	97.4
	0	97.5

PRUEBAS CON POLVO DE CANELA PARA EVALUAR EL CICLO DE VIDA.

En el experimento descrito en las pp. 27 y 28 se evaluó la proporción de larvas vivas (Cuadro 5).

Por lo que se formuló la siguiente pregunta:

¿La proporción de larvas es distinta en el tratamiento en comparación con el testigo?

Para responder a la pregunta se planteó la siguiente Prueba de Hipótesis:

$$H_0 = PT = P_1$$

$$H_a = PT \neq P_1$$

Para esta Prueba de Hipótesis se efectuó un Análisis de Varianza, los resultados se muestran en la siguiente Tabla:

TABLA 12

FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	F _o	NIVEL DE SIG.
TRATAMIENTO	0.0316	1	0.0316	1.142	0.3034
ERROR	0.3881	14	0.0277		
TOTAL	0.4197	15			

En la Tabla 12 se observa que el nivel de significancia $0.3034 > 0.05$ por lo que se acepta la H_0 y se dice que No hubo efecto del tratamiento en larvas.

En el experimento descrito en las pp. 27 y 28 se evaluó la proporción de pupas (Cuadro 5).

Por lo que se plantea la siguiente pregunta:

¿La proporción de pupas es distinta en el tratamiento?

Para responder a la pregunta anterior se plantea la siguiente

Prueba de Hipótesis:

$$H_0 = PT = P 1$$

$$H_a = PT \neq P 1$$

Para esta Prueba de Hipótesis se realizó un Análisis de Varianza, el cual se muestra en la Tabla a continuación.

TABLA 13

FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	F _o	NIVEL DE SIG.
TRATAMIENTO	0.1220	1	0.1220	3.032	0.1036
ERROR	0.5635	14	0.0402		
TOTAL	0.6855	15			

En la Tabla 13 se observa que el nivel de significancia $0.1036 > 0.05$ por lo que se acepta la H_0 y se dice que No hubo efecto del polvo de canela sobre las pupas.

En la prueba de no elección mencionada con anterioridad en las pp. 27 y 28, se evaluó la proporción de adultos de nueva emergencia (F_1) (Cuadro 5).

Por lo que se planteó la siguiente pregunta:

¿La proporción de adultos de nueva emergencia es diferente en el tratamiento?

Para responder la pregunta anterior se formuló la siguiente - Prueba de Hipótesis:

$$H_0 = PT = P 1$$

$$H_a = PT \neq P 1$$

Para esta Prueba de Hipótesis se realizó un Análisis de Varianza. Los resultados se muestran en la siguiente Tabla.

TABLA 14

FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	F _o	NIVEL DE SIG.
TRATAMIENTO	0.0019	1	0.0019	0.074	0.7930
ERROR	0.3617	14	0.0258		
TOTAL	0.3636	15			

En la Tabla 14 se observa que el nivel de significancia $0.7930 > 0.05$ por lo que se acepta la H_0 y se dice que No hubo efecto del polvo de canela sobre adultos de nueva emergencia.

CUADRO 5.- Proporción en términos porcentuales en el ciclo de vida de P. truncatus (Horn) usando una sola dosis (1 g) de Cinnamomum zeylanicum Ness (canela) en polvo a temperatura y humedad relativa controladas - (30 ± 2°C, 70 ± 5% h.r.).

	1ª REVISION (20 DIAS)	2ª REVISION (30 DIAS)	3ª REVISION (45 DIAS)
	LARVAS VIVAS (%)	PUPAS VIVAS (%)	ADULTOS VIVOS (F ₁) (%)
TESTIGOS	56.19 62.23 46.69 49.75	55.17 55.85 35.37 38.53	54.42 47.87 32.20 21.95
TRATAMIENTO	44.55 38.52 58.23 94.44 53.06 88.17 88.55 51.20 61.39 71.85 67.91 50.00	44.55 25.40 30.00 45.13 44.89 31.18 36.74 33.60 27.84 53.29 49.25 50.00	42.25 19.26 18.82 43.05 42.85 29.03 26.50 28.00 23.41 31.73 26.11 49.24

C O N C L U S I O N E S

Una vez obtenidos los resultados y realizada la discusión correspondiente, se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1) En los tratamientos con polvo de canela en el grano hubo menor daño en las dosis 0.7 y 1 g respectivamente en comparación con el testigo, por tanto se puede decir que la canela presentó un efecto antialimentario durante los primeros 15 días. Lo anterior no ocurrió con el grano a los 45 días de iniciado el experimento ya que no se presentó ningún efecto, por lo que se recomienda aumentar la dosis a más de 1 g de polvo de canela.

Con respecto a la mortalidad de adultos (padres) a los 15 días y adultos de nueva emergencia (F_1) no hubo ningún efecto por lo que se recomienda que se debe aumentar la dosis.

- 2) En los granos tratados con extracto de canela no se presentó ningún efecto diferente al testigo en todas las pruebas, éste fue contrario a lo que se esperaba, ya que hubo mayor porcentaje de granos dañados en los tratamientos con respecto al testigo.

Estos resultados tal vez se debieron a que el agua que se utilizó para realizar los extractos aumentó la humedad

del grano a un nivel más óptimo y provocó que el insecto sobreviviera en un ambiente más adecuado y/o las sustancias o el principio activo de la canela no es soluble en agua.

Se sugiere realizar otras pruebas preliminares con extractos acuosos ya sea con agua en ebullición u otros diluyentes utilizando metanol, etanol, etc.

- 3) En los resultados del tratamiento de canela en polvo para evaluar alteraciones posibles del ciclo de vida del insecto, se encontró que no hubo ningún efecto en los estados de desarrollo de P. truncatus.

Estos resultados pueden deberse a que la prueba se realizó en un medio diferente al habitat normal de estos insectos, ya que no se utilizaron granos de maíz entero sino cápsulas vacías de gel a las cuales se les agregó maíz entero molido con polvo de canela. Además los insectos se introdujeron a las cápsulas y no se dejó que ellos penetraran de manera natural como lo hacen al barrenar un grano de maíz.



FACULTAD DE CIENCIAS
HERBARIO
HERFACUG

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

Aguilar, J.G. 1985. Búsqueda de alternativas tecnológicas para la producción y conservación de productos de la milpa en la sierra zapoteca norte de Oaxaca, subproyecto III. Conservación de granos. CONACyT. 43 pp.

Bell, R.J. & 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.

Cortés, R.M.O., Wong, C.F.J., Borboa, F.J., Hoyos, O.M., y González, A.M.M. 1990. Utilización de plantas silvestres del estado de Sonora como alternativa para el control del insecto Rhyzopertha dominica F. (Coleoptera:Bostrichidae) en trigo. Resúmenes II Simposio Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. Oaxaca, Oax. p. 5.

Cronquist, A. 1982. Botánica Básica. C.E.C.S.A., México. p. 480.

Cuevas, S.Ma.I. 1987. Búsqueda de productos orgánicos de origen vegetal como agentes antagónicos al desarrollo del "gorgojo del maíz" Sitophilus zeamais (Mots.) (Coleoptera:Curculionidae). Memorias del XXII Congreso Nacional de Entomología. p.

Cuevas, S. Ma. I., Romero, N.C.A., y García, M.J.C. 1990. Utilización de chicalote Argemone mexicana (Papaveraceae) como una alternativa para el control del gorgojo pinto del frijol Zabrotes subfasciatus (Bohn.) (Coleoptera:Bruchidae). Resúmenes II Simposio Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el combate de Plagas. Oaxaca, Oax. p.1.

Enciclopedia Juvenil de Biología. 1981. Barcelona, España. 4:658.

Enciclopedia Metódica. 1982. Ediciones Larousse, México. 2:142-147.

Gastón, D.V. 1980. El abuso de los plaguicidas ¿el hombre, plaga ecológica?. Edit. EDISAR, E.U.A. pp. 62-141.

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

Helén, C.F.Su. 1985. Laboratory study on effects of Anethum graveolens seeds on four species of stored products insects. J. Econ. Entomol. 78:451-453.

Historia de Jalisco. 1980. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Gobierno del Estado de Jalisco. Ed. Guadalajara, Jal. 1:133-140, 410.

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

Hodges, R.J., and 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. CONACYT-Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma de Chapingo. 203 pp.

Lagunes, T.A., Rodríguez, C., Rodríguez, M.J., García, P.J., y Hernández, P.L. 1987. Combate de insectos plaga en granos básicos almacenados con polvos vegetales. Memorias del X Congreso de Botánica. Guadalajara, Jal. p.

Martínez, M. 1954. Plantas útiles de la flora mexicana. Ediciones Botas. pp. 112-115.

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

Parkin, E.A. 1955. Stored products entomology (the assessment and reduction of losses caused by insects to stored foodstuffs). Ann. Rev. Entomol. 1:223-240.

Ramírez-Genel, M. 1962. Dos nuevos protectores de granos para zonas templadas y tropicales. Agricultura Técnica México. 1(12):25-27.

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

Ramírez, M.M., and B.J. Silver. 1983. Deterioration and damage produced in 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. 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.

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. Oaxaca, Oax. p. 28.

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, R.F.H., y Rodríguez, M.C. 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. Resúmenes II Simposio Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. Oaxaca, Oax. p. 25.

Romero, N.C.A., Cuevas, S. Ma. I., y García, M.J.C. 1990. Evaluación de una planta silvestre para el control del gorgojo del garbanzo Callosobruchus maculatus (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae) en garbanzo almacenado. Resúmenes II Simposio Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. Oaxaca, Oax. p. 3.

Sánchez, A.H. 1986. Evaluación de respuestas toxicológicas en insectos. Centro de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma de Chapingo. 11 pp.

Shires, S.W., and 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. 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 16:147-150.

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

Yun-Tai Qi and Wendelle, B. 1981. Protection of Stored wheat from the granary weevil by vegetable oils. J. Econ. Entomol. 74:502-505.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE CIENCIAS

Expediente 1175/89

Número

SRITA. CLAUDIA GARCIA RIVAS
P R E S E N T E . -

Manifestamos a usted que con esta fecha ha sido aprobado el -
tema de Tesis "EFECTOS DE POLVO Y EXTRACTOS ACUOSOS DE CINNAMOMUM ZEYLA
NICUM NISS (LAURACEAS) (CANELA) SOBRE EL GRAN BARRENADOR DE LOS GRANOS -
PROSTEPHANUS TRUNCATUS (HORN) (COLEOPTERA: BOSTRICHIDAE)" para obtener -
la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos a usted que ha sido aceptada co -
mo Directora de dicha Tesis la Q.F.B. Virginia Domínguez Ramírez.



A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA"
Guadalajara, Jal., Septiembre 28 de 1989

EL DIRECTOR

ING. ADOLFO ESPINOZA DE LOS MONTEROS CARDENAS

FACULTAD DE CIENCIAS

EL SECRETARIO

M. EN C. ROBERTO MIRANDA MEDRANO

c.c.p. La Q.F.B. Virginia Domínguez Ramírez, Directora de Tesis.-Pte.
c.c.p. El expediente de la alumna.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE CIENCIAS

Sección
 Expediente
 Número 0192/99

C. CLAUDIA GARCIA RIVAS
 P R E S E N T E . -

Por este conducto nos permitimos comunicar a usted que se autoriza para que el Dr. en C. Mario Ramírez Martínez funja como su nuevo Director de la Tesis titulada "Efectos de polvo y extractos acuosos de Cinnamomum zeylanicum Ness (Lauráceas) (canela) sobre el Gran Barrador de los Granos Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae)", en virtud de que la Q.F.B. Virginia Domínguez Ramírez 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 BRANDA MEDRANO

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

'mjsd

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, comunico a usted que la C. Claudia García Rivas pasante de la licenciatura en Biología ha concluido satisfactoriamente el trabajo de tesis titulado: "Efectos de polvos y extractos acuosos de Cinnamomum zeylanicum Ness (Laureaceae) (canela) 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 RAMÍREZ MARTÍNEZ
Director de Tesis