

**ACTIVIDAD INSECTICIDA DE EXTRACTOS VEGETALES CRUDOS
EN *Bactericera cockerelli* (Sulcen), *Tribolium castaneum* (Herbst) Y
Culex tarsalis (Coquillet).**

REBECA GONZÁLEZ VILLEGAS

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

EN PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2007

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

**ACTIVIDAD INSECTICIDA DE EXTRACTOS VEGETALES CRUDOS EN
Bactericera cockerelli (Sulcen), *Tribolium castaneum* (Herbst) Y *Culex
tarsalis* (Coquillet).**

TESIS

POR:

REBECA GONÁLEZ VILLEGAS

**ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE
ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR POR
EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA**

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal

Dr. Jerónimo Landeros Flores

Asesor

Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal

Asesor

Dr. Mariano Flores Dávila

Asesor

M.C. Antonio Cárdenas Elizondo

**Dr. Jerónimo Landeros Flores
Subdirector de Postgrado**

Buenavista, Saltillo, Coahuila México, Junio de 2007

Con mucho cariño y respeto dedico estas líneas
al:

DR. EUGENIO GUERRERO RODRÍGUEZ (†):

**No tengo palabras para agradecerle todo el
apoyo que siempre me dio, solo puedo
decirle:**

Gracias por haber confiado siempre en mi,
espero nunca defraudarlo, sin su apoyo y sus
consejos no seria nada.

Los buenos profesores perduran para siempre y
jamás se olvidan aunque transcurra mucho
tiempo.

(MAYO, 2007)

AGRADECIMIENTO

A mi **ALMA MATER** por permitirme ser parte de ella y por todas las personas que me permitió conocer a lo largo de mi estancia en ella.

Dr. Eugenio Guerrero Rodríguez. Por la confianza que siempre me a tenido a lo largo de mi carrera por los consejos que me ha dado. Por la paciencia para la realización este y otros trabajos además de su valioso tiempo, por que cualquier cosa creo que es poco para agradecerle todo lo que ha hecho por mi, solo le puedo decir GRACIAS por existir.

Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal Por el apoyo y la enseñanza que me brindó en la realización de este trabajo.

Dr. Mariano Flores Dávila Por el apoyo que me ha brindado en este trabajo y por brindarme su apoyo cuando lo necesité.

MC. Antonio Cárdenas Elizondo Por los consejos que siempre me ha dado los cuales me han ayudado mucho a salir adelante, además del apoyo que he recibido siempre de su Usted.

MC. Jorge Corrales Reynaga Por las enseñanzas y consejos que me ha dado, por ser una gran persona.

Al **GRACIAS AL DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA** por la enseñanza y del cual estoy muy orgullosa de ser parte de él. A todos los maestros que han ayudado en mi formación no solamente dentro si no también fuera de ella y que han confiado en mí.

Gracias a **CONACYT** por el apoyo económico brindado en mi formación.

DEDICATORIA

A DIOS todo poderoso por permitirme existir en este mundo y darme a la familia que me dio por darme la oportunidad de conocer a las personas que me han ayudado e impulsado a seguir adelante y por regalarme la oportunidad de convivir un tiempo con personas que un día partieron de la tierra para convertirse en Ángeles.

A MIS PADRES

J. Alfonso González Rubio y Eleazar Villegas Merlos

Por haberme dado la vida y por todas las enseñanzas que me han dado a mí y a mis hermanas (o), por que sin su apoyo nunca habiéramos logrado todo lo que tenemos y somos hasta ahora, ya que el motor para seguir luchando en la vida los quiero con todo mí corazón.

A MIS HERMANAS (OS)

Ing. Georgina

Ing. Everardo

Lic. Silvia

Magdalena

Por todos aquellos momentos que hemos compartido en nuestras vidas, por el apoyo que siempre me han dado para seguir adelante y lograr las metas que me he propuesto porque este trabajo también es parte de ustedes y por ustedes.

A MIS ABUELOS

Sr. Alejo González (†) y Sra. Josefa Rubio (†), Sr. Benito Villegas (†) y Sra. Angelita Merlos, Por el cariño que nos brindaron, los momentos gratos que compartieron y las enseñanzas que nos dejaron y nos siguen dando aunque algunos ya parieron de nuestro lado.

A Sr. Alejo González R. (†) que es un ángel muy especial que ahora se encuentra en el cielo cuidando de nosotros y el cual también me ha impulsado a seguir adelante y de quien nunca he olvidado sus consejos ni los olvidaré y que a pesar del tiempo Usted sigue presente cada día de mi vida. *“Las personas mueren el día en que las olvidamos y usted no ha muerto ya que sigue presente siempre espiritualmente guiándome por la vida”.*

A MIS TÍOS (AS)

Lucila Villegas, Tobías Villegas, Eleaser González.

Por todos aquellos maravillosos momentos que hemos compartido y el apoyo que siempre nos han brindado para salir adelante.

A MIS PRIMAS (OS)

Salomón, Enrique, Apolinar, Nayeli, Liliana, Manuel, Jehu.

Porque son parte importante en mi vida de quienes he aprendido muchas cosas y con quien he compartido buenos y malos momentos en la vida.

A MIS AMIGOS

Al Ing. Francisco Mendoza Guzmán Porque eres un gran amigo a quien mucho y siempre me has aconsejado desde de donde estas, quien me a demostrado que el tiempo y la distancia no importan cuando se tiene una amistad verdadera. Gracias por contagiarme de tu alegría **TE QUIERO MUCHO.**

Al Ing. José Ramón Chávez Barragán Por ser alguien a quién quiero, admiro y respeto de quien he aprendido muchas cosas, quién siempre me a brindado su apoyo incondicional en los buenos y malos momentos no nada más en la escuela sino también fuera de ella, gracias por tu paciencia, tus consejos que me han motivado e impulsado a salir adelante, por demostrarme que cuando un edificio tiene buenos cimientos pase lo que pase nada lo derrumbará. Gracias.

Al Ing. Ramiro Álvarez M Por ser un gran amigo y un excelente ser humano.

A la Lic. Ana Isabel Ruiz Porque a pesar del tiempo nuestra amistad a seguido existiendo.

A la Ing. Yadira en quien he encontrado una amiga y de quien espero conservar siempre su amistad.

A los Ing. Salvador, Osmar, Carmona, Adolfo, Rogelio, Quienes son muy importante en mi vida de quien he aprendido mucho y que gracias a sus consejos y paciencia que siempre me han tenido he salido adelante, se que nuestra amistad será para siempre.

Porque las amistades que tengo me las llevo en mi corazón para siempre y me motivarán a salir adelante, solo les puedo decir gracias por todos los maravillosos momentos que compartimos nunca los olvidare. Por permitirme entrar en sus vidas y ser piezas importantes en el rompecabezas de mi vida, que difícil es encontrar a un amigo y que suerte haberlos encontrado a ustedes GRACIAS AMIGOS una palabra que se cumple realmente y los QUIERO MUCHO.

A mis Padrinos

Sr. Guillermo Trejo y Sra. Gloria Sánchez Por toda la enseñanza que nos dieron cuando niños y que a pesar de estar lejos no olvidamos ni los olvidamos a ustedes ya que son parte importante de nuestra familia y también son un motor que nos impulsa a seguir adelante.

A la familia **RODRIGUEZ GODINA** por todo el cariño y apoyo brindado en todo momento, GRACIAS por permitirme formar parte de su hogar, los QUIERO MUCHO.

COMPENDIO

ACTIVIDAD INSECTICIDA DE EXTRACTOS VEGETALES CRUDOS EN *Bactericera cockerelli* (Sulcen), *Tribolium castaneum* (Herbst) Y *Culex tarsalis* (Coquillet).

POR

REBECA GONZÁLEZ VILLEGAS

MAESTRO EN CIENCIAS EN PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2007

DR. JERONIMO LANDEROS FLORES.- Asesor Principal

Palabras Claves: Extractos vegetales, insectos, bioensayos, película residual, inmersión.

Los extractos vegetales actualmente están tomando mucha importancia para el control de plagas agrícolas. Se realizaron extractos de diferentes plantas, origen y solvente, en algunos casos se utilizó la planta completa, otros hoja, semilla o fruta, los extractos se realizaron en el laboratorio de toxicología de la misma institución, el material vegetal fue pesado y triturado en una licuadora de

uso industrial, agregándole el solvente adecuado, se mantuvo en agitación frecuente por 3 días, posteriormente con la ayuda de un rotavapor (Buchii) se llevó a cabo la separación del solvente y el extracto, dejándolo espeso sin llegar a desecación total para un mejor manejo. El material obtenido se depositó en un recipiente de plástico de 1 L el cual se cubrió con papel aluminio para evitar la degradación por la entrada de luz y se guardó en el refrigerador a una temperatura de 4 °C para su mejor conservación. Las colonias de *Bactericera cockerelli* y *Tribolium castaneum* fueron colectadas de campo e incrementadas en laboratorio, las de *Culex tarsalis* a utilizar fueron colectadas directamente de campo. En el caso de *Bactericera cockerelli* y *Culex tarsalis* se utilizaron inmaduros de 3er estadio, el método empleado fue el de inmersión. Para *Tribolium castaneum* se utilizaron adultos, el método empleado fue el de película residual.

Las concentraciones utilizadas para todos los extractos de *Bactericera cockerelli* fueron 625 hasta 10,000 ppm excepto para *A. indica* de 62.5 a 2,500. *Tribolium castaneum* 1,250 hasta 20,000 ppm. *Culex tarsalis* desde 400 hasta 1,000 ppm. Las lecturas de mortalidad se tomaron a las 24, 48 y 72 h y analizadas en un programa computarizado de Probit. Para todos los casos los mejores resultados fueron los de semilla, ya que fueron los que necesitaron de menos producto para matar el 50 % de la población, cambiando para algunos casos en las CL₉₅.

ABSTRACT

INSECTICIDAL ACTIVITY OF CRUDE PLANT EXTRACTS IN *Bactericera cockerelli* (Sulca), *Tribolium castaneum* (Herbst) AND *Culex tarsalis* (Coquillet).

BY

REBECA GONZALEZ VILLEGAS

MASTER ON SCIENCE AGRICULTURAL PARASITOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2007

DR. JERONIMO LANDEROS FLORES.- Advisor

Keys words: Plants extract, insect biossays, residual film, immersion.

Plant extract are courrently taking very important for the control of agricultural pest. Extracts were made from different plants, origin and solvent, in some cases the whole plant was used, other leaf, seed or fruit, extracts were made in the toxicology laboratory from the same institution, the plant material was weighed and crushed in a industrial blender, adding the appropriate solvent, was kept stirring frequently for 3 days later with the help of a rotary evaporator (Buchii) was carried out of the solvent and the extract, without ever leaving thick

for a total drying better handling. The material obtained is deposit in a plastic container of 1 L which was covered with aluminum foil to prevent degradation by light input and stored in the refrigerator at 4 °C for better conservation. *Bactericera cockerelli* colonies and *Tribolium castaneum* were collected from field and laboratory increased, those of *Culex tarsalis* to use were collected directly from field. In the case of *Culex tarsalis* and *Bactericera cockerelli* 3rd were used immature stage, the method used was the immersion. For *Tribolium castaneum* adults were used, the method used was the residual film.

The concentrations used for all *Bactericera cockerelli* extracts were from 625 to 10,000 ppm, except for *A. indica* 62.5 to 2,500. *Tribolium castaneum* 1,250 to 20,000 ppm. *Culex tarsalis* from 400 to 1,000 ppm. Mortality readings were taken at 24, 48 and 72 h and analyzed in a computerized Probit. In all cases the best results were the seed, as were those requiring less product to kill 50 % of the population, changing for some cases in the CL₉₅.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Descripción de los Organismos Bajo Estudio.....	5
Psílido de la Papa.....	5
Importancia económica.....	5
Descripción morfológica.....	7
Biología y hábitos.....	9
Gorgojo de la Harina.....	10
Importancia económica.....	10
Descripción morfológica.....	11
Biología y hábitos.....	11
Distribución.....	12
Zancudo.....	13
Importancia económica.....	13
Descripción morfológica.....	15
Biología y hábitos.....	17
Distribución.....	19
Importancia del Uso de los Extractos.....	19
Descripción de las Plantas en Estudio.....	19

<i>Azadirachta indica</i>	19
<i>Annona muricata</i>	21
<i>Caryca papaya</i>	22
<i>Euphorbia dentata</i>	24
<i>Sapindus saponaria</i>	25
<i>Tagetes tenuifolia</i>	26
<i>Thuja occidentalis</i>	28
ARTÍCULO I	
Efecto <i>in vitro</i> de Extractos Vegetales sobre <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae).	29
ARTÍCULO II	
Efecto insecticida <i>in vitro</i> de Extractos Vegetales en inmaduros de <i>Bactericera cockerelli</i> sulcen (Homoptera: Psyllidae).	45
MATERIALES Y MÉTODOS.....	61
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	64
CONCLUSIONES.....	65
LITERATURA CITADA.....	66

INTRODUCCIÓN

El uso de productos naturales para el control de plagas de importancia agrícola es cada vez más aceptado debido a la necesidad de emplear compuestos eficaces que no dañen el medio ambiente (Clemente, 2000).

Existen antecedentes de plantas de las zonas desérticas de México, en estas descripciones se menciona una gran cantidad de plantas con potencial de exploración para diversos usos, tales como aprovechamiento de sus fibras, potencial alimenticio o forrajero, conocimiento de sus propiedades medicinales y toxicológicas de ganado como las obras de Martínez (1994).

En los últimos años el uso de insecticidas sintéticos, como método principal de control de insectos ha provocado el surgimiento de resistencia en estos organismos, la contaminación del suelo, aire, agua, la eliminación de enemigos naturales, la aparición de plagas secundarias y la resistencia a los insecticidas, intoxicación de personas que los utilizan a corto y largo plazo así como la acumulación de residuos tóxicos en los alimentos (Rodríguez, 1997).

En la agricultura del nuevo milenio debe establecer nuevas alternativas de control que tengan un menor impacto ambiental, que permitan reducir significativamente el uso de plaguicidas, los cuales por su elevado costo, también representan una limitante para los productores (Guevara *et al.*, 2000).

La investigación sobre insecticidas vegetales pueden tener dos

vertientes: una es la de la agricultura de subsistencia, que procura buscar la independencia del agricultor, proporcionándole alternativas de combate de plagas mediante el uso de plantas de su mismo medio; la otra consiste en buscar entre las plantas silvestres nuevas moléculas con propiedades insecticidas con el potencial de originar una nueva familia de insecticidas que pudiesen llegar a sintetizarse en laboratorios, como ha ocurrido con los piretroides y los carbamatos, que son derivados sintéticos de moléculas aisladas de plantas como piretro, (*Tanacetum cinerariaefolium*) y el haba de calabar (*Physostigma venenosum*), respectivamente (Silva *et al.*, 2002). Por lo anterior mencionado se presenta el siguiente objetivo: Determinar la efectividad biológica de diferentes extractos vegetales en insectos plaga indicadores.

REVISION DE LITERATURA

Se han desarrollado diversos problemas en la salud humana por el uso de productos químicos tales como: Alergias, Antígenos, Cáncer, Catarata, Cistitis hemorrágica, Cloracné, Dermatitis, Hepatotóxico, Fibrosis pulmonar, Fotoalérgico, Mácula, Mutagénico, Neumonitis, Neurotoxicidad retardada, Esterilidad en el hombre, Disminución en el índice de fertilidad, Sistema nervioso periférico, Teteratógeno (Henaó, 1999).

El estudio de las interacciones químicas entre especies de un agroecosistema de los aleloquímicos en la dinámica y en la producción de los mismos, debe conducirnos hacia metas ecológicas y hacia la búsqueda de mayor información que nos permita aprovechar dicho potencial. Los productos vegetales tienen grandes ventajas como lo son: menor daño al medio ambiente, menos acumulación en vegetales, no causa efectos a largo plazo en humanos por su uso, etc. (Montes *et al.*, 1990).

El potencial de los extractos vegetales en el manejo de las plagas se sustenta por apoyar el manejo integrado de plagas en el uso de la producción de cultivos orgánicos; esto es el uso de insumos agrícolas formulados a base de sustancias naturales no peligrosas para los animales de sangre caliente, poco corrosivas, no tóxicas y cero residuales, utilizando como materia prima para la elaboración de estos productos a extractos de plantas con propiedades

plaguicidas (Quintero *et al.*, 2002).

La mayoría de las especies de plantas que se utilizan en la protección vegetal, exhiben un efecto de inhibición en el desarrollo y comportamiento de los insectos en lugar de matarlos directamente por sus propiedades tóxicas (Izuru, 1970).

Las plantas ofrecen una fuente excelente de productos naturales biológicamente activos. A través de los años, numerosas plantas han sido exploradas como fuentes de insecticidas. No obstante, los productos naturales de plantas han quedado rezagados en el uso a pesar del enorme potencial que pueden tener en la investigación moderna de agroquímicos (Benner, 1993).

Rodríguez (1996) indica que las plantas son laboratorios naturales, donde se biosintetiza una gran cantidad de sustancias químicas, entre las que se encuentran las que producen el efecto protector, las cuales generalmente forman parte del llamado "metabolismo secundario". En las plantas son frecuentes los metabolitos secundarios con funciones defensivas contra insectos, tales como los alcaloides, los aminoácidos no proteicos, los esteroides, fenoles, glicósidos, glucosinolatos, quinonas, taninos y terpenoides.

Descripción de los Organismos Bajo Estudio

Psílido de la Papa (*Bactericera cockerelli* (Sulcen))

De acuerdo a Richards (1929) el centro de origen de *Bactericera cockerelli* (Sulcen) es el Oeste de los Estados Unidos de Norte América con excepción de Washington, Oregon, y la mayor parte de Idaho. Originalmente Davis (1931) y Jones (1936) observaron el psílido de la papa en Santa Ana California el cual fue originalmente descrito como *Trioza cockerelli* por Sulcen (1909).

Importancia económica

El psílido tiene un amplio rango de plantas hospederas cultivadas y silvestres. Este insecto ataca a las solanáceas, principalmente el Chile (*Capsicum* spp.), Papa (*Solanum tuberosum*) y jitomate (*Lycopersicon esculentum*) son de los mas preferidos por las hembras para depositar sus huevecillos (Garzón, 2003).

El psílido de la papa es una plaga importante que bajo infestaciones severas provoca serios daños. Las ninfas al alimentarse inyectan una toxina que provoca una enfermedad conocida como el amarillamiento del psílido. Las hojas jóvenes en las plantas afectadas son anormalmente erectas, sus porciones basales se enroscan y se entornan de una coloración rojiza o

púrpura. Las plantas afectadas presentan entre nudos cortos, las hojas viejas se engrosan de manera anormal, se enroscan y se tornan de color amarillento. Estas plantas producen un gran número de frutos pequeños y en el cultivo de papa pueden aparecer frutos aéreos en las hojas axilares (Saldaña, 2002 y Garzón *et al.*, 2004).

Existen dos tipos de daños: el toxinífero o directo y el indirecto como transmisor de un fitoplasma. La toxina de *B. cockerelli* es una sustancia que daña las células que producen clorofila en las hojas de las plantas y que dan el color verde a éstas, lo que hace que las plantas se vea amarillentas y raquílicas. Por otro lado, el fitoplasma es un organismo infeccioso, submicroscópico, más grande que un virus y tiene forma de huevo estrellado (Garzón, 2002).

En los Estados Unidos se han reportado los daños más severos y frecuentes al cultivo de la papa en Uta, Colorado, Wyoming y Nebraska; Montana y Nuevo México presentando daños moderados u ocasionales; mientras que California, Arizona, Texas, Idaho, Dakota del Sur, Alberta y Saskatchewan presentan daños ligeros (Nava, 2002).

En México, el fitoplasma que causa la enfermedad “permanente del tomate”, es transmitido por el psílido; éste al igual que su vector, fue descubierto por investigadores mexicanos en los 80's y en este siglo XXI, científicamente se demostró que era un fitoplasma. Este se encontró por primera vez en el estado de Guanajuato causando 60 % de daños en la

producción del tomate y de sembrarse más de 13,000 ha al año, la superficie se redujo a menos de 2000 ha en la actualidad (Garzón, 2002).

En 1997, se constituyó por primera vez como una plaga de importancia en la Región Lagunera. Durante este ciclo agrícola prácticamente todas las huertas de tomate fueron severamente afectadas por esta plaga, observándose porcentaje de plantas dañadas por arriba del 50 % (Vázquez, 1998).

Otras áreas agrícolas de México donde se ha reportado esta plaga son el noroeste, como plaga potencial de la papa, el Bajío y el Valle de Villa Arista, San Luis Potosí, afectando al cultivo del tomate. También se tiene conocimiento de la presencia de esta plaga en el área tomatera de Morelos, región papera de Arteaga, Coahuila, área chilera de Delicias, Chihuahua, así como en Nayarit y Sinaloa (Nava, 2002).

En papa las plantas infectadas producen pocos tubérculos y las pérdidas son del 20 a 50 %; además, se ha detectado que los tubérculos cuando se encuentran almacenados brotan prematuramente. Este daño ocurre si la planta es atacada durante las primeras etapas de su desarrollo (Ferguson *et al.*, 2001).

Descripción morfológica

Los Huevecillos son de forma ovoide, de color anaranjado-amarillento, corión brillante, presentando en uno de sus extremos un pequeño filamento, con el cual se adhieren a la superficie de las hojas (Ferguson *et al.*, 2001). Presenta varios instares ninfales, cinco instares con forma oval, aplanados dorso-

ventralmente, con ojos bien definidos. Presentan placoides sencillas (estructuras circulares con función olfatoria), las cuales aumentan en número y son más notorias conforme el insecto alcanza los diferentes estadios. El perímetro del cuerpo presenta estructuras cilíndricas que contienen filamentos cerosos, las cuales forman un halo alrededor del cuerpo (Becerra, 1989 y Marín, 2004). Las ninfas presentan una coloración anaranjada. Las antenas presentan los segmentos basales cortos y gruesos y se van adelgazando hasta finalizar en un pequeño segmento con dos setas sensoriales; ojos notorios en vista dorsal como ventral con una tonalidad anaranjada. Tórax, con paquetes alares poco notables. La segmentación en las patas es poco visible. La división del cuerpo no está bien definida (Pletsch, 1947).

Los adultos al emerger presentan una coloración verde-amarillento; es inactivo, alas blancas, que al paso de 3 ó 4 horas se tornan transparentes. La coloración del cuerpo pasa de ligeramente ámbar a café oscuro o negro; este cambio se presenta en los primeros 7 a 10 días de alcanzar este estadio. Cabeza; 1/10 del largo del cuerpo, con una mancha de color café que marca la división con el tórax, ojos grandes de color café (Marín, 2004). Las antenas, características propias de la familia, siendo éstas largas y filiformes (Lorus and Milne, 1980). El tórax; blanco amarillo con manchas café bien definidas, la longitud de las alas es aproximadamente 1.5 veces el largo del cuerpo, venación propia de la familia. El abdomen en las hembras con cinco segmentos visibles más el segundo genital, éste es de forma cónica en vista lateral, en la parte media dorsal se presenta una mancha en forma de "Y" con los brazos

hacia la parte terminal del abdomen. Los machos, con seis segmentos visibles, más el genital, este último segmento se encuentra plegado sobre la parte media dorsal del abdomen; al ver este insecto dorsalmente se distinguen las valvas genitales con estructuras en forma de pinza que caracteriza a este sexo (Marín, 2004).

Biología y hábitos

Aunque hay mucho por conocer de su comportamientos, se ha podido observar que al llegar a los 60 y 80 unidades calor (UC), las hembras ovipositan los huevecillos en el envés de las hojas medias e inferiores de la planta, lugar en que también se localizan las ninfas, que generalmente están adheridas en un solo lugar de la hoja, aunque a veces se les encuentra desplazándose en la misma, buscando mayor ventilación y temperatura (Avilés-González *et al.*, 2000). Los adultos se encuentran en cualquier parte de la planta, ubicándose en el envés de las hojas inferiores al amanecer, al atardecer y cuando el día está nublado o lluvioso. Cuando el día esta soleado el adulto gusta de la energía solar y por lo tanto se le puede ubicar en el envés de las hojas altas y medias y hasta en el haz de las hojas más altas de la planta (Castellanos, 2004).

Los psílidos se localizan en el envés de las hojas hospederas, presentan metamorfosis incompleta; ya que su ciclo de vida pasa por los estados de huevecillo, ninfa y adulto. La hembra deposita los huevecillos principalmente en las orillas o bajo los lados de las hojas en las partes sombreadas de las plantas,

depositando aproximadamente 300 huevecillos durante su ciclo vital (Wallis, 1951).

Según Marín *et al.*, (2002), El ciclo biológico requiere 355.81 UC promedio (huevecillo-adulto) con una temperatura mínima base de 7 °C; en primer instar 71.72 UC; en segundo 53.68 UC; en tercero 47.58 UC; en cuarto 54.40 UC; en quinto 47.92 UC; y adulto 80.51 UC.

Gorgojo de la Harina *Tribolium castaneum* (Herbst)

Es un insecto de origen Indo-Australiano (Mallis, 1990). También es conocido como: *Colydium castaneum* Herbest, 1797; *Tenebrio castaneum* Sc.Lnger, 1806; *Phaleria castanea*, Gyllanhal, 1810; *Uluma ferruginea*, Dejan, 1821; *Tribolium castaneum*, MacLeay, 1825; *Margus castaneum*, Dejan, 1833; *Stene ferruginea*, Westwood, 1839; *Tribolium ferrugineum*, Wollastone, 1854 (Good, 1939).

Importancia económica

Es una plaga secundaria de los cereales ya que es incapaz de dañar el grano sano, limpio y seco. Tanto el adulto como las larvas se alimentan de cereales partidos o dañados y sus productos (Gutiérrez y Gümes, 1991). Su capacidad del adulto de volar lo hace peligroso. Causa daño en merma en peso y calidad (Gutiérrez, 1992).

Descripción morfológica

Los huevecillos son cubiertos por una sección gelatinosa que causa la adherencia de partículas de harina o de cereales a ellos. Cada hembra deposita un promedio de 450 huevecillos y desde huevecillo a adulto se requiere un tiempo promedio de 6 semanas bajo condiciones favorables (Gutiérrez y Gümes, 1991).

Las larvas que se alimentan en granos rotos y polvo de cereales, son más o menos de 4 mm de longitud, delgadas, cilíndricas de color blanco con ligeros tintes amarillos, de cabeza obscura y en extremo posterior soportan dos delgados y agudos apéndices (Ramayo, 1983).

El adulto alcanza de 3 a 4 mm de longitud, es de color café rojizo brillante, aplanado, de forma oval. Es un insecto muy activo y tiene gran longevidad, con periodos de más o menos un año, prefiriendo los climas templados. Las hembras ovipositan sobre los materiales alimenticios, tienen gran capacidad de vuelo (Gutiérrez y Gümes, 1991). Antenas agrandándose gradualmente, ojos separados por una distancia mayor que el ancho de los ojos cuando se ve por abajo, con borde arriba del ojo (Gutiérrez, 1992).

Biología y hábitos

Las hembras ovipositan hasta 450 huevos entre la harina o residuos de los granos. Los huevecillos están cubiertos con una secreción pegajosa, que

permite que se adhieran a las superficies y facilita la infestación. Los huevos incuban después de 5 a 12 días, dando origen a pequeñas larvas delgadas, cilíndricas, de color blanco, que llegan a medir 5 mm. El ciclo completo, dependiendo de la temperatura, demora de 6 a 8 semanas y los adultos viven de 12 a 18 meses. El ciclo biológico de *Tribolium castaneum* a 35-37 °C y 70 % de HR dura aproximadamente 20 días. La temperatura para su desarrollo varía de 20 a 40 °C y la HR de 30 a 90 %. A menos de 20 °C la larva se desarrolla pero la pupa no es capaz de transformarse en adulto (Dell'Orto y Arias, 1985). *Tribolium castaneum*, a pesar de que prefiere granos partidos o dañados, es capaz de multiplicarse en granos de trigo enteros cuando la humedad es elevada, alimentándose primero del germen y después del endospermo (González *et al.*, 1973). Puede alimentarse de cereales quebrados o que han sido dañados por otros insectos, productos de la molienda de los cereales como harina, salvado (afrecho), semillas de oleaginosas y sus productos, nueces, almendras partidas, maní, alimentos suaves o molidos como galletas, cacao, concentrados alimenticios para animales, tortas de oleaginosas, frutas secas y otros productos (FAO, 1985).

Distribución

Se encuentra distribuido en todo el mundo, en México se ha localizado en los estados de Guerrero, Michoacán, Chiapas, Guanajuato y Morelos (Gutiérrez y Pérez, 1993).

Zancudo *Culex tarsalis* (Coquillet)

Los mosquitos son un grupo muy grande que contiene más de 2, 600 especies en todo el mundo (Pratt *et al.*, 1973). Los mosquitos de *Culex tarsalis* (Coquillet) se pueden encontrar casi en todas las latitudes, en alturas de hasta 4,000 msnm; sin embargo, la mayoría de las especies se localizan en los trópicos (Espinoza, 1985). En América 131 de 150 especies pertenecen a cuatro géneros; *Anopheles*, *Aedes*, *Psorophora* y *Culex* (Domínguez, 1994).

Importancia económica

Borror *et al.*, (1976) mencionan que los mosquitos son muy importantes desde el punto de vista humano porque causan molestias por su hábito de zumbar y porque las hembras de muchas especies succionan la sangre de humanos y animales, sirviendo con ello como vector en la transmisión de algunas enfermedades de interés médico-veterinario.

Las enfermedades transmitidas por mosquitos pueden tener consecuencias graves y de gran alcance para la economía de una región o país. Existen numerosos casos en los que los turistas han cancelado sus reservaciones al saber que la región donde planeaban pasar sus vacaciones existen brotes epidémicos (Saba, 1984).

Tipos de transmisión de enfermedades

Ramos (1988) señala que podemos encontrar dos tipos de transmisión de enfermedades:

- a) Transmisión horizontal. Es cuando la especie de mosquito puede transmitir la enfermedad de un humano a otro humano.
- b) Transmisión vertical. Es cuando se transmite de la hembra infectada a su progenie, la cual la transmitirá a otros organismos al llegar al estado adulto.

Ibáñez (1989) consigna la existencia de 18 géneros y 220 especies de mosquitos en México. De estos *Culex*, *Aedes* y *Anopheles* sobresalen por su importancia.

El género *Culex* está representado en México por 52 especies de las cuales la distribución más amplia corresponde a *C. quinquefasciatus*, *C. coronator*, *C. stigmatosoma* y *C. thriambus*, lo que constituye un gran potencial para la transmisión de enfermedades como encefalitis (Ibáñez, 1989).

C. tarsalis es el principal vector de la encefalitis (inflamación del cerebro) equina del oeste y Encefalitis de San Luis. La edad en humanos tiene influencia en estas enfermedades, ya que por ejemplo la encefalitis equina del oeste produce cuadros más severos en los jóvenes, mientras que la encefalitis de San Luis es más crítica en los ancianos (Hardy *et al.*, 1980; Reeves *et al.*, 1994).

Descripción morfológica

Se encuentran masas de huevecillos que varían de 40 a 50 hasta varios cientos; las hembras puede ovipositarlos en el agua o fuera de ella, en suelos húmedos sujetos a inundación en forma individual o sobre el agua pero en masas flotantes compactas (Mallingly, 1969). También pueden encontrarse adheridos a paredes de estanques. En términos generales, los huevecillos son elípticos, con forma de habano y presenta ornamentaciones microscópicas y submicroscópicas que pueden usarse para distinguir a la especie a la que pertenecen (Borror *et al.*, 1989; Ibáñez, 1991).

El género *Culex*, deposita masas de huevos elongados que flotan en la superficie del agua en forma de balsas (Davidson y Lyon, 1978).

Las larvas tienen el sifón bien desarrollado y comúnmente con 30 o más pelos en los cepillos bucales; (McCafferty y Provonsha, 1981).

Tienen el tórax considerablemente ensanchado (más que la cabeza y el abdomen), son apodas y se mueven a través de movimientos espasmódicos. En la parte terminal del cuerpo, presentan una placa esclerosada de la cual parten un par de estigmas ventiladores que le sirven para respirar el aire atmosférico, ambas estructuras se originan en la parte dorsal del octavo segmento abdominal. El décimo segmento del abdomen se dirige oblicuamente hacia abajo y presenta en su parte apical uno o dos pares de papilas anales, estructuras digitiformes o foliáceas con función osmorreguladora. Todo el cuerpo presenta pelos cortos o largos con formas o y disposiciones variables

entre las especies, pero constantes en la misma especie (Borror y White, 1970; Ibáñez, 1991).

El adulto son considerados como chupadores de sangre que carecen de mandíbulas y miden de 2.5 a 6 mm de longitud (Downes, 1970). A diferencia de otros géneros, el adulto de *C. tarsalis* es bastante grande y robusto, generalmente de color café oscuro a negro, con bandas blancas evidentes en las patas y abdomen y un anillo blanco ancho en la proboscis (Carpenter y LaCASSE, 1955).

Los culícidos se reconocen por presentar las siguientes características:

- 1) Partes bucales a manera de probóscide, muy largas y delgadas, para la perforación;
- 2) Cuerpo total o parcialmente revestidos con pelos aplanados o “escamas”, al igual que las venas de las alas;
- 3) Alas largas y angostas, la característica de mayor peso taxonómico es la presencia de una vena sencilla entre dos bifurcadas, es decir, R_{4+5} es sencilla y está entre R_3 y M_{1+2} ;
- 4) Antenas largas filiformes y multisegmentadas;
- 5) Patas relativamente largas y delgadas.

Los machos de la gran mayoría de especies se reconocen por presentar las antenas del tipo “plumoso” (con gran cantidad de sedas muy largas); mientras que las hembras presentan las antenas con sedas menos abundantes y relativamente cortas (Figura 1) y genitales externos representados por lóbulos pequeños (Borror y White, 1970; Davidson y Lyon, 1978; Carrada *et al.*, 1984; Borror *et al.*, 1989; Zahradník y Chavála, 1990; Ibáñez, 1991) y no presentan ocelos (Morón y Terrón, 1988, citado por García, 1990).

Biología y hábitos

Como todos los dípteros, los miembros de la Familia Culicidae presentan cuatro estados de desarrollo; huevo, larva, pupa y adultos con los sexos diferenciados (Borror *et al.*, 1989; Zahradník y Chavála, 1990; Ibáñez, 1991).

Después de un par de días, o de varios meses si es que el embrión presenta diapausa, el huevo es abierto por la larva mediante una estructura a manera de diente que se encuentra en la porción dorsal anterior de la cabeza de la larva. Usualmente los huevecillos de *Culex* tienen un período de incubación de 2 a 3 días (Ibáñez, 1991). Las larvas se desarrollan en medios acuáticos como lagunas, contenedores artificiales, huecos de árboles, y otros sitios; pero cada especie se desarrolla sólo en un tipo particular de medio. Las larvas de *Culex* se desarrollan principalmente en contenedores artificiales (Borror *et al.*, 1989). Aunque viven en el agua, no son capaces de aprovechar el oxígeno que en ella se encuentra presente, estas tienen que salir a la superficie del agua para respirar el aire libre de la atmósfera y según el modo de abrir sus tráqueas, toma una posición por la cual se les puede reconocer fácilmente (Guiart, 1948, citado por Collado, 1960)

Las larvas presentan partes bucales con mechones a manera de bigotes, que emplean para atraer a la boca partículas nutritivas como protozoarios, bacterias, algas y otros microorganismos de las cuales se alimentan (Martínez, 1982).

Las pupas también son acuáticas y recibe el nombre de “maromeros”, debido a que se desplaza dando vuelcos característicos. La pupa, tienen forma de “coma” cuando se observa lateralmente y presenta dos proyecciones originadas del tórax a manera de cuernos que son conocidos como “trompetas ventiladoras”; las cuales tienen función respiratoria. La porción terminal del cuerpo presenta unas placas anchas a manera de paletillas, que le sirven para el desplazamiento acuático. Las pupas flotan en la superficie del agua pero cuando son perturbadas se sumergen rápidamente (Davidson y Lyon, 1978; Ibáñez, 1991).

Los adultos el macho se alimentan de líquidos azucarados y nunca de sangre, mientras que las hembras de muchas especies son hematófagas. La sangre ingerida es indispensable para la ovogénesis y es necesaria también para aumentar la viabilidad de los embriones (Ibáñez, 1991). Según Bowen (1991) las hembras hematófagas localizan al huésped a través de tres tipos de estímulos, ácidos lácticos, bióxidos de carbono y temperatura.

Algunos mosquitos sobreviven el invierno como huevecillos, otros como larvas o adultos. En las regiones frías, las hembras de *C. tarsalis* inseminadas invernan en sitios naturales, por ejemplo en los sitios rocosos de los estados del noroeste de Estados Unidos (Harwood y James, 1987).

Distribución

Culex tarsalis es una especie abundante y ampliamente distribuidas en las regiones semiáridas de Norteamérica, también se encuentra en todo el Sur de Estados Unidos, al noreste hasta Indiana, el suroeste de Canadá y México. Es posible encontrarlos hasta altitudes de 2, 750 m. Las aves domésticas y silvestres son los huéspedes preferidos de este mosquito de actividad nocturna; aunque con facilidad pica al hombre, caballos y ganado, puede alimentarse de reptiles y anfibios (Harwood y James, 1987).

Importancia de los Extractos vegetales

Descripción de las Plantas en Estudio

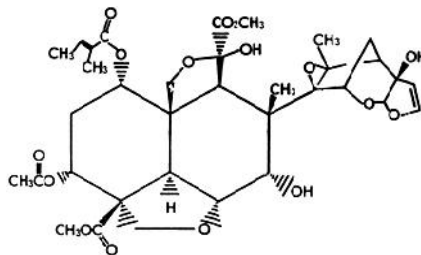
Azadirachta indica

Es un árbol robusto conocido como neem, siempre verde, de rápido crecimiento, con tronco recto corteza moderadamente gruesa y copa redonda. Alcanza una altura de 7 a 20 m y el diámetro de la copa es de 5 a 10 m, hojas alternas de 10-38 cm de longitud con 3 a 8 pares de folíolos opuestos o casi opuestos. Lanceolados de 3 a 6 cm de longitud, con el margen aserrado y la base asimétrica. Flores en panículas axilares más cortas que las hojas. Son pequeñas, pentámeras, de color blanco o crema, fragante. Fruto en drupa,

oblongo, de 1. 2 cm de largo color verde amarillento tornándose púrpura, con una semilla (Leos y Salazar, 1992).

Es nativo de la India, en México se encuentra distribuido en varios estados, Baja California, Sinaloa, Sonora, Nayarita, Colima, Campeche, San Luis Potosí, Guerrero, Quintana Roo, Yucatán, Nuevo león, Veracruz, Oaxaca, Morelos, Chiapas, Guanajuato, Tabasco, Tamaulipas, y Durango (Leos y Salazar, 1992).

Prakash y Rao (1977) cita que se han aislado 54 componentes químicos, pero los que poseen actividad biológica son azadiractina, deacetyl-salannina, salannina, nimbina, epinimbina y meliantrol.



Azadiractina

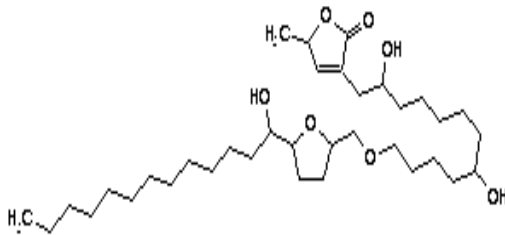
El aceite de neem ha sido evaluado contra una amplia gama de insectos teniendo actividad biológica de insecticida, antialimenticio, repelente, inhibidor de oviposición, etc. un efecto adicional del uso del neem es el cambio de comportamiento que en algunos casos ha resultado benéfico; por ejemplo, varias especies de *Cicallidae* y *Delphacidae* (Homoptera) en arroz, dejaron de comer del floema para alimentarse del xilema, cuando las plantas fueron tratadas con neem. Esto resultó en una reducción notable de la transmisión de virus específicos del floema (Saxena y Khan, 1985).

Annona muricata

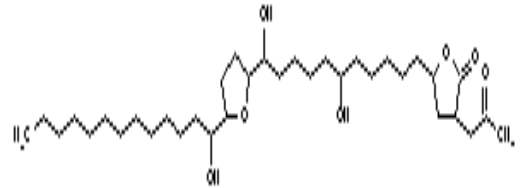
Árbol o arbusto perennifolio/caducifolio, de 3 a 8 m (hasta 10 m) de altura. Hojas oblongo-elípticas, de 6 a 12 cm de largo por 2.5 a 5 cm de ancho, glabras. Tronco ramificado cerca de su base. Despide mal olor cuando se le tritura. Ramas cilíndricas, arrugadas, ásperas, de color café rojizo y con numerosas lenticelas. Corteza externa de color castaño más o menos lisa, sin sabor. Flores solitarias a lo largo del tallo, sépalos es en número de 3, ovados, de menos de 5 mm de largo; los pétalos 6, los 3 exteriores son ovados, libres, gruesos, de 2 a 3 cm de largo, los 3 interiores, delgados y pequeños. Fruto Carnoso agregado, verde-oscuro, cubierto con tubérculos flexibles con aspecto de espinas, ovoide-elipsoide, de 20 a 25 cm de largo por 10 a 12 cm de diámetro, con una pulpa blanca algodonosa y jugosa. Numerosas semillas por fruto, una por carpelo. Las semillas son ovoides y aplanadas, de 15 a 20 mm de largo con testa oscura y brillante (Calzavara, *et al.*, 1987).

Nativa de Mesoamérica, aunque no se conoce con certeza su lugar de origen. Extensamente sembrada y naturalizada en los trópicos de América y de África Occidental. Se extiende a lo largo de las Antillas excepto en las Bahamas y desde México hasta Brasil. Se distribuye en las tierras con una Altitud: 1,000 a 1,150 m está presente en los siguientes estados; Chiapas, Guerrero, Jalisco, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Pérez, 2004).

Se reporta que tiene algunos metabolitos como anonacin, goniatalamicin, arianacin, javoricin, gigantetrocin, muricatetrocin A y B.



anonacina-A-1



anonacina

Evaluó la toxicidad larvica de suspensiones acuosas provenientes de extractos etanólicos de las semillas, flores, hojas, corteza de ramas y corteza de raíces de *A. muricata* sobre larvas de *Aedes aegypti*, encontrando un 100 % de mortalidad a 24 horas a 0,5 mg/mL, con la suspensión de semillas (Pérez, 2004)

Las semillas molidas se emplean como larvica, insectica y repelente de cucarachas y chinches. Mezclando este polvo con azúcar, se coloca como cebo. Por otro lado el polvo seco de 500 g de semillas, mezclados con 10 L de agua, reposada por 24 h, ayuda para controlar insectos en cultivos, parásitos en animales y también piojos en el hombre (Pérez, 2004).

Carica papaya

La raíz tiende a ramificarse profundamente en forma más o menos radial. Explotando una capa del suelo de aproximadamente 1 m de profundidad: son

flexibles y de color blanco cremoso (Morin, 1967). La corteza es lisa, agrisado por las cicatrices que dejan las hojas, el tallo es erecto, cilíndrico, con tejido esponjoso, hueco de 10 a 30 cm de diámetro sin ramas laterales. El tallo termina en un mechón de hojas de pecíolo, puede alcanzar de 2 a 10 m. Hojas copa abierta y redondeada. Hojas grandes de pecíolo largo, de 0.7 a 1 m, con la lámina palmeada de 7 a 9 lóbulos, y éstos a su vez en lóbulos más pequeños, ligeramente gruesas y carnosas. Hojas superiores erectas y extendidas e inferiores colgantes. El papayo inicia su floración después de 4 a 5 meses de haberlo plantado y hace por medio de emisión de inflorescencias axilares. En general las plantas presentan tres tipos de flores masculinas femeninas y hermafroditas. Semillas Son numerosas y están adheridas en el interior de la cavidad del fruto son de forma esférica de aproximadamente 5 mm de diámetro, y de color negro a grisáceo, rodeadas por un tejido mucilaginoso llamado orilo (Morin, 1967; SARH, 1982; IBPGR, 1986; Litz, 1986).

Originaria de Mesoamérica, se desconoce su lugar de origen exacto se distribuye desde el sur de México, Centroamérica, Costa Rica o noroeste de América del Sur en Brasil. En la actualidad la encontramos cultivada en todas las regiones tropicales de América, del Viejo Mundo África y Asia (Storey, 1967)

Se reporta que tiene algunos metabolitos como la papaina (enzima hidrolasa que degrada proteínas).

Las hojas de papaya se utilizan para controlar hongos, ya que su principio activo tiene efectos fungicidas, especialmente para control de roya y

cenicilla polvorienta además, se reporta usos como insecticida con el látex vermícida (Internet Insecticidas Botánicos, 2006)

Euphorbia dentata

Planta con un tallo principal erecto, delgado, de 1 a 3 mm de grueso, con jugo lechoso, escasamente ramificado en la parte superior de 30 a 60 cm de alto, pubescencia corta y densa de pelos ásperos y curvados; las hojas principalmente opuestas, raramente alternas, corto-pecioladas, oblongas a ovaladas de 2 a 5 cm de largo y 5 a 20 mm de ancho, margen dentado y pubescencia ala del tallo. Flores agrupadas en inflorescencias en los extremos de los tallos, rodeadas por brácteas parecidas a las hojas, con la base de color pálido o amarillento flores femeninas, una por inflorescencia, con un ovario glabro sobre un pedúnculo largo y curvado; flores masculinas representadas por estambres numerosos en cada inflorescencia. El fruto una cápsula trilobada de 2 a 3 mm de largo y 4 a 5 mm de ancho, y es glabro, presenta 3 semillas por cápsula, ovoide de 2.5 mm de largo, color café oscuro, superficie rugosa y una carnosidad apical de color amarillento (Villarreal, 1983)

Se ha registrado en Aguascalientes, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán (Villaseñor y Espinosa, 1998).

El género *Euphorbia* tiene una amplia distribución mundial es conocida en México por su látex toxico (Villarreal, 1983)

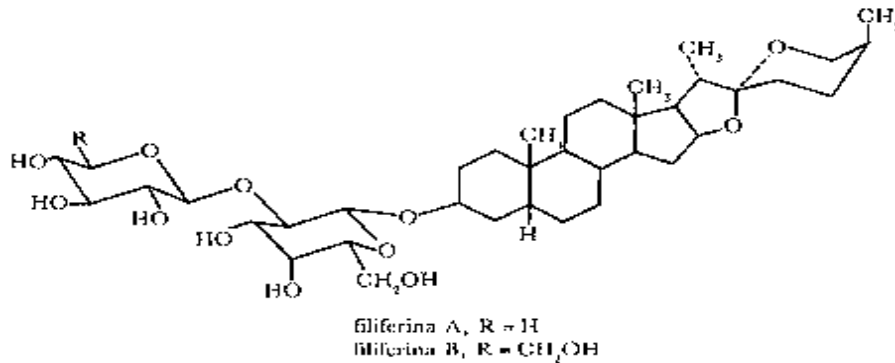
Estudios muestran que el consumo de estas plantas son dañinas para el ganado, ya que provoca en el hígado hemorragias y necrosis de los pulmones (Bedotti *et al.*, 2002)

Sapindus saponaria

Árbol generalmente de 9 a 15 m de alto ocasionalmente más alto, la corteza gris, fisurada y escamosa, la copa usualmente ancha y densa. El tronco de 50 cm o más de diámetro; foliolos la mayoría 6 a 12, estrechamente lanceolados a oblongos, de 5 a 18 cm de largo, obtusos a largo-acuminados, agudos u obtusos en la base, asimétricas, glabras, enteros, el raquis estrechamente halado. Las flores blancas o blanquecinas, de 4 mm de ancho, a menudo largo-pedunculadas, panículas muy ramificadas, las ramas pubescentes; pétalos de 3 mm de largo. El fruto usualmente 1 coco, a veces 2 a 3 cocos, globosos, glabros, de 1 a 2 cm de diámetro, muy carnosos; semillas pálidas, globosas, alrededor de 1 cm de diámetro (González, 1984).

El jaboncillo crece a bajas elevaciones, en climas secos o húmedos. Se encuentra en bosques de la parte central y del Pacífico en el Canal de Panamá, pero es raro o ausente en bosques lluviosos del Caribe. En México está presente en algunos estados como; Chihuahua, Guerrero, Jalisco, Michoacán y Oaxaca (Rocas, 1986)

Se reporta que tiene metabolitos como las saponinas, al respecto se han determinado dos moléculas que son filiferina A y B.



Filiferina A y B

Las semillas son venenosas y molidas con el fruto se utilizan para atontar a los peces en el agua; las semillas contienen de 35 a 40 % de aceite no secante que posee propiedades insecticidas y acaricida (González, 1984)

Tagetes tenuifolia

Planta erecta de hasta 1.8 m de alto con tallo estriado a veces acostillado, glabro o pubescente, hojas opuestas en la parte inferior, alternas en la parte superior; de hasta 20 cm de largo, pinnadas, de 11 a 17 foliolos, lanceolados a linear-lanceolados, de hasta 5 cm de largo y 1.5 cm de ancho, agudos a acuminados, aserrados a subenteros, los inferiores de cada hoja frecuentemente setiformes (en forma de hilos), los superiores reducidos, a veces completamente setiformes; con glándulas redondas abundante. Las inflorescencias de cabezuelas solitarias o agrupadas por varias, sobre

pedúnculos de hasta 15 cm de largo, provistos de brácteas pinnadas con segmentos cerdiformes en el ápice. Cabezuela con involucre campanulado, de 13 a 20 mm de alto y 9 a 25 mm de ancho, con 5 a 11 brácteas, glabras y de ápices triangulares, con dos hileras de glándulas. Flores liguladas: 5 a 8, o más frecuentemente numerosas, amarillas a rojas, sus láminas oblanceoladas a obovadas de 1 a 2 cm de largo. Flores del disco: 150 a 250 en las cabezuelas sencillas, en las "dobles" muestra diferentes grados de transformación en lígulas, corolas amarillas a anaranjadas, de 8 a 10 mm de largo. Frutos y semillas: Aquenios lineares de 7 a 10 mm de largo, glabros o hispídulos en los ángulos, vilano de 1 o 2 escamas acuminadas de 6 a 12 mm de largo y 2 o 3 escamas romas de 3 a 6 mm de largo, más o menos unidas entre sí. La Raíz es Fibrosa. Planta muy aromática al estrujarse. En algunas regiones también se encuentran formas rellenas asilvestradas (Rzedowski y Rzedowski, 2001).

Es originario de Mesoamérica (México y Centroamérica). Las formas más silvestres se encuentran en la cuenca del Balsas y el occidente de México. Formas asilvestradas de las plantas domesticadas se encuentran en los trópicos a nivel mundial. En México se ha registrado en Aguascalientes, Campeche, Chiapas, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán y Zacatecas (Villaseñor y Espinosa, 1998). Planta anual, en el Bajío florece de septiembre a diciembre (Villarreal,

2003). Se cultiva ampliamente para fines ornamentales (especialmente en ceremonias religiosas), como medicinal y como complemento del alimento de aves de corral o como tintórea no solo en México, sino a nivel mundial. Es especialmente importante como planta ritual en los países budistas (Rzedowski y Rzedowski, 2001).

Thuja occidentalis

Árbol de hasta 10 m de altura, tiene la copa estrecha y cónica; las ramas son pequeñas y horizontales. Hojas escamiformes y puntiagudas que crecen en ramas y ramitas aplanadas de color verde amarillento o verde oscuro. Conos de aproximadamente 15 mm de longitud y tiene 6 a 10 escamas cerradas de color amarillento (Johnston, 1990).

Es originaria de América del norte en algunos estados de Canadá y de estados unidos como en los estados de Minnesota, Illinois y también se menciona que es originario de Carolina del norte de y con amplia distribución en México (Johnston, 1990).

Esta planta es rica en taninos (5 %), aceites esenciales (0.5-1 %) rico en tujona (50-60 %), acompañado de fencon, alfa-pineno, borneol; Además presenta flavonoides: como los glucósidos de kenferol y quercetol (Internet árbol de la vida, 2006).

**Efecto *in vitro* de Extractos Vegetales sobre *Tribolium castaneum*
(Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae).**

In vitro effect of botanical extracts in *Tribolium castaneum* (COLEOPTERA:
TENEBRIONIDAE).

Rebeca González-Villegas, Eugenio Guerrero-Rodríguez, Mariano Flores-Dávila, José Ramón Chávez-Barragán.

Departamento de Parasitología, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
Buenavista, Saltillo, Coahuila. C.P.25315, Tel y Fax. 4 11 02 26. e-mail.
leun21@hotmail.com

Rosalinda Mendoza-Villarreal.

Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma Agraria Antonio
Narro. Buenavista, Saltillo; Coahuila C.P.25315.

Abstract.- In the present study evaluated 10 plant extracts were *Annona muricata*, *Caryca papaya*, *Euphorbia dentate*, *Sapindus saponaria*, *Tagetes erecta*, *Thuja occidentalis* and conventional witness *Azadirachta indica* oil, aiming to determine the insecticidal effect on adults of *Tribolium castaneum*. The results show that extracts containing oils such as *A. indica* shown and the seed

of *A. muricata* and *C. papaya* are showing better results as insecticides, mortality percentages were maintained for most between 80 and 90 % at a concentration of 20,000 ppm.

Key words: *Annona muricata*, *Caryca papaya*, *rotavapor*.

Resumen.- En el presente trabajo se evaluaron 10 extractos de plantas que fueron *Annona muricata*, *Caryca papaya*, *Euphorbia dentata*, *Sapindus saponaria*, *Tagetes tenuifolia*, *Thuja occidentalis* y como testigo convencional aceite de *Azadirachta indica*, teniendo como objetivo determinar el efecto insecticida sobre adultos de *Tribolium castaneum*. Los resultados obtenidos señalan que los extractos que contienen aceites como *A. indica* y los de semillas de *A. muricata* y *C. papaya* son los que muestran mejores resultados como insecticidas, los porcentos de mortalidad se mantuvieron para la mayoría entre un 80 y un 90 % a una concentración de 20,000 ppm.

Palabras clave: *Annona muricata*, *Caryca papaya*, *rotavapor*.

Introducción

La aplicación de agroquímicos se lleva a cabo para el control de insectos que atacan granos almacenados, evitando pérdidas económicas. Sin embargo, se ha desarrollado resistencia a los insecticidas. Las pérdidas que ocasionan

los insectos que atacan granos almacenados provocan que se recurra a la aplicación de agroquímicos con los problemas que conlleva su uso como el desarrollo de resistencia a insecticidas que es una constante en los programas de manejo postcosecha. La resistencia al malation ha sido registrada en muchos insectos de granos almacenados alrededor del mundo (Ivania, 1995). Como en Estados Unidos existe una amplia resistencia al malation en las poblaciones de *Tribolium castaneum* (Herbst) (Arthur, 1996).

En la actualidad el control de insectos en bodegas de granos se logra mediante la aplicación de productos químicos ya sea en forma de fumigantes, tratamientos externos o mezclando el grano con insecticidas no tóxicos al humano animales domésticos para su posterior consumo (May, 1972).

El uso de insecticidas naturales menos contaminantes para el medio ambiente no tóxico para el hombre ha intensificado la investigación de plantas medicinales y aromáticas que pueden tener actividad insecticida en los insectos plagas de los granos almacenados. Lo anterior permite buscar nuevas alternativas naturales que no impliquen riesgos en su uso y que puedan ser utilizados por los productores y comerciantes; dentro de este campo las plantas medicinales y aromáticas ofrecen una alternativa agroecológica que es conveniente investigar teniendo en cuenta sus posibilidades (Grainge, M; AHMED S) Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue: Determinar la efectividad insecticida de extractos vegetales sobre adultos de *Tribolium castaneum*.

Materiales y Métodos

Ubicación del experimento: El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Toxicología del Departamento de Parasitología Agrícola, de la Universidad. Durante el período de enero a mayo del 2006, previa identificación y colecta de las plantas vegetales se identificaron y colectaron.

Extractos: Se obtuvieron 10 extractos con plantas de diferente familia taxonómica, de diferente parte de las plantas, estados de la república y solvente (Cuadro 1). Los materiales colectados se trasladaron al laboratorio para pesar el material vegetal y molerlos en una licuadora industria y agregarle el solvente. El material fue agitado constantemente por 3 días, posteriormente con la ayuda de un rotavapor Buchii se logró la separación del solvente y el extracto, dejando este último líquido para un mejor manejo. El extracto obtenido se vació en un recipiente de plástico de 1 L el cual se cubrió con papel aluminio y se guardó en refrigeración a 4 °C para su conservación.

Cuadro 1. Relación de las plantas colectadas para obtención del extracto crudo.

Familia	Planta	Parte usada	Solvente	Procedencia
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	Semilla	Hexano	*
Annonaceae	<i>Annona muricata</i>	fruto	Metanol	Michoacán
	<i>Annona muricata</i>	hoja	Metanol	Michoacán
	<i>Annona muricata</i>	Semilla	Hexano	Michoacán
Caryaceae	<i>Caryca papaya</i>	hoja	Metanol	Coahuila
	<i>Caryca papaya</i>	Semilla	Hexano	Coahuila
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia dentada</i>	Planta completa	Metanol	Michoacán
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i>	Hoja	Metanol	Coahuila
Compositae	<i>Tagetes tenuifolia</i>	Planta completa	Metanol	Michoacán
Cupressaceae	<i>Thuja occidentalis</i>	hoja	Metanol	Coahuila

* Aceite comercial

Incremento de las colonias: Las poblaciones de *T. castaneum* se incrementaron en un a cámara bioclimática a 25 ± 2 °C y 12:12 h luz y 65 % de HR de la misma Universidad alimentándolos con harina de maíz para posteriormente llevar a cabo los bioensayos en el laboratorio de toxicología del Dpto. de Parasitología.

Bioensayos: Se Utilizo la técnica de película residual en frascos gerber, se depositó 1 mL de solución de los extractos por las paredes y se dejó evaporar, posteriormente se colocaron 10 adultos de *T. castaneum* en 3 repeticiones. La evaluación fue a las 24, 48 y 72 h, incluyendo un testigo

absoluto para cada serie. Las concentraciones utilizadas variaron desde 1,250 hasta 20,000 ppm.

Análisis estadístico: Los resultados obtenidos fueron analizados en el programa PC-Probit (Camacho, 1990).

Resultados y Discusión

Los extractos crudos presentaron concentraciones que variaron desde 7.7 hasta el 100 % (Cuadro 2).

Cuadro 2. Concentraciones de los extractos.

Extracto	Concentración (%)
<i>Azadirachta indica</i> * (Semilla)	100
<i>Annona muricata</i> (Fruto)	35
<i>Annona muricata</i> (Hoja)	63.15
<i>Annona muricata</i> (Semilla)	20.9
<i>Caryca papaya</i> (Hoja)	10.1
<i>Caryca papaya</i> (Semilla)	100
<i>Euphorbia dentata</i> (Planta completa)	7.7
<i>Sapindus saponaria</i> (Hoja)	20
<i>Tagetes tenuifolia</i> (Planta completa)	36.3
<i>Thuja occidentalis</i> (Hoja)	35.9

* Aceite comercial

Los resultados de mortalidad de adultos de *T. castaneum* se muestran en un primer apartado con la mortalidad a través del tiempo y en un segundo apartado los resultados de los análisis probit.

Efecto a través del Tiempo

***Azadirachta indica* (Testigo):** Como se muestra en la figura 1A, las concentraciones evaluadas con el testigo comercial presentaron una tendencia normal de incremento de la mortalidad de adultos de *T. castaneum* en las diversas concentraciones del aceite de *A. indica*; los mejores efectos insecticidas se observan a las 72 h para todas las concentraciones evaluadas. Sin embargo los mejores resultados de mortalidad se registran a partir de 10,000 a 20,000 ppm con valores 76.6 a 90 % a 72 h, estos datos coinciden con lo obtenido con Arthur (1996).

***Annona muricata*:** Como se observa en la figura 1B, el extracto de fruto de esta planta muestra un efecto lento de mortalidad sobre adultos de *T. castaneum* a las 24 h y los incrementos de mortalidad a 48 y 72 h no muestran mucha variación, sin embargo, es claro que la mayor actividad insecticida se registra a las 72 h, a 20,000 ppm obteniendo una mortalidad de un 76.6 %, esto coincide con (Rodríguez *et al.*, 1997), es estudio con larvas de mosquitos (género *Culex*), al mostrar en un principio una lenta mortalidad al evaluar extractos de otras partes de la planta, la cual se incrementa con el extracto acuoso de la semilla, la que es más rica en anonacina, asimicina y bulatacina.

En la figura 1C, el extracto de *A. muricata* presenta un efecto de mortalidad más fuerte que con el extracto de fruto ya que hay un aumento a las 72 h con un 73 y 86.6 % a 10,000 y 20,000 ppm, lo anterior no coincide con Pérez (2004) que utilizó *A. muricata* y obtuvo un 100 % de mortalidad en

larvas de zancudo del género *Culex* a una concentración del 5 % del extracto acuoso.

El efecto de mortalidad con extractos de semilla de esta planta figura 1D al igual que en el extracto de hoja presenta resultados muy parecidos a partir de las 24 h en todas las concentraciones; aunque, a las 72 h presenta efecto insecticida más rápido obteniendo un 76.6 y 86 % a 10,000 y 20,000 ppm, esto puede deberse a los aceites presentes en los extracto lo que ayuda a que presenten un efecto residual por un período largo, tal como lo indica Schoonhoven (1978).

Carica papaya: En cuanto al extracto de hoja de papaya en la figura 1E, se observa una baja mortalidad a través de los días de conteo, presentando un 1 % a 2,500 ppm a 24 h, alcanzando un 53.3 % de mortalidad de *T. castaneum* a las 72 h teniendo con 20,000 ppm, al respecto Herrera (1991), señala que una baja concentración de aceites da como resultado menor mortalidad.

Como se muestra en la figura 1F, la mortalidad de gorgojos para el extracto de semilla de papaya muestra un fuerte incremento y a 5,000 ppm presenta un 72 % de mortalidad; aunque, con concentraciones de 10,000 y 20,000 ppm se logró un 85 y 97 % de mortalidad respectivamente a las 72 h, coincidiendo con Mohiuddin (1987), quien se encontró que a 5,000 ppm se tienen altos porcentajes de mortalidad.

Euphorbia dentata: El efecto de esta planta que se obtuvo de la planta completa la figura 2A, presenta una mortalidad progresiva conforme aumentan

las concentraciones así a las 24 h con de 1,250 ppm no se observó mortalidad de *T. castaneum*, aunque a las 72 h alcanza un 80 % de mortalidad a una concentración de 20,000 ppm.

***Sapindus saponaria*:** Como se puede observar con el extracto de hoja en la figura 2B, la mortalidad muestra una respuesta similar a la de *E. dentata* en cuanto a mortalidad y tiempo lento de acción; así a las 72 h se obtuvo un 63.3 y un 83.3 de mortalidad a 10,000 y 20,000 ppm respectivamente.

***Tagetes tenuifolia*:** Como se muestra en la figura 2C, el extracto de la planta completa actúa lentamente teniendo mortalidades muy bajas a las 24 h las que se incrementan a las 48 y 72 h llegando a manifestar una eficiencia de un 66.8 y un 80 % de mortalidad de adultos con concentraciones de 10,000 y 20,000 ppm respectivamente.

***Thuja occidentalis*:** En el caso del extracto de hoja de esta planta se puede observar en la figura 2D, que el efecto insecticida es lento para causar mortalidad del adulto de *T. castaneum* a las 24 h las que incrementan claramente a 48 y 72 h, esto para cada una de las concentraciones evaluadas; así a 1,250 ppm se obtuvo solo un 4 % de mortalidad a 24 h, pero su efecto mejora notablemente a 72 h alcanzando un 50.5 %. Los mejores resultados se tienen a 10,000 y 20,000 ppm donde se detectaron un 75.6 y 84.4 % de mortalidad. Trabajos anteriores señalan que el control de plagas en especial referencia al control de coleopteros como en la familia Bruchidae, es difícil debido a el tipo de insecto tal como lo indican Stanmopoulos (1991).

Análisis Probit

Como se muestra en el Cuadro 3, la mejor CL_{50} se obtuvo con el extracto de semilla de *A. muricata* que requiere de una concentración de 3581 ppm, para matar el 50 % de la población, seguido de *A. indica*, con una CL_{50} de 3774 ppm, *A. muricata* hoja y semilla con una CL_{50} de 3581 y 4682 ppm y *C. papaya* obtenida de semilla con una CL_{50} de 4692 ppm, productos que conforman un primer grupo en cuanto a eficiencia en mortalidad ya que los cinturones de confianza se traslapan entre sí. Un segundo grupo de extractos se comportan en su respuesta para matar el 50 % de los gorgojos con *Tajetes tenuifolia*, *A. muricata* (fruto), *S. saponaria*, *E. dentata*, con una CL_{50} de más 6000. La mayoría de los extractos son similares estadísticamente ya que registrar traslape en los límites fiduciales, excepto el extracto de *C. papaya* (H) que requiere de una CL_{50} de 17903.16 ppm para matar el 50 % de la población.

En cuanto a las CL_{95} el extracto de semilla *C. papaya* que requirió de 21926 ppm seguido del testigo convencional de *A. indica* con 30543 ppm y posteriormente la mayoría de los extractos se alinean en una segunda posición desde 39,000 hasta 62,776 ppm solo el extracto de *C. papaya* hoja requiere de una CL_{95} de 177891.33 ppm.

Estos datos de los CL_{50} y CL_{95} se aprecian mejor en la figura lo que ayuda a entender que por la variación en las posiciones de las líneas de concentración- mortalidad la ubicación de respuestas puede variar al comparar las CL_{50} y CL_{95} .

Cuadro 3. Concentraciones letales y límites fiduciales de extractos vegetales sobre adultos de *T. Castaneum*.

ppm				
Planta usada	CL ₅₀	Límites fiduciales 95 %		
		Inferior	Superior	CL ₉₅
<i>Azadirachta indica</i> * (S)	3774.44	(3196.06 - 4410.06)		30543.04
<i>Annona muricata</i> (F)	6218.39	(5253.49 - 7437.28)		62776.35
<i>Annona muricata</i> (H)	4682.63	(3984.30 - 5489.21)		39752.90
<i>Annona muricata</i> (S)	3581.66	(2954.51 - 4266.63)		39476.01
<i>Caryca papaya</i> (H)	17903.16	(14163.02 - 25293.76)		177891.33
<i>Caryca papaya</i> (S)	4692.81	(4141.31 - 5312.13)		21926.06
<i>Euphorbia dentata</i> (P. C)	6839.99	(5842.98 - 8106.57)		56829.59
<i>Sapindus saponaria</i> (H)	6244.28	(5387.60 - 7289.45)		44352.67
<i>Tagetes tenuifolia</i> (P. C)	6002.93	(5192.46 - 6978.74)		40880.17
<i>Thuja occidentalis</i> (H)	8973.17	(7909.98 - 10266.59)		39271.57

* Aceite comercial

S= Semilla, H, Hoja, F=Fruto, P. C= Planta Completa

- 6. *C. papaya*(s)
- 7. *E. dentata* (P. c)
- 8. *S. saponaria* (h)
- 9. *T. tenuifolia* (P. c)
- 10. *T. occidentalis* (h)

- 1. *A.indica* (s)
- 2. *A. muricata* (f)
- 3. *A. muricata*(h)
- 4. *A. muricata*(s)
- 5. *C. papaya* (h)

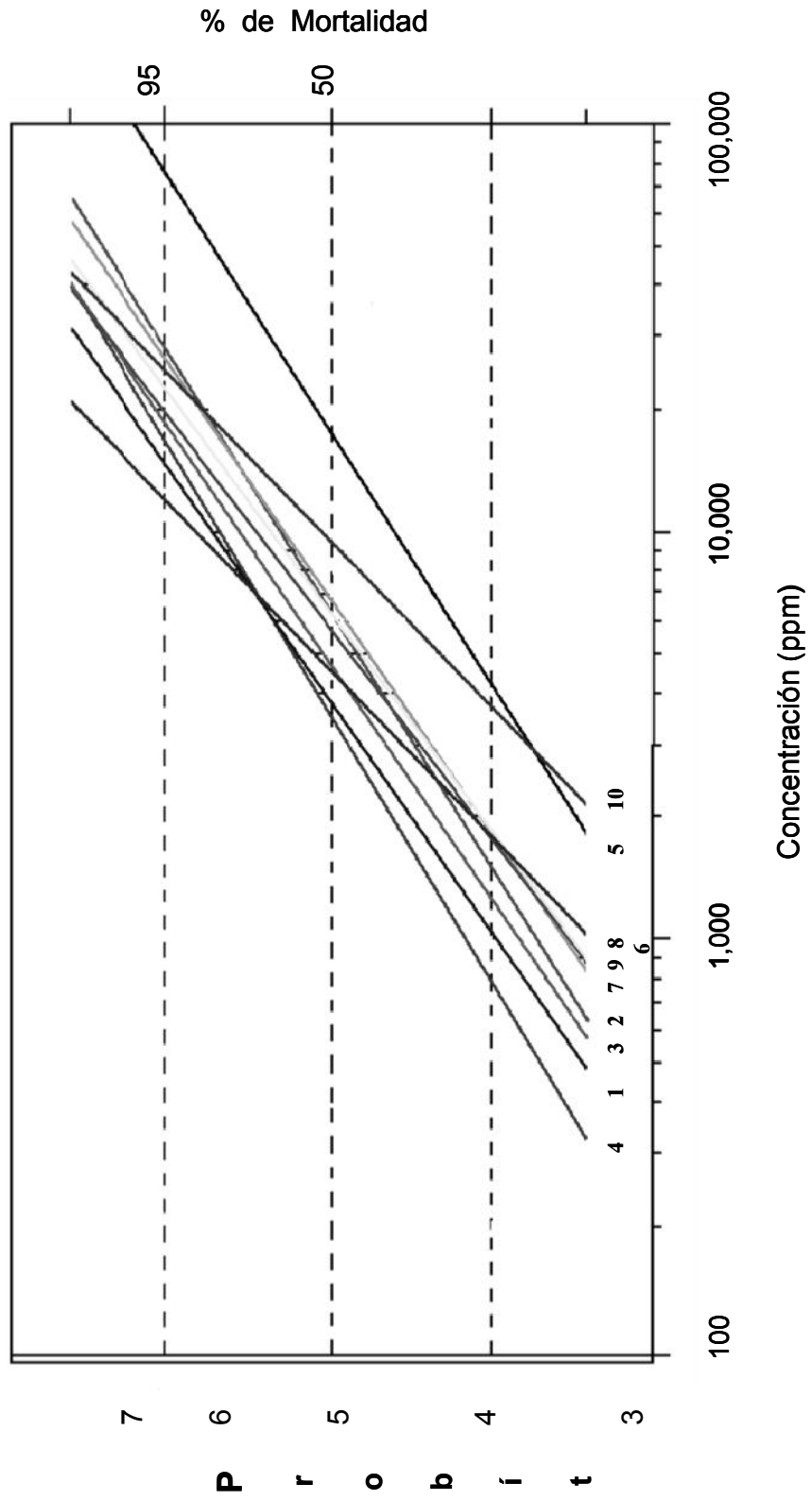


Figura 1. Líneas de respuesta concentración-mortalidad de *Tribolium castaneum* a los diferentes extractos evaluados.

Los resultados de los parámetros de confianza para determinar la confiabilidad de los resultados obtenidos en el presente trabajo se muestran en el Cuadro 4; así para el coeficiente de determinación (r^2) se muestra que la variación va de 0.84 a 0.99 lo que implica un excelente ajuste a obtener tendencia a la recta. A su vez los valores de chi-cuadrada (χ^2) indican que el ajuste para los extractos fue bueno ya que los valores fueron de dígitos menores a cero mostrando con ello mayor confiabilidad en los resultados ya que indica que la diferencia entre la mortalidad observada y la mortalidad estimada es muy baja. Por otro lado la varianza de la pendiente (SE) tiende a mostrar valores que son muy ajustados lo que indica que no se esperan cambios en posiciones demasiado variables con respecto a la pendiente de la ecuación de predicción.

Cuadro 4. Parámetros de confianza de la línea de respuesta concentración-mortalidad en adultos de *T. castaneum*.

Planta usada	r ²	x ²	GL	Ec. Predicción	Varianza pendiente (SE)	Prob. de Tablas (X ²)
<i>Azadirachta indica</i> * (S)	0.9999	0.0042	3	Y=1.8113 ± 0.3134	0.3134	99.5
<i>Annona muricata</i> (F)	0.9941	0.0173	3	Y=1.6381 ± 0.3015	0.3015	99.5
<i>Annona muricata</i> (H)	0.8478	0.0375	3	Y=1.7707 ± 0.3078	0.3078	99.5
<i>Annona muricata</i> (S)	0.9908	0.0078	3	Y=1.5578 ± 0.3000	0.3000	99.5
<i>Caryca papaya</i> (H)	0.9297	0.0154	2	Y=1.6494 ± 0.4385	0.4385	99.5
<i>Caryca papaya</i> (S)	0.9965	0.0081	3	Y=2.4567 ± 0.3616	0.3616	99.5
<i>Euphorbia dentata</i> (P c)	0.9859	0.0151	3	Y=1.7888 ± 0.3126	0.3126	99.5
<i>Sapindus saponaria</i> (H)	0.9853	0.0556	3	Y=1.9318 ± 0.3204	0.3204	99.5
<i>Tagetes tenuifolia</i> (P c)	0.9771	0.0122	3	Y=1.9742 ± 0.3227	0.3227	99.5
<i>Thuja occidentalis</i> (H)	0.9769	0.0052	2	Y=2.5655 ± 0.4627	0.4637	99.5

* Aceite comercial

S= Semilla, H, Hoja, F=Fruto, P. C= Planta Completa

Conclusiones

Los extractos que mejor efecto insecticida mostraron sobre adultos de *T. castaneum* fueron el de *C. papaya* semilla seguido de *A. indica* y *A. muricata* semilla los cuales mataron un 97 y un 86.6 % de la población quizá a una concentración de 20,000 ppm a 72 h. En lo general los extractos que fueron hechos a base de semilla fueron los que dieron los mejores resultados obteniendo los más altos por ciento de mortalidad.

Literatura citada

- Arthur, F. 1996. Grain protectants: current status and prospects for the future. *J. Stored Products Res.*, Vol. 32, No. 4. pp. 293-302.
- Hall, D. W. 1972. Manipulación y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y subtropicales. (Cuadernos de fomento Agropecuario, No. 90). Roma: FAO, p. 400.
- Herrera, A., J. M. 1961. Los aceites de petróleo como insecticidas y su empleo en los cultivos críticos. En: *Revista peruana de entomología*. 4 (1).
- Ivania, F. 1995. Effects of edible oils against *Callosobruchus maculatus* (F.) and *Callosobruchus phaseoli* (Gyllenhal). In: *Stored groundnuts*. Vol. 31, No. 4. *J. Stored Products Res.* pp. 207-210.
- Pérez-Pacheco R., C. Rodríguez-Hernández, J. Lara-Reyna, R. Montes Belmont y G. Ramírez Valverde. 2004. Toxicidad de Aceites, Esencias y

- Extractos Vegetales en Larvas de Mosquito *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae) *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 20(1): 141-152
- Poveda, L. 1986 Propiedades medicinales de la juanilama. Boletín No. 1. Medicina folklórica. San José, Costa Rica: Asociación de Amigos de las Plantas Medicinales (ASAPLAM),. pp. 3-5.
- Regnault, C.; Hamraoul A. 1995. Fumigant toxic activity and reproductive inhibition induced by monoterpenes on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera), a bruchidae of Kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Vol. 331, No. 4. J. Stored products, Res. pp. 291-299.
- Rodríguez, H. C. & D. Nieto A. 1997. Anonáceas con propiedades insecticidas. *In*. Anonáceas, produção e mercado (pinha, graviola, atemóia e cherimóia). A. Rebouças, São Jose, I. Vilas Boas S., O. Magalhaes M. e T. N. Hojo R. (Eds). Bahia, Brasil. Pp. 229- 239.
- Schmutterer, H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the Neem Tree, *Azadirachta indica*. *Annu. Rev. Entomol.* 35: 271-97.
- Shoonhoven, A. V. 1978. Use of vegetable oils to protect stored beans from bruchid attack. Vol. 75, No. 2. J. Economic entomology. Pp. 254-256.
- Stampoulos, D. C. 1991. Effects of four essential oil vapours on the oviposition and fecundity of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleóptera: Bruchidae): Laboratory evaluation. Vol. 27, No. 4. J. Stored Prod. Rev. pp.199-203

Insecticide Effect of Plant Extracts over *Bactericera cockerelli*
(Homoptera: Psyllidae) nymphs

Mariano Flores-Dávila, Rebeca González-Villegas, Eugenio Guerrero-Rodríguez, Rosalinda Mendoza-Villarreal, Antonio Cárdenas-Elizondo, and Luis Alberto Aguirre-Uribe.

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923.
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. C.P. 25315.

Abstract. Laboratory studies were made on immature individuals of *Bactericera cockerelli* Sulcen with extracts of *Annona muricata*, *Carica papaya*, *Euphorbia dentata*, *Thuja occidentalis*, *Sapindus saponaria*, and *Azadirachta indica* (neem) as a commercial control. The greatest mortality of immature individuals of *B. cockerelli* at 72 h was obtained from the *A. muricata* extract taken from seeds, at concentrations of 2500 and 5000 ppm, in which mortalities of 98% and 100 % respectively were obtained, followed by *A. indica* oil, which scored at 91 % and 100 % mortality at 2,000 and 2,500 ppm respectively. *A. muricata* seed extract is the most promising and effective insecticide found in this study.

Introduction

The potato psyllid *Bactericera cockerelli* Sulcen, is a vector of a phytoplasma that causes potato yellow and tomato spotted wilt virus. These diseases are decimating potato and tomato production in many regions of Mexico. This insect has become a key pest due to its adaptability to multiple climatic conditions, high migratory capacity, and the ability to transmit disease agents that can reduce the production of tomatoes (~45 %) and potatoes (~70 %) in Mexico (Garzón *et al.*, 2004)

Insecticides are the primary control measure used and this leads to higher costs of production, environmental pollution and public health concerns (Henao 1999). New measures are needed to improve the management of *B. cockerelli* (Garzon2002).The use of natural products extracted from plants such as *Lonchocarpus nicou* (Aublet) and *Azadirachta indica* (Juss) have the advantage of being biodegradable and not producing imbalances in ecosystems (Gruber 1992, annacone & Montoro 1999, annacone & Reyes 2001). These bio-insecticides generally have minimal impact on beneficial fauna, are effective against agricultural pests, and have no toxicological restrictions (Gomero 2000, Iannacone & Murrugarra 2000, Ma *et al.* 2000, Southerland *et al.* 2002). In addition, commercial mixtures of plant extracts on *B. cockerelli* are reported to repel the adult and favor the attraction of predators (Marin 2004). The object of the present work was to examine the effect of plant extracts on *B. cockerelli*, nymphs.

Materials and Methods.

The research was carried out at the Entomology laboratory of the Department of Agricultural Parasitology at Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro.

Extracts. Nine extracts using different solvents and plant parts from Coahuila and Michoacan states were used (Table 1). Plant materials were collected and taken to the laboratory. The plant material was weighed, ground, placed in a solvent depending on the space occupied by the plant material and periodically agitated for three days, Separation of plant extract and solvent was made with a rotovapor (Buchii); the plant extract was placed in a one liter plastic container, covered with aluminum foil to screen out light, and kept in the refrigerator at 4° C until used for experimentation.

Table 1. Plants and Solvents Used to Obtain the Vegetable Extracts.

Family	Plant	Plant part	Solvent	Origin
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	Seed	Hexano	*
Annonaceae	<i>Annona muricata</i>	Fruit	Metanol	Michoacan
	<i>Annona muricata</i>	Leaf	Metanol	Michoacan
	<i>Annona muricata</i>	Seed	Hexano	Michoacán
Carycaceae	<i>Caryca papaya</i>	Leaf	Metanol	Coahuila
	<i>Caryca papaya</i>	Seed	Hexano	Coahuila
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia dentada</i>	Complete plant	Metanol	Michoacan
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i>	Leaf	Metanol	Coahuila
Cupressaceae	<i>Thuja occidentalis</i>	Leaf	Metanol	Coahuila

* Commercial product

The extract purities that were obtained in the rotavapor ranged in concentration from 7.7 % to 100 % (Table 2).

Table 2. Concentration of the Extracts

Extract	Extract obtained by kg of vegetable part (g)	Concentration (%)
<i>Azadirachta indica</i> * (Seed)	--	100.0
<i>Annona muricata</i> (Fruit)	130	35.0
<i>Annona muricata</i> (Leaf)	310	63.1
<i>Annona muricata</i> (Seed)	57	20.9
<i>Caryca papaya</i> (Leaf)	68	10.1
<i>Caryca papaya</i> (Seed)	120	100.0
<i>Euphorbia dentata</i> (Complete plant)	135	7.7
<i>Sapindus saponaria</i> (Leaf)	110	20.0
<i>Thuja occidentales</i> (Leaf)	235	35.9

*Commercial product

Stock Colony Maintenance. Potato psyllid adults were collected from potato field in Arteaga, Coahuila, taken to the greenhouse and placed on 30-day old, well-established with at least 10 leaves pepper seedlings. Adults were allowed to infest these plants; subsequently, pepper leaves with nymphs were collected and used to carry out the field tests.

Field Tests: Infested pepper leaves, each with 17 – 23 psyllid nymphs, were used to expose 50 to 70 individuals distributed on three leaves to each treatment; each leaf was considered an observation unit. Nymphs were exposed to the extract by submerging each leaf for 5 seconds in 50 ml of each concentration, and then allowing the leaves to dry. Leaves were then placed in

hermetically sealed plastic trays (15X20X8 cm). A wet sponge was placed inside to reduce dehydration of the plant material and the insect. Water was included as a control in each set of experiments. Concentrations utilized are de 10,00, 5,000, 2,500, 1,250, and 625 were used on *A. muricata* (leaves and fruit), *C. papaya* leaves, *E. dentata*, and *S. saponaria*; for *T. occidentalis* concentration was used additional on 15,000, and for *A. indica* concentrations of 2,500, 2,400, 2,200, 2,000, 1,000, 500, 250 and 62.5 ppm. Mortality readings were made 24, 48 and 72 hrs after treatment, and results obtained were analyzed using a Probit analysis.

Results and Discussion

Effect through time.

Azadirachta indica (neem). A direct dose-mortality correlation was found for nymphs exposed to *A. indica* (neem oil) (Fig 1a). Highest nymphal mortality typically was found 72 hrs after treatment. However, in some treatments, the highest mortalities were observed after 24 or 48 h, and is perhaps due to these treatments containing disproportionately more early instar nymphs compared to other treatments. However, the highest mortalities occurred at with respect to the concentrations evaluated. Highest mortalities (91 % to 98 %), were observed at extract concentrations from 200 to 2,400 ppm and 100 % mortality was obtained at 2,500 ppm at 72 h. Additionally, Ostermann and Dreyer (1995)

pointed out that *B. tabaci*, was controlled effectively in Africa and the Caribbean region with products derived from neem oil.

Annona muricata. The fruit extract of this plant exerted an acute effect evident at 24 h in each concentration with little or no significant increase in mortality observed after 48 h and 72 h of exposure (Fig. 1b). Mortality peaked at concentrations of 2,500 ppm and over at 72 h.

A. muricata. Leaf extracts exerted low mortality at 24 h at each concentration followed by increasing mortality after additional exposure (Fig. 1c). Highest mortality was observed at 5,000 and 10,000 ppm with 89 % and 95 % respectively after 72 h.

A. muricata. Seed extracts exhibited acute effects after 24 h of exposure at each concentration, with little additional mortality found after 48 h and 72 h (Fig. 1d). High mortalities were observed at 1,250 ppm after 72 h (90 %) and at 2,500+ ppm (98 %). This agrees with Perez-Pacheco et al. (2004), who reported that even very low concentrations quickly induced mortality in *Culex quinquefasciatus* (24 h); Bobadilla et al. (2005) observed that 100 % mortality occurred in treated *Aedes aegypti* after 24 h.

High levels of mortality were achieved after 72 hrs at 1250 ppm (90 %); higher dosages of 5,000 and 10,000 ppm induced 98 % and 100 % mortality in *B. cockerelli* nymphs, respectively.

Carica papaya. High concentrations of papaya leaf extract were needed to achieve mortality greater than 80 % (Fig 1e). Insecticidal effects increased as

time elapsed after treatment with highest mortalities observed at the longest exposure time of 72 h.

Seed extract from this plant (Fig 1f) caused a higher degree of mortality to *B. cockerelli* than did leaf extract. In this case, 72 % mortality was obtained at 2,500 ppm, 85 % at 5,000 and 97 % at 10,000 ppm 72 h after treatment.

Euphorbia dentata. Low mortalities were achieved with *E. dentata* extract at the concentrations and times tested (Fig. 1g). Greatest mortalities were observed at 5,000 (65 %) and 10,000 ppm (85 %) 72 h after treatment. This does not appear to be an economically feasible insecticide to use against *B. cockerelli*.

Sapindus saponaria. Psyllid control with this plant was also ineffective at dosages from 650 to 2500 ppm in which less than 70 % mortality was recorded after 72 h (Fig. 1h). The best control (96 %) was obtained 72 h after treatment, at a 10,000 ppm concentration, which agrees with results reported by Abreu (2005).

Thuja occidentalis. High concentrations of *T. occidentalis* leaf extract were required to provide satisfactory control of *B. cockerelli* nymphs (Fig. 1i). Mortalities of 84 % and 96 % 72 h after treatment were recorded at concentrations of 10,000 and 15,000 ppm, respectively.

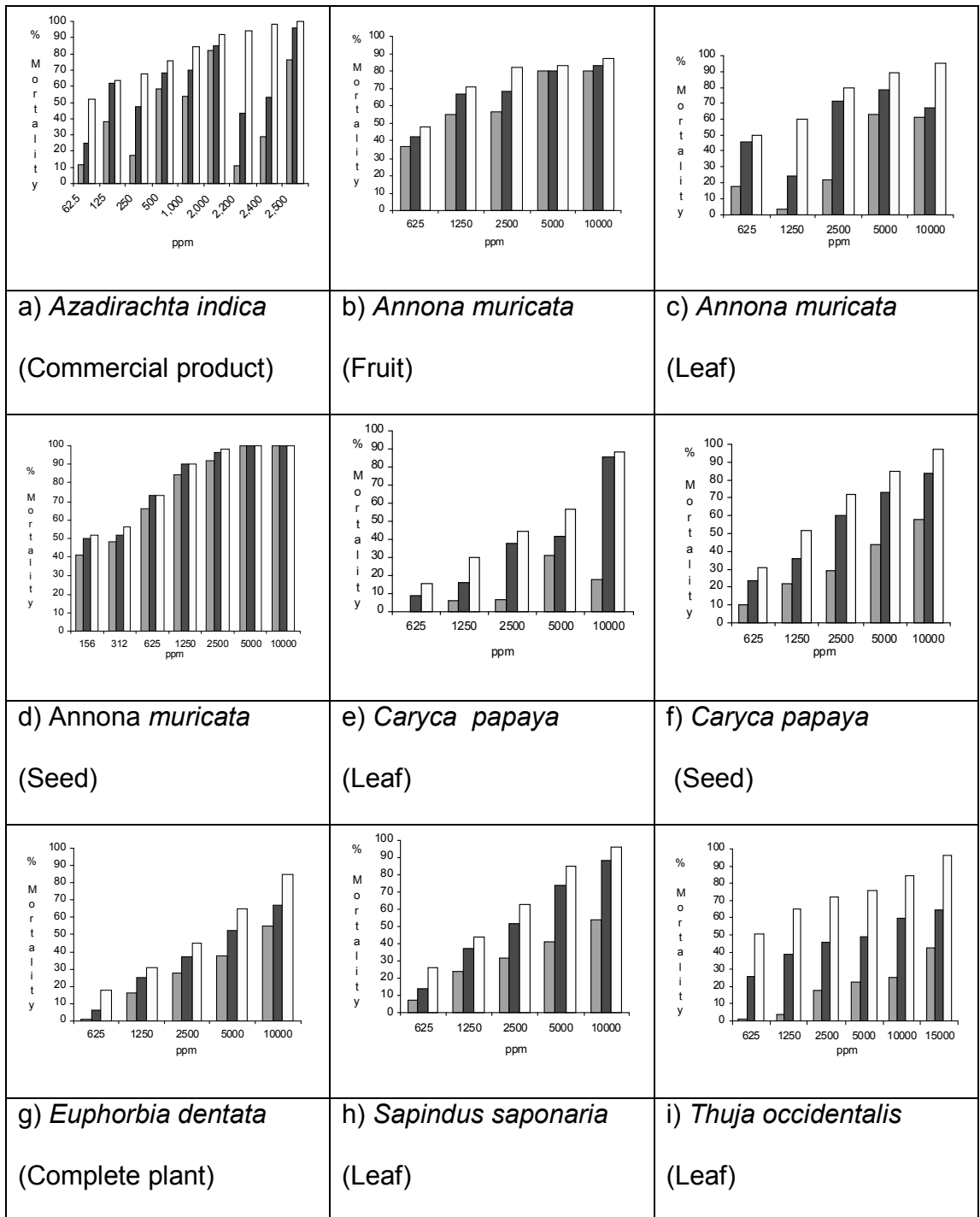


Fig.1. Mortality on Inmature Individuals of *B. cockerelli* by Vegetable Extracts 24□, 48■, and 72 □ h after treatment.

Probit Analysis. Extracts with the best insecticidal properties were *A. indica*, which required a concentration of 65.46 ppm to kill 50 % of the population (CL₅₀), followed by the extract from seeds of *A. muricata* (CL₅₀ of 193.50) (Table 3). The extracts from fruit and leaf of *A. muricata* (CL₅₀ of 468.06 and 688.80, respectively) are followed by extracts of *C. papaya* (seed) and *T. occidentalis*. These are followed in effectiveness by extracts of *E. dentata* and *C. papaya* (leaf). Although all extracts exhibit insecticidal effects, only the first two are considered to have promise for use in managing nymphs of *B. cockerelli*.

A. muricata (seed) extract performs better than *A. indica* when measured using the CL₉₅ (2,364 and 3,336.94 ppm respectively) (Table 3). Their fiducial limits show a statistically insignificant overlap that significantly differ from the rest of the extracts. The CL₉₅ compares well with the rankings observed using the CL₅₀, except for the fruit extract of *A. muricata*, whose CL₉₅ places it in the group of least efficiency along with *C. papaya* (seed) and *E. dentate* (Table 3).

The concentration-mortality measurements for the extracts of *Carica papaya* (seed), *Sapindus saponaria* and *Thuja occidentalis*, show the relative ranking of extracts shifts between the CL₅₀ and CL₉₅ measures (Table 3) indicating higher dosages of these extracts are needed to achieve high mortality compared to other extracts (also see Fig. 3).

- 1) *Azadiracta indica* (seed)
- 2) *Annona muricata* (fruit)
- 3) *Annona muricata* (Leaf)
- 4) *Annona muricata* (seed)
- 5) *Carica papaya* (Leaf)
- 6) *Carica papaya* (seed)
- 8) *Ephorbia dentata* (complete plant)
- 9) *Sapndus saponaria* (Leaf)
- 10) *Thuja occidentalis* (Leaf)

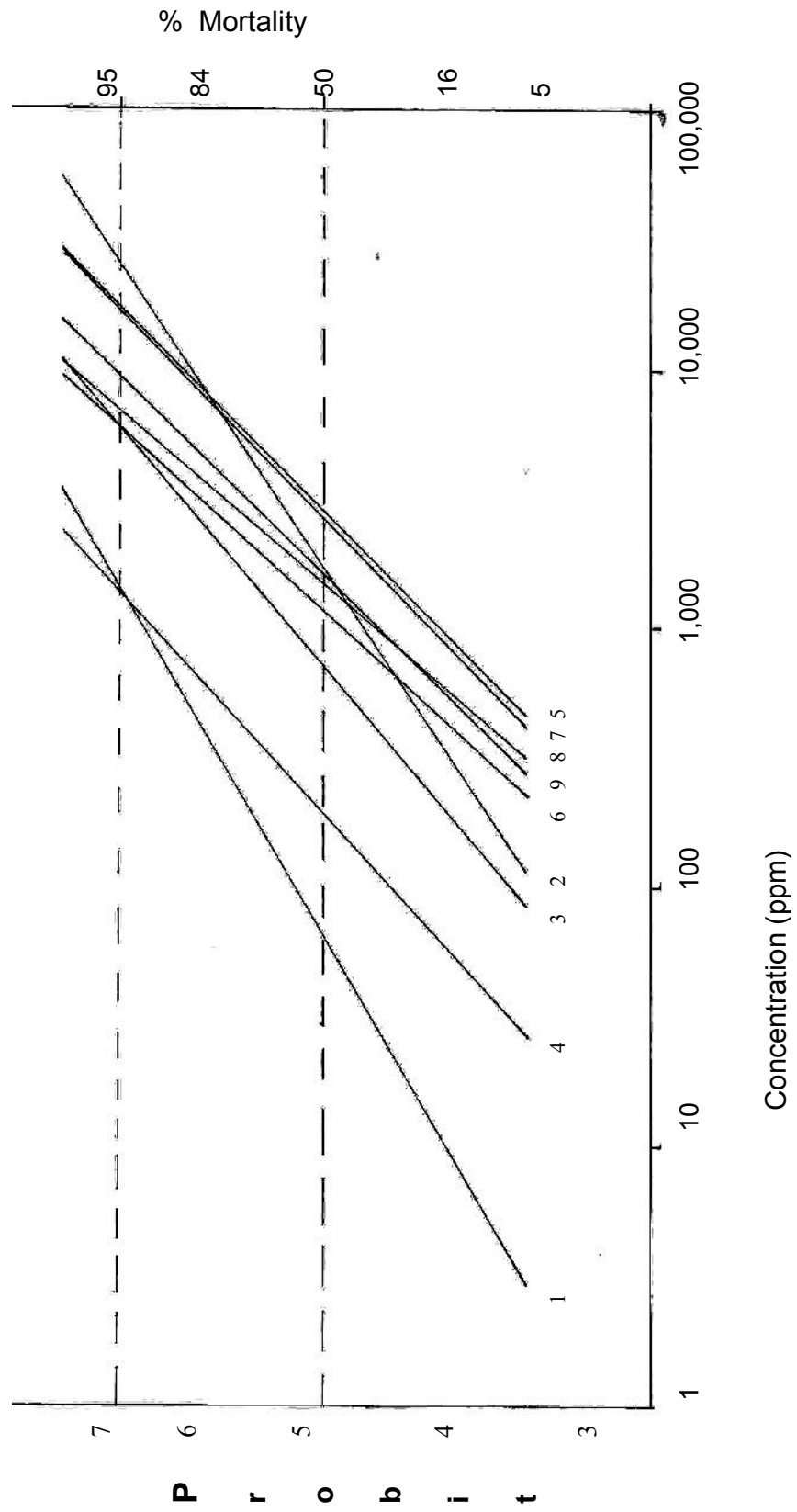


Fig. 3. Concentration-Mortality Answer Line on *B. cockerelli* with various vegetable extracts.

Various parameters were examined to evaluate the degree of confidence that could be placed in the results obtained in this study: The coefficient of determination (r^2) ranges from 0.85 to 0.99 (Table 3), which indicates a linear interpretation of the results, is appropriate (Fig. 3). The chi square (X^2) values were low and less than zero, showing the difference between the observed and the estimated mortalities is also low. The variance of the slope (SE) shows that excessively variable changes in positions are not to be expected with regards to the slope of the equation of prediction.

Table 3. Lethal concentrations, fiducial limits and parameters of confidence of vegetable extracts on immature stages of *B. cockerelli* to 72 h.

Extract	CL ₅₀	Fiducial Limits	CL ₉₅	R ²	X ²	GL	Probability of Tables X ²	Equation of prediction	Variance of the slope (SE)
<i>Azadirachta indica</i> * (S)	65.46	39.86 - 94.08	3336.94	0.96	0.02	6	99.5	y = 3.2504 + 0.9634x	0.18
<i>Annona muricata</i> (F)	468.06	221.22 - 723.45	23643.96	0.86	0.04	3	99.5	y = 1.4806 + 1.0904x	0.30
<i>Annona muricata</i> (L)	688.80	472.11 - 898.93	10089.72	0.96	0.01	3	99.5	y = 0.9955 + 1.4109x	0.33
<i>Annona muricata</i> (S)	193.50	139.81 - 245.49	2364.05	0.90	0.02	3	99.5	y = 1.5396 + 1.5132x	0.33
<i>Caryca papaya</i> (L)	2881.99	2435.44 - 3433.27	28888.43	0.96	0.01	3	99.5	y = -0.6848 + 1.6431x	0.30
<i>Caryca papaya</i> (S)	1188.21	972.61 - 1406.29	9412.74	0.99	0.01	3	99.5	y = -0.6270 + 1.8300x	0.33
<i>Euphorbia dentata</i> (C. P)	2626.19	2203.80 - 3137.42	28894.57	0.99	0.01	3	99.5	y = -0.4002 + 1.5793x	0.30
<i>Sapindus saponaria</i> (L)	1471.52	1239.33 - 1714.87	10533.93	0.98	0.01	3	99.5	y = -1.0954 + 1.9242x	0.33
<i>Thuja occidentalis</i> (L)	1592.37	1317.53 - 1880.55	15168.20	0.98	0.06	4	99.5	y = -0.3804 + 1.6803x	0.93

S= Seed, F= Fruit, L= Leaf, C. P= Complete plant.

Conclusions

The extracts having the greatest insecticidal effect on immature individuals of *B. cockerelli* were *A. muricata* (seed) and *A. indica*, which killed 100 % of the immature individuals at concentrations of 2,500 ppm.

The greatest acute insecticidal effect was obtained from *A. muricata* extract, which showed the highest mortality at 24 h.

The extracts of *C. papaya* seeds, *S. saponaria* leaves, and *A. muricata* leaves, also showed good control and at 10,000 ppm resulted in 97, 96 and 95 percent mortality, respectively, 72 h after treatment. The remaining extracts were less effective and appear to have little promise in managing *B. cockerelli*.

Acknowledgment

This article is dedicated to Dr. Eugenio Guerrero-Rodríguez, who will be greatly missed by all whose lives he touched. May he rest in peace.

References Cited

- Abreu, G. O. A. 2005. Potencial medicinal del género *Sapindus* L. (Sapindaceae) y de la especie *Sapindus saponaria* L. Plantas Medicinales 10, 3-4.

- Bobadilla, M., F. Zavala, M. Sisniegas, G. Zavaleta, J. Mostacero y L. Taramona. 2005. Evaluación larvicida de suspensiones acuosas de *Annona muricata* Linnaeus «guanábana» sobre *Aedes aegypti* Linnaeus (Diptera: Culicidae). *Revista Peruana Biología*. 12, 145-152.
- Garzón, T. J. A. 2002. El “Pulgón Saltador” o la *Paratrioza*, una amenaza para la horticultura de Sinaloa. Memoria de taller sobre *Paratrioza cockerelli* Sulc como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Culiacán, Sinaloa, México, 100 pp.
- Garzón-Tiznado, J. A., Velarde-Felix, S., Ceballos-Ruiz, J. A., Garzón-Ceballos, J. A., Moreno-Coronado, J. A., Ramos-Mendoza, J. y Felix_Aguilar, B. 2004. Asociación de fitoplasmas en los cultivos de papa (*Solanum tuberosum* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), chile (*Capsicum annum* L.) y tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot.) en México. Memorias del XXXI Congreso Nacional de Fitopatología. VI Congreso Internacional de Fitopatología, Veracruz, México, 25 al 28 de Julio de 2004. Resumen L-71.
- Gomero, L. O. 2000. Uso de plantas con propiedades repelentes e insecticidas. In: Plantas con potencial biocida. Metodologías y experiencias para su desarrollo. A. I, Velásquez H. (Eds.). Red de acción en alternativas al uso de agroquímicos. Lima, Perú. pp. 13- 26.
- Gruber, A. K. 1992. Biología y ecología del árbol del neem (*Azadirachta indica* A. Juss): extracción, medición, toxicidad y potencial de crear resistencia. *CEIBA* 33, 249-256.

- Henao, S. 1999. Efectos a largo plazo de los plaguicidas sintéticos. Manejo Integrado de Plagas. 51, 29-34.
- Iannacone, J. A., I. Montoro. 1999. Empleo de poblaciones de colémbolos como bioindicadores del efecto de plaguicidas en el cultivo de tomate en Ica, Perú. Revista Peruana Entomología 41, 103-110.
- Iannacone, J. A, Y. Murrugarra. 2000. Fluctuación poblacional del predador *Metacanthus tenellus* Stal (Heteroptera: Berytidae) por los insecticidas botánicos rotenona y neem en el cultivo de Tomate en el Perú. Revista Colombiana de Entomología 26, 89-97.
- Iannacone, J. A, M. Reyes. 2001. Efecto en las poblaciones de *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) y *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) por los insecticidas botánicos neem y rotenona en el cultivo de tomate en el Perú. Revista Colombiana de Entomología 27, 147-152.
- Ma D. L., G. Gordh, M. P. Zalucki. 2000. Toxicity of biorational insecticides to *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) and predators in cotton field. International J Pest Management. 46, 237-240.
- Ostermann, H. and M. Dreyer. 1995. Practical results with neem products against insect pests, and probability of development of resistance, pests of selected crops: vegetables and grain legumes. In: H. Schmutterer [ed.], The neem tree: *Azadirachta indica* A. Juss, and other meliaceous plants: source of unique natural products for integrated pest management,

medicine, industry and other purposes. Weinheim, New York. pp. 392-403.

Pérez-Pacheco, R., C. Rodríguez-Hernández, J. Lara-Reyna, R. Montes-Belmont y G. Ramírez-Valverde. 2004. Toxicidad de aceites, esencias y extractos vegetales en larvas de mosquito *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). Acta Zoológica Mexicana (N.S.) 20, 141-152

Valencia, O. C. 1995. Fundamentos de fitoquímica. Editorial Trillas. México DF. 235 pp.

Sutherland, J. P., V. Baharally, D. Permaul. 2002. Use of the botanical insecticide, neem to control the small rice stinkbug *Oebalus poecilus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) in Guyana. Entomotropica 17, 97-101.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Entomología del Departamento de Parasitología Agrícola, de la Universidad. Durante el período de 2005 a 2006 procediendo a coleccionar e identificar las plantas a utilizar.

Colecta del material vegetal: Se llevo a cabo la recolección de las plantas de diferentes estados de la Republica Mexicana (Coahuila y Michoacán), se coleccionaron diferentes partes de las plantas según se tratara ya fuera la planta completa, hoja, fruto o semilla. Los materiales coleccionados se trasladaron al laboratorio.

Elaboración de extractos: Los extractos se realizaron en el laboratorio de toxicología de la misma institución a excepción del neem que fue un producto comercial (Cuadro 1). Una vez obteniéndole material vegetal fue pesado y triturado en una licuadora de uso industria, agregándole el solvente adecuado, se mantuvo en agitación frecuente por 3 días, posteriormente con la ayuda de un rotavapor (Buchii) se llevó a cabo la separación del solvente y el extracto, dejándolo espeso sin llegar a desecación total para un mejor manejo. El material obtenido se vació en un recipiente de plástico de 1 L el cual se cubrió con papel aluminio para evitar la degradación por la entrada de luz y se guardo en el refrigerador a una temperatura de 4 °C para su mejor conservación.

Cuadro 1. Relación de plantas y solventes utilizados.

Familia	Planta	Parte usada	Solvente	Procedencia
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	Semilla	Hexano	*
Annonaceae	<i>Annona muricata</i>	Fruto	Metanol	Michoacán
	<i>Annona muricata</i>	Hoja	Metanol	Michoacán
	<i>Annona muricata</i>	Semilla	Hexano	Michoacán
Carycaceae	<i>Caryca papaya</i>	Hoja	Metanol	Coahuila
	<i>Caryca papaya</i>	Semilla	Hexano	Coahuila
Compositae	<i>Tagetes tenuifolia</i>	Planta completa	Metanol	Michoacán
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia dentada</i>	Planta completa	Metanol	Michoacán
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i>	Hoja	Metanol	Coahuila
Cupressaceae	<i>Thuja occidentalis</i>	Hoja	Metanol	Coahuila

* Aceite comercial

S= Semilla, H, Hoja, F=Fruto, P. C= Planta Completa

Incremento de las colonias: Las colonias de *Culex tarsalis* a utilizar fueron colectadas directamente de campo.

Bioensayos: Se utilizaron larvas de tercer estadio se colocaron directamente de su criadero natural, se realizó un previo conteo de 10 larvas por cada tratamiento, teniendo 3 repeticiones de cada uno. La técnica utilizada fue la de inmersión, se prepararon las dosis en vasos de plástico que contenían 50 mL de la concentración, posteriormente se depositó 1 mL de la

concentración a cada repetición que ya previamente contenía las larvas. Se incluyó un testigo absoluto para cada serie. Las concentraciones utilizadas para todos los extractos fueron desde 400 hasta 1,000 ppm. Las lecturas de mortalidad se tomaron a las 24, 48 y 72 h. Los resultados obtenidos fueron analizados en el programa computarizado de Probit.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se muestra en el cuadro 2 el extracto que a nivel de la CL₅₀ mostró un mejor efecto de mortalidad fue el de *A. muricata* extraído de semilla con 235.23 ppm, seguido de *C. papaya* (semilla) que a 306.27 ppm y *A. indica* cuyo CL₅₀ estimado fue de 318.78 ppm. Esto indica un fuerte potencial de uso de estos compuestos de naturaleza acuosa para combatir esta plaga. El resto de los extractos aunque presentan efecto insecticida se demandan concentraciones altas para alcanzar las CL₅₀.

Cuadro 2. Concentración letal (CL₅₀ y CL₉₅) y límites fiduciales (ppm) estimada de 10 extractos sobre larvas de *C. tarsalis*.

Planta	Cl ₅₀	Límites fiduciales 95 %		Cl ₉₅
		Inferior	Superior	
<i>A. indica</i> (*)	318.78	244.10	364.44	677.18
<i>A. muricata</i> (F)	532.91	490.88	568.97	1433.57
<i>A. muricata</i> (H)	455.54	416.39	487.99	1035.81
<i>A. muricata</i> (S)	235.23	73.53	320.64	925.48
<i>C. papaya</i> (H)	670.00	638.27	702.76	1465.12
<i>C. papaya</i> (S)	306.27	220.48	361.83	866.76
<i>E. dentata</i> (Pc)	809.20	773.22	852.47	1630.01
<i>S. saponaria</i> (H)	691.30	660.70	723.59	1440.28
<i>Tagetes tenuifolia</i> (Pc)	870.38	832.20	919.54	1629.52
<i>T. occidentalis</i> (H)	535.28	487.62	575.45	1635.23

* Aceite comercial. S= Semilla, H, Hoja, F=Fruto, P. C= Planta Completa

CONCLUSIONES

Tenemos que los mejores extractos en los bioensayos de los 3 insectos realizados fueron los de semilla, ya que fueron los que necesitaron de menos producto para matar el 50 % de la población, cambiando para algunos casos en las CL_{95} .

LITERATURA CITADA

- Abernathy, R. L. 1991. The investigations into the nature of the potato psyllid *Paratrioza cockerelli* (Sulc). M. Sc. Thesis, Colorado. State Univ., Fort Collins. 54 p.
- Ávila, T. A. 1993. Identificación de las especies de mosquitos (Diptera: Culicidae) en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Unidad Laguna Torreón, Coahuila. 72 p.
- Avilés-González M., Garzón-Tiznado J. Marín-Jarillo. A Caro Macías P. 2000. El Psílido del Tomate *Paratrioza cockerelli* Sulc Biología, ecología y su control p 26-31
- Becerra A. F. 1989. Biología de *Paratrioza cockerelli* (Sulc) y su relación con la enfermedad del "Permanente del tomate" en el Bajío. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma. Querétaro. Ciencias Químicas. 55 p.
- Bedotti D. Miranda. A. Allende H. Troiani, H.2002 primera comunicación sobre la intoxicación por *Euphorbia dentata* en bovinos de la provincia de pampa. Boletín de divulgación técnica N° 73 p.117
- Benner, J. P. 1993. Pesticida science; Sussex, England; John Wiley and Son Limited; 39 (2): 95-102.

- Borror, D. J., D. M. DeLong and C. A. Triplehorn. 1976. An introduction to the study of insects. 4th. Ed. Holl. Richart and Winston. New York. Pp 537-570.
- Borror, D. J., Triplehorn, Ch. A. and N. F. Johnson. 1989. An introduction to the study of insects. 6th. edition. Ed. Saunders. U S A. Pp. 541-545.
- Borror, R, M. and R. E. White. 1970. A field guide to the insects of America North of México. Ed. Houghton Mefflin. U S A Pp. 226-267.
- Bowen, M. F. 1991. The Sensory physiology of host-seeking behavior in mosquitoes. Ann. Rev. Ent. 36: 139-158.
- Cáceres, H. F., V. A. García, y E. Ponce. 2000. Plantas biocidas de la provincia de Arequipa. Resúmenes del VIII Congreso Nacional de Botánica,. Universidad Nacional San Agustín, Arequipa, Perú. p.91
- Calzavara, B. B. G. y C. H. Müller. 1987. Fruticultura tropical: a graviolera (*Annona muricata*) L. Serie Documentos. EMBRAPA/ CPATU. Belém. 36 p.
- Camacho, C. O. 1990. PCPROBIT. Ver. 1. 0 (Programa de cómputo). Centro de Estadística y Cálculo. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México.
- Carpenter, S. J. and LaCASSE. W. J. 1955. Mosquitoes of North America. University of California Press. Berckeley, California, USA. 295 p.
- Carrada, B. L., Vázquez V. e I. López G. 1984. Ecología del dengue y el *Aedes aegypti*. Salud Pública de México. 26: 297-311.
- Clemente, S. 2000. Evaluación de la Acción Biológica de Extractos Vegetales sobre plagas de Importancia Agrícola. Tesis de Maestría de la Facultad de

- Agronomía. Universidad de Buenos Aires.
- Collado, J. G. 1960. Insectos y ácaros de los animales domésticos. Barcelona, España. Salvat Editores, S. A. 591 p.
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. The New York Botanical Garden. New York. 1261 p.
- Davidson, R. H and W. F. Lyon. 1978. Insect pest. 7th. Ed. Wiley. U S A. Pp. 558-562.
- DELL'ORTO, T., H; ARIAS, V., C. J. 1985. Insectos que dañan granos y productos almacenados. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Chile serie: Tecnología Postcosecha 4. 142 pp.
- Desmarchelier, C., y F. Witting. 2000. Sesenta plantas medicinales de la amazonia peruana, ecología, etnomedicina y bioactividad. Turbera Inc. S.A. Lima, Perú. 270 p
- Domínguez, R. R. 1994. Taxonomía: Strepsiptera a Hymenoptera. Claves y diagnosis. Universidad Autónoma de Chapingo. Montecillo, Edo. de México. Pp. 167-169.
- Downes, J. A. 1970. Ecology of blood-sucking diptera and evolutionary perspectives. Symposium on Ecology and Physiology of Parasites. Toronto Univ. Press, Toronto. P 47.
- Espinoza, P. A. 1985. Insectos y ácaros que dañan al hombre y a los animales domésticos. Universidad Autónoma de Chapingo. Pp 100-108.

- FAO. 1985. Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: Manual de capacitación. FAO Italia. Colección FAO: Capacitación No. 10-128 pp.
- Foot, R. H. 1959. Mosquitoes of medical importance. Department of Agriculture. Washington, D. C. 158 p.
- García, V. Z. 1990. Epidemiología Veterinaria y Salud Animal. Ed. Limusa. S. A. de C. V. México, D. F. 213 p.
- Gomero, L. O. 2000. Uso de plantas con propiedades repelentes e insecticidas. In: Arning, I, Velásquez H. (Eds.) Plantas con Potencial Biocida: Metodologías y Experiencias para su Desarrollo. Red de Acción en Alternativas al Uso de Agroquímicos. Lima, Perú. Pp 13- 26.
- González, E. M. 1984. Las plantas medicinales de Durango. Inventario básico. CIIDIR-IPN. Unidad Durango. 115 pp.
- González, R. H.; Arretz, P. y Campos, L. 1973. Catálogo de Plagas Agrícolas de Chile. Revista Ciencias Agrícolas N ° 2. Facultad de Agronomía. Universidad de Chile. 69 pp.
- Good, N. E. 1936. The flour beetles of the genus *Tribolium*. USDA Technical Bulletin. 5:27–28. Find this article online.
- Gruber, A. K. 1992. Biología y ecología del árbol del neem (*Azadirachta indica* A. Juss): Extracción, medición, toxicidad y potencial de crear resistencia. CEIBA 33: 249-256.
- Guevara, M. A; Sánchez, M. C. 2000. Efectos de extractos vegetales sobre bacterias fitopatógenas. Manejo Integrado de Plagas. 56: 38-44.

- Gutiérrez, D, L. J. Y Pérez M.J. 1993. Insectos de granos almacenados: Biología, hábitos. Ed. Instituto Nacional de Investigación Forestales y Agropecuarias. Celaya, Guanajuato, México. 324p.
- Gutiérrez, D. L. J. 1992. Perdida por manejo en maíz durante la cosecha y su relación con la dispersión de las plagas de poscosecha. Informe técnico, campo experimental, CIR. CENTRO, SARH-INIFAP. Pp 13-17.
- Gutiérrez, D. L. J. y Gümes, G. M. J. 1991. Manejo poscosecha de maíz en el estado de Morelos.
<http://www.fao.org/inpho/vlibrary/x0030s/x0030501.htm>.
- Hammon, W. M., W. C. Reeves., P. Galindo. 1945. Epidemiologic studies of encephalitis in the San Joaquin Valley of California 1943, with the insolation of viruses from mosquitoes. Amer. 42: 299-306.
- Hardy, J. L., Houk E. J., Kramer L. D. and Meyer R. L. 1980. Mosquitoes as carriers of viral diseases. California Agriculture. 34 (3)156-158.
- Harwood, R. F. and M. T. James. 1987. Entomología médica veterinaria. Ed. Limusa. México, D. F. Pp 201-272.
- Henao, S. 1999. Efectos a largo plazo de los plaguicidas sintéticos. Manejo Integrado de Plagas. 51: 29-34.
<http://www.arbolesornamentales.com/Euphorbiaceae.htm>
http://www.semarnat.gob.mx/pfnm2/fichas/sapindus_saponaria.htm

- Iannacone, J. A., Montoro, I. 1999. Empleo de poblaciones de colémbolos como bioindicadores del efecto de plaguicidas en el cultivo de tomate en Ica, Perú. Rev. Peruana Entomol. 41: 103-110.
- Iannacone, J. A., y Murrugarra, Y. 2000. Fluctuación poblacional del predador *Metacanthus tenellus* Stal (Heteroptera: Berytidae) por los insecticidas botánicos rotenona y neem en el cultivo de tomate en el Perú. Rev. Col. Entomol. 26: 89-97.
- Iannacone, J. A., y Reyes, M. 2001. Efecto en las poblaciones de *Bemisia tabaco* (Homoptera: Aleyrodidae) y *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) por los insecticidas botánicos neem y rotenona en el cultivo de tomate en el Perú. Rev. Col Entomol. 27: 147-152.
- Ibáñez, B. S. 1989. Los dípteros hematófagos de México. IV Simposium Nacional de Entomología Médica Veterinaria. Memoria. Oaxtepec, Morelos. Pp. 81-98.
- Ibáñez, B. S. 1991. Principios de morfología y taxonomía de Culicidae. UNAM. México D. F. Pp. 62-74
- Izuru, Y. 1970. Mode of action of pyrethroids, nicotinoids and rotenoids. Annu. Rev. Entomol. 15: 257-272.
- James, M. T. and R. F. Harwood. 1969. Herm's medical entomology. 6th Ed. New York. Macmillan Publishing Co. Inc. New York. 484 p.

- Johnston, W. F. 1990. *Thuja occidentalis* L. northern white-cedar. In: Burns, R. M.; Honkala, BH. Silvics of North America. Conifers. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S.A 1: 580-589.
- Lapage, L. M. 1981. Parasitología Veterinaria. 6a. Ed. México, D. F. Ed. C E C S A. 790 p
- Leos M., J. R Salazar S. 1992. Introducción y diseminación del árbol insecticida Neem (*Azadirachta indica* A Juss) En México. Memoria VII Semana del Parasitólogo. UAAAN Pp 34-40.
- Mackie, T. T. and Hunter III W. G. 1956. Manual de medicina tropical. La Prensa Médica Mexicana. México, D. F. Pp 36-39.
- Mallingly, P. F. 1969. The biology of mosquitoes borne disease. American Elsevier Publishing Co., Inc. New York. 83 p.
- Mallis, A. 1990. Handbook of Pest Control. 7th edition. Ohio, USDA. 1152 pp.
- Marín-Jarillo, A., Garzón-Tiznado, J. A., Becerra-Flora, A. Mejía-Ávila, C., Bujanos-Muñiz, R. y Byerly-Murphy, K. F. 1995. Ciclo biológico y morfología del salerillo *Paratrioza cockerelli* (Sulc) (Homoptera: Psyllidae) vector de la enfermedad "permanente del jitomate" en el Bajío. Manejo Integrado de Plagas. 38 : 25-32.
- Martínez, M. 1994. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas; Fondo de Cultura Económica; 1a reimpresión, México 1249 pp.

- Martínez, M. L. 1982. Manual de parasitología médica. 2a Ed. Fournier, S. A. México, D. F. Pp 390-395.
- Martínez, M. M., Nieves, H. G. & H. Luquín S. 1992. Algunas especies vegetales de utilidad artesanal y folclórica en Jalisco. Bol. Inst. Bot. Univ. Guadalajara 1(2): 70-87.
- Martínez, M., 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- McCafferty, P. W. and A. V. Provonsha. 1981. Aquatic entomology. Jones and Bartlett Publishers, California. U S A. P 56.
- Montes, B. R., Cruz C. V., y Madrigal, O. P. 1990. Control de la roya del frijol mediante extractos vegetales bajo condiciones de laboratorio en Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. Memorias del XVII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología; Culiacán, Sinaloa. 104 P.
- Niembro, R. A. 1986. Árboles y arbustos útiles de México. Limusa. México, D. F. 206 pp.
- Pérez. P, C. R, Lara-R, Montes R y Ramírez V. 2004. Toxicidad de aceites esencias y extractos vegetales en larvas de mosquito *Culex quinquefasciatus* say (Diptera: CULICIDAE) 20(1): 141-152
- Pletsch, D. J. 1947. The potato psyllid *Paratrioza cockerelli* (Sulc), its biology and control. Montana Agric. Expt. Stn. Bull. 446: 95pp.
- Pons, A. P., Farreras V. P. Y Forns J. S. 1960. Patología clínica médica. Ed. Salvat. Pp 746-749.

- Prakash, A and J Rao. 1997. Botanical pesticides in agriculture. Lewis Publishers.USA. 451 p.
- Pratt, D. H., Ken, S. L. y Barnes C. R. 1973. Mosquitos importantes para la salud pública: Como combatirlos. Centro Regional de Ayuda Técnica. A I D. México/Buenos Aires. 78 p.
- Purcell, B. H. 1981. Effects of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* of *Aedes taeniorhynchus* and some non-target organisms in the salt marsh. Mosquito News. 41 (3): 476-484.
- Quintero, S. R, Gioanetto F., Chavéz C. E. y Bárcenas O., D. 2002. Curso Taller de agricultura orgánica. Universidad Autónoma de Chihuahua. CIDACOM, Chihuahua, Chihuahua. 227 pp.
- Ramayo, G. M. 1983. Tecnología de granos. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 216p.
- Ramos, C. 1988. Casos de dengue en las Américas, 1986 a 1987. Infectología, Centro de Investigación sobre Enfermedades Infecciosas. Instituto Nacional de Salud Pública. 8 (7): 33-336.
- Reeves, W. C., Hardy, J. L., Reisen, W. K. and Milby, M. M. 1994. Potential effect of global warming on mosquito-borne arboviruses. Journal of Medical Entomology. 31(3):323-332.
- Rivera, M. P. 1998. Larvicidal impact of two formulations of *Bacillus sphaericus* on *Anopheles albimanus* larvae in natural habitats in Nicaragua in 1996.

- Mosquito Vector Control and Biology in Latin America. 8th. Symposium. P 15.
- Rodríguez, H. C. 1993. Fitoinsecticidas en el combate de insectos En: Bases Prácticas de la Agroecología en el Desarrollo Centroamericano. Módulo 11 Manejo de plagas en el sistema de producción orgánica. San Martín Zapotitlán, Retalhuelu. GT. 112-125 Pp.
- Rodríguez, H. C. 1997. Insecticidas vegetales y agricultura orgánica. Evento de Aprobación en Certificación de Agricultura Orgánica. Colegio de Posgraduados. Montecillo. 162-179 pp.
- Rzedowski, G. C. de y J. Rzedowski. 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México.
- Saba, F. 1984. Moscas y mosquitos en áreas rurales y su control. En: Bayer AG. Sector Agricultura. México, D F. Pp 8-9.
- Sánchez, M. F. 1988. Mejoramiento genético de la papaya (*Carica papaya* L.) prospectivos y logros. Monografía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo Coahuila. 116 p
- Saxena, R. C and Z. R. Khan. 1985. Effect of neem oil on survival of *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacide) and on Grassy stunt and ragged stunt virus transmission. J. Econ. Entomol. 48:647-691.
- Semillas del Caribe. 2000. Especialista en el cultivo de la papaya. P 4.

- Silva, G., Lagunes A. Rodríguez, C. y Rodríguez, D. 2002. Insecticidas vegetales: una nueva alternativa para el manejo de plagas. Manejo Integrado de Plagas. 66: 4-12.
- Sutherland, J. P., Baharally, V., Permaul, D. 2002. Use of the botanical insecticide, neem to control the small rice stinkbug *Oebalus poecilus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) in Guyana. Entomotropica 17: 97-101.
- Valencia O., C. 1995. Fundamentos de fotoquímica. Ed. Trillas. México D. F. 235 p.
- Villareal Q. J A. 1999. Malezas de Buenavista 1ª edición Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo Coahuila p 124.
- Villarreal Q. J. A. 2000. Introducción a la botánica forestal Ed. Trillas 2ª Edición p.64.
- Villarreal, J. A. 2003. Compositae. Tribu Tageteae. En: Rzedowski, G. C. de y J. Rzedowski (eds.). Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fascículo 113. Instituto de Ecología-Centro Regional del Bajío. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México.
- Villaseñor R., J. L. y F. J. Espinosa G., 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.

www.linneo.net/plut/T/thuja_occidentalis/thuja_occidentalis.htm - 3k – Árbol de la vida p. 1

Zahradník, J. y M. Chavála. 1990. La gran enciclopedia de los insectos. Ed. Susaeta. España. 511 p.

**Efecto *in vitro* de Extractos Vegetales sobre *Tribolium castaneum*
(Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae).**

In vitro effect of botanical extracts in *Tribolium castaneum* (COLEOPTERA:
TENEBRIONIDAE).

Rebeca González-Villegas, Eugenio Guerrero-Rodríguez, Mariano Flores-Dávila, José Ramón Chávez-Barragán.

Departamento de Parasitología, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
Buenavista, Saltillo, Coahuila. C.P.25315, Tel y Fax. 4 11 02 26. e-mail.
leun21@hotmail.com

Rosalinda Mendoza-Villarreal.

Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma Agraria Antonio
Narro. Buenavista, Saltillo; Coahuila C.P.25315.

Abstract.- In the present study evaluated 10 plant extracts were *Annona muricata*, *Caryca papaya*, *Euphorbia dentate*, *Sapindus saponaria*, *Tagetes erecta*, *Thuja occidentalis* and conventional witness *Azadirachta indica* oil, aiming to determine the insecticidal effect on adults of *Tribolium castaneum*. The results show that extracts containing oils such as *A. indica* shown and the seed

of *A. muricata* and *C. papaya* are showing better results as insecticides, mortality percentages were maintained for most between 80 and 90 % at a concentration of 20,000 ppm.

Key words: *Annona muricata*, *Caryca papaya*, *rotavapor*.

Resumen.- En el presente trabajo se evaluaron 10 extractos de plantas que fueron *Annona muricata*, *Caryca papaya*, *Euphorbia dentata*, *Sapindus saponaria*, *Tagetes tenuifolia*, *Thuja occidentalis* y como testigo convencional aceite de *Azadirachta indica*, teniendo como objetivo determinar el efecto insecticida sobre adultos de *Tribolium castaneum*. Los resultados obtenidos señalan que los extractos que contienen aceites como *A. indica* y los de semillas de *A. muricata* y *C. papaya* son los que muestran mejores resultados como insecticidas, los porcentos de mortalidad se mantuvieron para la mayoría entre un 80 y un 90 % a una concentración de 20,000 ppm.

Palabras clave: *Annona muricata*, *Caryca papaya*, *rotavapor*.

Introducción

La aplicación de agroquímicos se lleva a cabo para el control de insectos que atacan granos almacenados, evitando pérdidas económicas. Sin embargo, se ha desarrollado resistencia a los insecticidas. Las pérdidas que ocasionan

los insectos que atacan granos almacenados provocan que se recurra a la aplicación de agroquímicos con los problemas que conlleva su uso como el desarrollo de resistencia a insecticidas que es una constante en los programas de manejo postcosecha. La resistencia al malation ha sido registrada en muchos insectos de granos almacenados alrededor del mundo (Ivania, 1995). Como en Estados Unidos existe una amplia resistencia al malation en las poblaciones de *Tribolium castaneum* (Herbst) (Arthur, 1996).

En la actualidad el control de insectos en bodegas de granos se logra mediante la aplicación de productos químicos ya sea en forma de fumigantes, tratamientos externos o mezclando el grano con insecticidas no tóxicos al humano animales domésticos para su posterior consumo (May, 1972).

El uso de insecticidas naturales menos contaminantes para el medio ambiente no tóxico para el hombre ha intensificado la investigación de plantas medicinales y aromáticas que pueden tener actividad insecticida en los insectos plagas de los granos almacenados. Lo anterior permite buscar nuevas alternativas naturales que no impliquen riesgos en su uso y que puedan ser utilizados por los productores y comerciantes; dentro de este campo las plantas medicinales y aromáticas ofrecen una alternativa agroecológica que es conveniente investigar teniendo en cuenta sus posibilidades (Grainge, M; AHMED S) Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue: Determinar la efectividad insecticida de extractos vegetales sobre adultos de *Tribolium castaneum*.

Materiales y Métodos

Ubicación del experimento: El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Toxicología del Departamento de Parasitología Agrícola, de la Universidad. Durante el período de enero a mayo del 2006, previa identificación y colecta de las plantas vegetales se identificaron y colectaron.

Extractos: Se obtuvieron 10 extractos con plantas de diferente familia taxonómica, de diferente parte de las plantas, estados de la república y solvente (Cuadro 1). Los materiales colectados se trasladaron al laboratorio para pesar el material vegetal y molerlos en una licuadora industria y agregarle el solvente. El material fue agitado constantemente por 3 días, posteriormente con la ayuda de un rotavapor Buchii se logró la separación del solvente y el extracto, dejando este ultimo líquido para un mejor manejo. El extracto obtenido se vació en un recipiente de plástico de 1 L el cual se cubrió con papel aluminio y se guardó en refrigeración a 4 °C para su conservación.

Cuadro 1. Relación de las plantas colectadas para obtención del extracto crudo.

Familia	Planta	Parte usada	Solvente	Procedencia
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	Semilla	Hexano	*
Annonaceae	<i>Annona muricata</i>	fruto	Metanol	Michoacán
	<i>Annona muricata</i>	hoja	Metanol	Michoacán
	<i>Annona muricata</i>	Semilla	Hexano	Michoacán
Caryaceae	<i>Caryca papaya</i>	hoja	Metanol	Coahuila
	<i>Caryca papaya</i>	Semilla	Hexano	Coahuila
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia dentada</i>	Planta completa	Metanol	Michoacán
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i>	Hoja	Metanol	Coahuila
Compositae	<i>Tagetes tenuifolia</i>	Planta completa	Metanol	Michoacán
Cupressaceae	<i>Thuja occidentalis</i>	hoja	Metanol	Coahuila

* Aceite comercial

Incremento de las colonias: Las poblaciones de *T. castaneum* se incrementaron en un a cámara bioclimática a 25 ± 2 °C y 12:12 h luz y 65 % de HR de la misma Universidad alimentándolos con harina de maíz para posteriormente llevar a cabo los bioensayos en el laboratorio de toxicología del Dpto. de Parasitología.

Bioensayos: Se Utilizo la técnica de película residual en frascos gerber, se depositó 1 mL de solución de los extractos por las paredes y se dejó evaporar, posteriormente se colocaron 10 adultos de *T. castaneum* en 3 repeticiones. La evaluación fue a las 24, 48 y 72 h, incluyendo un testigo

absoluto para cada serie. Las concentraciones utilizadas variaron desde 1,250 hasta 20,000 ppm.

Análisis estadístico: Los resultados obtenidos fueron analizados en el programa PC-Probit (Camacho, 1990).

Resultados y Discusión

Los extractos crudos presentaron concentraciones que variaron desde 7.7 hasta el 100 % (Cuadro 2).

Cuadro 2. Concentraciones de los extractos.

Extracto	Concentración (%)
<i>Azadirachta indica</i> * (Semilla)	100
<i>Annona muricata</i> (Fruto)	35
<i>Annona muricata</i> (Hoja)	63.15
<i>Annona muricata</i> (Semilla)	20.9
<i>Caryca papaya</i> (Hoja)	10.1
<i>Caryca papaya</i> (Semilla)	100
<i>Euphorbia dentata</i> (Planta completa)	7.7
<i>Sapindus saponaria</i> (Hoja)	20
<i>Tagetes tenuifolia</i> (Planta completa)	36.3
<i>Thuja occidentalis</i> (Hoja)	35.9

* Aceite comercial

Los resultados de mortalidad de adultos de *T. castaneum* se muestran en un primer apartado con la mortalidad a través del tiempo y en un segundo apartado los resultados de los análisis probit.

Efecto a través del Tiempo

***Azadirachta indica* (Testigo):** Como se muestra en la figura 1A, las concentraciones evaluadas con el testigo comercial presentaron una tendencia normal de incremento de la mortalidad de adultos de *T. castaneum* en las diversas concentraciones del aceite de *A. indica*; los mejores efectos insecticidas se observan a las 72 h para todas las concentraciones evaluadas. Sin embargo los mejores resultados de mortalidad se registran a partir de 10,000 a 20,000 ppm con valores 76.6 a 90 % a 72 h, estos datos coinciden con lo obtenido con Arthur (1996).

***Annona muricata*:** Como se observa en la figura 1B, el extracto de fruto de esta planta muestra un efecto lento de mortalidad sobre adultos de *T. castaneum* a las 24 h y los incrementos de mortalidad a 48 y 72 h no muestran mucha variación, sin embargo, es claro que la mayor actividad insecticida se registra a las 72 h, a 20,000 ppm obteniendo una mortalidad de un 76.6 %, esto coincide con (Rodríguez *et al.*, 1997), es estudio con larvas de mosquitos (género *Culex*), al mostrar en un principio una lenta mortalidad al evaluar extractos de otras partes de la planta, la cual se incrementa con el extracto acuoso de la semilla, la que es más rica en anonacina, asimicina y bulatacina.

En la figura 1C, el extracto de *A. muricata* presenta un efecto de mortalidad más fuerte que con el extracto de fruto ya que hay un aumento a las 72 h con un 73 y 86.6 % a 10,000 y 20,000 ppm, lo anterior no coincide con Pérez (2004) que utilizó *A. muricata* y obtuvo un 100 % de mortalidad en

larvas de zancudo del género *Culex* a una concentración del 5 % del extracto acuoso.

El efecto de mortalidad con extractos de semilla de esta planta figura 1D al igual que en el extracto de hoja presenta resultados muy parecidos a partir de las 24 h en todas las concentraciones; aunque, a las 72 h presenta efecto insecticida más rápido obteniendo un 76.6 y 86 % a 10,000 y 20,000 ppm, esto puede deberse a los aceites presentes en los extracto lo que ayuda a que presenten un efecto residual por un período largo, tal como lo indica Schoonhoven (1978).

Carica papaya: En cuanto al extracto de hoja de papaya en la figura 1E, se observa una baja mortalidad a través de los días de conteo, presentando un 1 % a 2,500 ppm a 24 h, alcanzando un 53.3 % de mortalidad de *T. castaneum* a las 72 h teniendo con 20,000 ppm, al respecto Herrera (1991), señala que una baja concentración de aceites da como resultado menor mortalidad.

Como se muestra en la figura 1F, la mortalidad de gorgojos para el extracto de semilla de papaya muestra un fuerte incremento y a 5,000 ppm presenta un 72 % de mortalidad; aunque, con concentraciones de 10,000 y 20,000 ppm se logró un 85 y 97 % de mortalidad respectivamente a las 72 h, coincidiendo con Mohiuddin (1987), quien se encontró que a 5,000 ppm se tienen altos porcentajes de mortalidad.

Euphorbia dentata: El efecto de esta planta que se obtuvo de la planta completa la figura 2A, presenta una mortalidad progresiva conforme aumentan

las concentraciones así a las 24 h con de 1,250 ppm no se observó mortalidad de *T. castaneum*, aunque a las 72 h alcanza un 80 % de mortalidad a una concentración de 20,000 ppm.

***Sapindus saponaria*:** Como se puede observar con el extracto de hoja en la figura 2B, la mortalidad muestra una respuesta similar a la de *E. dentata* en cuanto a mortalidad y tiempo lento de acción; así a las 72 h se obtuvo un 63.3 y un 83.3 de mortalidad a 10,000 y 20,000 ppm respectivamente.

***Tagetes tenuifolia*:** Como se muestra en la figura 2C, el extracto de la planta completa actúa lentamente teniendo mortalidades muy bajas a las 24 h las que se incrementan a las 48 y 72 h llegando a manifestar una eficiencia de un 66.8 y un 80 % de mortalidad de adultos con concentraciones de 10,000 y 20,000 ppm respectivamente.

***Thuja occidentalis*:** En el caso del extracto de hoja de esta planta se puede observar en la figura 2D, que el efecto insecticida es lento para causar mortalidad del adulto de *T. castaneum* a las 24 h las que incrementan claramente a 48 y 72 h, esto para cada una de las concentraciones evaluadas; así a 1,250 ppm se obtuvo solo un 4 % de mortalidad a 24 h, pero su efecto mejora notablemente a 72 h alcanzando un 50.5 %. Los mejores resultados se tienen a 10,000 y 20,000 ppm donde se detectaron un 75.6 y 84.4 % de mortalidad. Trabajos anteriores señalan que el control de plagas en especial referencia al control de coleopteros como en la familia Bruchidae, es difícil debido a el tipo de insecto tal como lo indican Stanmopoulos (1991).

Análisis Probit

Como se muestra en el Cuadro 3, la mejor CL_{50} se obtuvo con el extracto de semilla de *A. muricata* que requiere de una concentración de 3581 ppm, para matar el 50 % de la población, seguido de *A. indica*, con una CL_{50} de 3774 ppm, *A. muricata* hoja y semilla con una CL_{50} de 3581 y 4682 ppm y *C. papaya* obtenida de semilla con una CL_{50} de 4692 ppm, productos que conforman un primer grupo en cuanto a eficiencia en mortalidad ya que los cinturones de confianza se traslapan entre sí. Un segundo grupo de extractos se comportan en su respuesta para matar el 50 % de los gorgojos con *Tajetes tenuifolia*, *A. muricata* (fruto), *S. saponaria*, *E. dentata*, con una CL_{50} de más 6000. La mayoría de los extractos son similares estadísticamente ya que registrar traslape en los límites fiduciales, excepto el extracto de *C. papaya* (H) que requiere de una CL_{50} de 17903.16 ppm para matar el 50 % de la población.

En cuanto a las CL_{95} el extracto de semilla *C. papaya* que requirió de 21926 ppm seguido del testigo convencional de *A. indica* con 30543 ppm y posteriormente la mayoría de los extractos se alinean en una segunda posición desde 39,000 hasta 62,776 ppm solo el extracto de *C. papaya* hoja requiere de una CL_{95} de 177891.33 ppm.

Estos datos de los CL_{50} y CL_{95} se aprecian mejor en la figura lo que ayuda a entender que por la variación en las posiciones de las líneas de concentración- mortalidad la ubicación de respuestas puede variar al comparar las CL_{50} y CL_{95} .

Cuadro 3. Concentraciones letales y límites fiduciales de extractos vegetales sobre adultos de *T. Castaneum*.

ppm				
Planta usada	CL ₅₀	Límites fiduciales 95 %		
		Inferior	Superior	CL ₉₅
<i>Azadirachta indica</i> * (S)	3774.44	(3196.06 - 4410.06)		30543.04
<i>Annona muricata</i> (F)	6218.39	(5253.49 - 7437.28)		62776.35
<i>Annona muricata</i> (H)	4682.63	(3984.30 - 5489.21)		39752.90
<i>Annona muricata</i> (S)	3581.66	(2954.51 - 4266.63)		39476.01
<i>Caryca papaya</i> (H)	17903.16	(14163.02 - 25293.76)		177891.33
<i>Caryca papaya</i> (S)	4692.81	(4141.31 - 5312.13)		21926.06
<i>Euphorbia dentata</i> (P. C)	6839.99	(5842.98 - 8106.57)		56829.59
<i>Sapindus saponaria</i> (H)	6244.28	(5387.60 - 7289.45)		44352.67
<i>Tagetes tenuifolia</i> (P. C)	6002.93	(5192.46 - 6978.74)		40880.17
<i>Thuja occidentalis</i> (H)	8973.17	(7909.98 - 10266.59)		39271.57

* Aceite comercial

S= Semilla, H, Hoja, F=Fruto, P. C= Planta Completa

1. *A. indica* (s)
2. *A. muricata* (f)
3. *A. muricata* (h)
4. *A. muricata* (s)
5. *C. papaya* (h)
6. *C. papaya* (s)
7. *E. dentata* (P. c)
8. *S. saponaria* (h)
9. *T. tenuifolia* (P. c)
10. *T. occidentalis* (h)

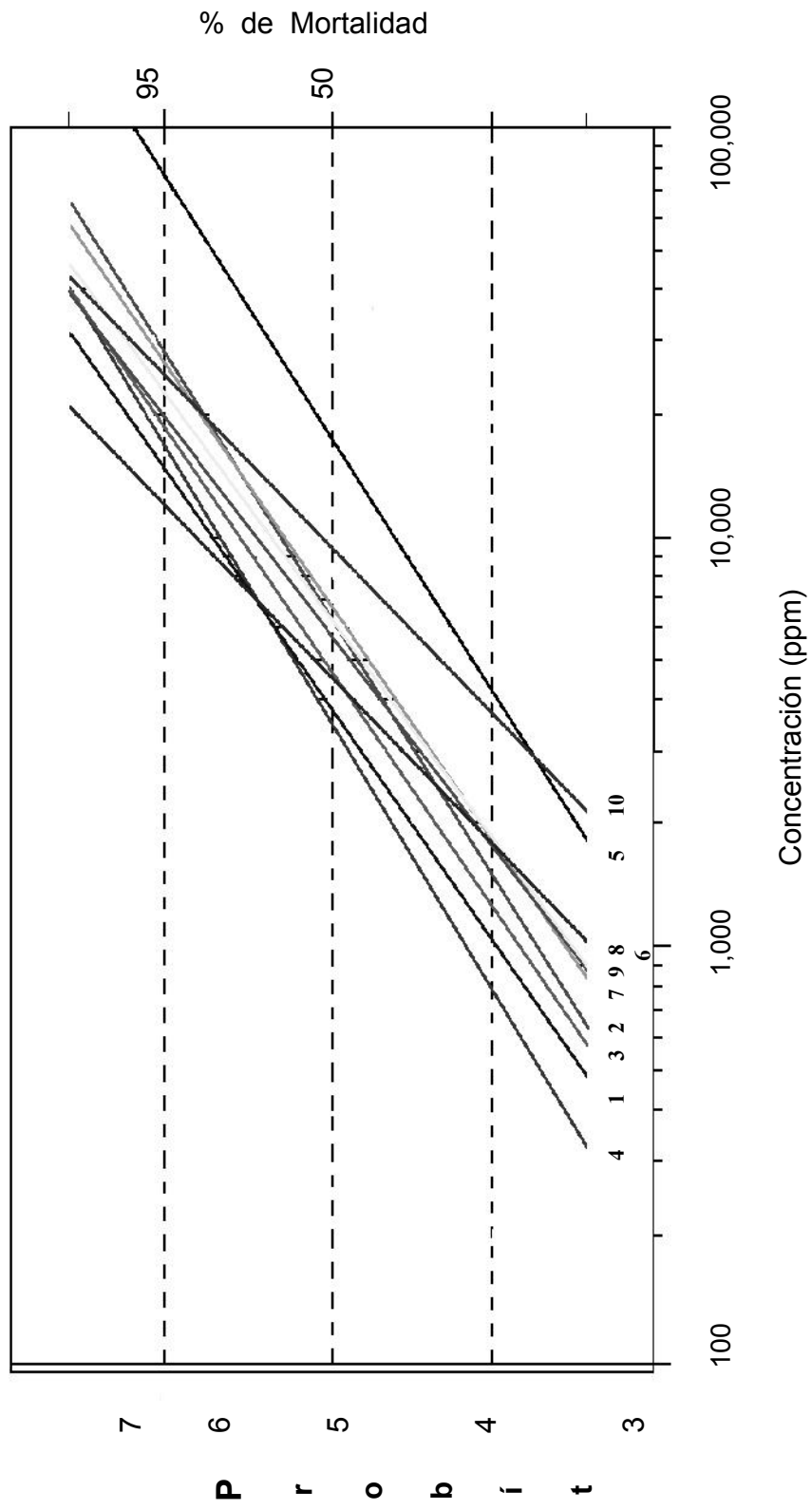


Figura 1. Líneas de respuesta concentración-mortalidad de *Tribolium castaneum* a los diferentes extractos evaluados.

Los resultados de los parámetros de confianza para determinar la confiabilidad de los resultados obtenidos en el presente trabajo se muestran en el Cuadro 4; así para el coeficiente de determinación (r^2) se muestra que la variación va de 0.84 a 0.99 lo que implica un excelente ajuste a obtener tendencia a la recta. A su vez los valores de chi-cuadrada (χ^2) indican que el ajuste para los extractos fue bueno ya que los valores fueron de dígitos menores a cero mostrando con ello mayor confiabilidad en los resultados ya que indica que la diferencia entre la mortalidad observada y la mortalidad estimada es muy baja. Por otro lado la varianza de la pendiente (SE) tiende a mostrar valores que son muy ajustados lo que indica que no se esperan cambios en posiciones demasiado variables con respecto a la pendiente de la ecuación de predicción.

Cuadro 4. Parámetros de confianza de la línea de respuesta concentración-mortalidad en adultos de *T. castaneum*.

Planta usada	r ²	x ²	GL	Ec. Predicción	Varianza pendiente (SE)	Prob. de Tablas (X ²)
<i>Azadirachta indica</i> * (S)	0.9999	0.0042	3	Y=1.8113 ± 0.3134	0.3134	99.5
<i>Annona muricata</i> (F)	0.9941	0.0173	3	Y=1.6381 ± 0.3015	0.3015	99.5
<i>Annona muricata</i> (H)	0.8478	0.0375	3	Y=1.7707 ± 0.3078	0.3078	99.5
<i>Annona muricata</i> (S)	0.9908	0.0078	3	Y=1.5578 ± 0.3000	0.3000	99.5
<i>Caryca papaya</i> (H)	0.9297	0.0154	2	Y=1.6494 ± 0.4385	0.4385	99.5
<i>Caryca papaya</i> (S)	0.9965	0.0081	3	Y=2.4567 ± 0.3616	0.3616	99.5
<i>Euphorbia dentata</i> (P c)	0.9859	0.0151	3	Y=1.7888 ± 0.3126	0.3126	99.5
<i>Sapindus saponaria</i> (H)	0.9853	0.0556	3	Y=1.9318 ± 0.3204	0.3204	99.5
<i>Tagetes tenuifolia</i> (P c)	0.9771	0.0122	3	Y=1.9742 ± 0.3227	0.3227	99.5
<i>Thuja occidentalis</i> (H)	0.9769	0.0052	2	Y=2.5655 ± 0.4627	0.4637	99.5

* Aceite comercial

S= Semilla, H, Hoja, F=Fruto, P. C= Planta Completa

Conclusiones

Los extractos que mejor efecto insecticida mostraron sobre adultos de *T. castaneum* fueron el de *C. papaya* semilla seguido de *A. indica* y *A. muricata* semilla los cuales mataron un 97 y un 86.6 % de la población quizá a una concentración de 20,000 ppm a 72 h. En lo general los extractos que fueron hechos a base de semilla fueron los que dieron los mejores resultados obteniendo los más altos porcentajes de mortalidad.

Literatura citada

- Arthur, F. 1996. Grain protectants: current status and prospects for the future. *J. Stored Products Res.*, Vol. 32, No. 4. pp. 293-302.
- Hall, D. W. 1972. Manipulación y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y subtropicales. (Cuadernos de fomento Agropecuario, No. 90). Roma: FAO, p. 400.
- Herrera, A., J. M. 1961. Los aceites de petróleo como insecticidas y su empleo en los cultivos críticos. En: *Revista peruana de entomología*. 4 (1).
- Ivania, F. 1995. Effects of edible oils against *Callosobruchus maculatus* (F.) and *Callosobruchus phaseoli* (Gyllenhal). In: *Stored groundnuts*. Vol. 31, No. 4. *J. Stored Products Res.* pp. 207-210.
- Pérez-Pacheco R., C. Rodríguez-Hernández, J. Lara-Reyna, R. Montes Belmont y G. Ramírez Valverde. 2004. Toxicidad de Aceites, Esencias y

- Extractos Vegetales en Larvas de Mosquito *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae) *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 20(1): 141-152
- Poveda, L. 1986 Propiedades medicinales de la juanilama. Boletín No. 1. Medicina folklórica. San José, Costa Rica: Asociación de Amigos de las Plantas Medicinales (ASAPLAM),. pp. 3-5.
- Regnault, C.; Hamraoul A. 1995. Fumigant toxic activity and reproductive inhibition induced by monoterpenes on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera), a bruchidae of Kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Vol. 331, No. 4. J. Stored products, Res. pp. 291-299.
- Rodríguez, H. C. & D. Nieto A. 1997. Anonáceas con propiedades insecticidas. *In*. Anonáceas, produção e mercado (pinha, graviola, atemóia e cherimólia). A. Rebouças, São Jose, I. Vilas Boas S., O. Magalhaes M. e T. N. Hojo R. (Eds). Bahia, Brasil. Pp. 229- 239.
- Schmutterer, H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the Neem Tree, *Azadirachta indica*. *Annu. Rev. Entomol.* 35: 271-97.
- Shoonhoven, A. V. 1978. Use of vegetable oils to protect stored beans from bruchid attack. Vol. 75, No. 2. J. Economic entomology. Pp. 254-256.
- Stampoulos, D. C. 1991. Effects of four essential oil vapours on the oviposition and fecundity of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleóptera: Bruchidae): Laboratory evaluation. Vol. 27, No. 4. J. Stored Prod. Rev. pp.199-203

Insecticide Effect of Plant Extracts over *Bactericera cockerelli*
(Homoptera: Psyllidae) nymphs

Mariano Flores-Dávila, Rebeca González-Villegas, Eugenio Guerrero-Rodríguez, Rosalinda Mendoza-Villarreal, Antonio Cárdenas-Elizondo, and Luis Alberto Aguirre-Uribe.

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923.
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. C.P. 25315.

Abstract. Laboratory studies were made on immature individuals of *Bactericera cockerelli* Sulcen with extracts of *Annona muricata*, *Carica papaya*, *Euphorbia dentata*, *Thuja occidentalis*, *Sapindus saponaria*, and *Azadirachta indica* (neem) as a commercial control. The greatest mortality of immature individuals of *B. cockerelli* at 72 h was obtained from the *A. muricata* extract taken from seeds, at concentrations of 2500 and 5000 ppm, in which mortalities of 98% and 100 % respectively were obtained, followed by *A. indica* oil, which scored at 91 % and 100 % mortality at 2,000 and 2,500 ppm respectively. *A. muricata* seed extract is the most promising and effective insecticide found in this study.

Introduction

The potato psyllid *Bactericera cockerelli* Sulcen, is a vector of a phytoplasma that causes potato yellow and tomato spotted wilt virus. These diseases are decimating potato and tomato production in many regions of Mexico. This insect has become a key pest due to its adaptability to multiple climatic conditions, high migratory capacity, and the ability to transmit disease agents that can reduce the production of tomatoes (~45 %) and potatoes (~70 %) in Mexico (Garzón *et al.*, 2004)

Insecticides are the primary control measure used and this leads to higher costs of production, environmental pollution and public health concerns (Henao 1999). New measures are needed to improve the management of *B. cockerelli* (Garzon2002).The use of natural products extracted from plants such as *Lonchocarpus nicou* (Aublet) and *Azadirachta indica* (Juss) have the advantage of being biodegradable and not producing imbalances in ecosystems (Gruber 1992, annacone & Montoro 1999, annacone & Reyes 2001). These bio-insecticides generally have minimal impact on beneficial fauna, are effective against agricultural pests, and have no toxicological restrictions (Gomero 2000, Iannacone & Murrugarra 2000, Ma *et al.* 2000, Southerland *et al.* 2002). In addition, commercial mixtures of plant extracts on *B. cockerelli* are reported to repel the adult and favor the attraction of predators (Marin 2004). The object of the present work was to examine the effect of plant extracts on *B. cockerelli*, nymphs.

Materials and Methods.

The research was carried out at the Entomology laboratory of the Department of Agricultural Parasitology at Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro.

Extracts. Nine extracts using different solvents and plant parts from Coahuila and Michoacan states were used (Table 1). Plant materials were collected and taken to the laboratory. The plant material was weighed, ground, placed in a solvent depending on the space occupied by the plant material and periodically agitated for three days, Separation of plant extract and solvent was made with a rotovapor (Buchii); the plant extract was placed in a one liter plastic container, covered with aluminum foil to screen out light, and kept in the refrigerator at 4° C until used for experimentation.

Table 1. Plants and Solvents Used to Obtain the Vegetable Extracts.

Family	Plant	Plant part	Solvent	Origin
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	Seed	Hexano	*
Annonaceae	<i>Annona muricata</i>	Fruit	Metanol	Michoacan
	<i>Annona muricata</i>	Leaf	Metanol	Michoacan
	<i>Annona muricata</i>	Seed	Hexano	Michoacán
Carycaceae	<i>Caryca papaya</i>	Leaf	Metanol	Coahuila
	<i>Caryca papaya</i>	Seed	Hexano	Coahuila
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia dentada</i>	Complete plant	Metanol	Michoacan
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i>	Leaf	Metanol	Coahuila
Cupressaceae	<i>Thuja occidentalis</i>	Leaf	Metanol	Coahuila

* Commercial product

The extract purities that were obtained in the rotavapor ranged in concentration from 7.7 % to 100 % (Table 2).

Table 2. Concentration of the Extracts

Extract	Extract obtained by kg of vegetable part (g)	Concentration (%)
<i>Azadirachta indica</i> * (Seed)	--	100.0
<i>Annona muricata</i> (Fruit)	130	35.0
<i>Annona muricata</i> (Leaf)	310	63.1
<i>Annona muricata</i> (Seed)	57	20.9
<i>Caryca papaya</i> (Leaf)	68	10.1
<i>Caryca papaya</i> (Seed)	120	100.0
<i>Euphorbia dentata</i> (Complete plant)	135	7.7
<i>Sapindus saponaria</i> (Leaf)	110	20.0
<i>Thuja occidentales</i> (Leaf)	235	35.9

*Commercial product

Stock Colony Maintenance. Potato psyllid adults were collected from potato field in Arteaga, Coahuila, taken to the greenhouse and placed on 30-day old, well-established with at least 10 leaves pepper seedlings. Adults were allowed to infest these plants; subsequently, pepper leaves with nymphs were collected and used to carry out the field tests.

Field Tests: Infested pepper leaves, each with 17 – 23 psyllid nymphs, were used to expose 50 to 70 individuals distributed on three leaves to each treatment; each leaf was considered an observation unit. Nymphs were exposed to the extract by submerging each leaf for 5 seconds in 50 ml of each concentration, and then allowing the leaves to dry. Leaves were then placed in

hermetically sealed plastic trays (15X20X8 cm). A wet sponge was placed inside to reduce dehydration of the plant material and the insect. Water was included as a control in each set of experiments. Concentrations utilized are de 10,00, 5,000, 2,500, 1,250, and 625 were used on *A. muricata* (leaves and fruit), *C. papaya* leaves, *E. dentata*, and *S. saponaria*; for *T. occidentalis* concentration was used additional on 15,000, and for *A. indica* concentrations of 2,500, 2,400, 2,200, 2,000, 1,000, 500, 250 and 62.5 ppm. Mortality readings were made 24, 48 and 72 hrs after treatment, and results obtained were analyzed using a Probit analysis.

Results and Discussion

Effect through time.

Azadirachta indica (neem). A direct dose-mortality correlation was found for nymphs exposed to *A. indica* (neem oil) (Fig 1a). Highest nymphal mortality typically was found 72 hrs after treatment. However, in some treatments, the highest mortalities were observed after 24 or 48 h, and is perhaps due to these treatments containing disproportionately more early instar nymphs compared to other treatments. However, the highest mortalities occurred at with respect to the concentrations evaluated. Highest mortalities (91 % to 98 %), were observed at extract concentrations from 200 to 2,400 ppm and 100 % mortality was obtained at 2,500 ppm at 72 h. Additionally, Ostermann and Dreyer (1995)

pointed out that *B. tabaci*, was controlled effectively in Africa and the Caribbean region with products derived from neem oil.

Annona muricata. The fruit extract of this plant exerted an acute effect evident at 24 h in each concentration with little or no significant increase in mortality observed after 48 h and 72 h of exposure (Fig. 1b). Mortality peaked at concentrations of 2,500 ppm and over at 72 h.

A. muricata. Leaf extracts exerted low mortality at 24 h at each concentration followed by increasing mortality after additional exposure (Fig. 1c). Highest mortality was observed at 5,000 and 10,000 ppm with 89 % and 95 % respectively after 72 h.

A. muricata. Seed extracts exhibited acute effects after 24 h of exposure at each concentration, with little additional mortality found after 48 h and 72 h (Fig. 1d). High mortalities were observed at 1,250 ppm after 72 h (90 %) and at 2,500+ ppm (98 %). This agrees with Perez-Pacheco et al. (2004), who reported that even very low concentrations quickly induced mortality in *Culex quinquefasciatus* (24 h); Bobadilla et al. (2005) observed that 100 % mortality occurred in treated *Aedes aegypti* after 24 h.

High levels of mortality were achieved after 72 hrs at 1250 ppm (90 %); higher dosages of 5,000 and 10,000 ppm induced 98 % and 100 % mortality in *B. cockerelli* nymphs, respectively.

Carica papaya. High concentrations of papaya leaf extract were needed to achieve mortality greater than 80 % (Fig 1e). Insecticidal effects increased as

time elapsed after treatment with highest mortalities observed at the longest exposure time of 72 h.

Seed extract from this plant (Fig 1f) caused a higher degree of mortality to *B. cockerelli* than did leaf extract. In this case, 72 % mortality was obtained at 2,500 ppm, 85 % at 5,000 and 97 % at 10,000 ppm 72 h after treatment.

Euphorbia dentata. Low mortalities were achieved with *E. dentata* extract at the concentrations and times tested (Fig. 1g). Greatest mortalities were observed at 5,000 (65 %) and 10,000 ppm (85 %) 72 h after treatment. This does not appear to be an economically feasible insecticide to use against *B. cockerelli*.

Sapindus saponaria. Psyllid control with this plant was also ineffective at dosages from 650 to 2500 ppm in which less than 70 % mortality was recorded after 72 h (Fig. 1h). The best control (96 %) was obtained 72 h after treatment, at a 10,000 ppm concentration, which agrees with results reported by Abreu (2005).

Thuja occidentalis. High concentrations of *T. occidentalis* leaf extract were required to provide satisfactory control of *B. cockerelli* nymphs (Fig. 1i). Mortalities of 84 % and 96 % 72 h after treatment were recorded at concentrations of 10,000 and 15,000 ppm, respectively.

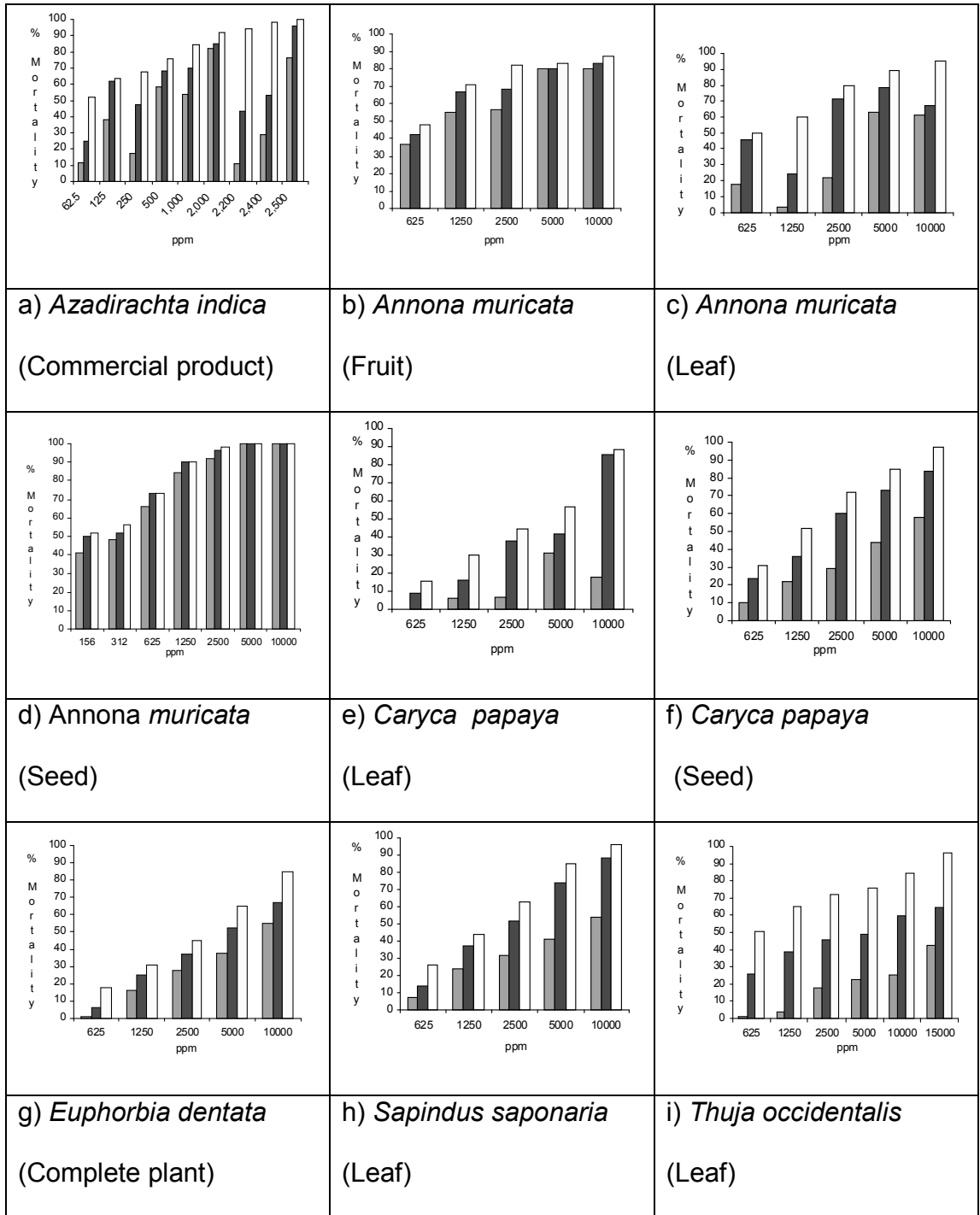


Fig.1. Mortality on Inmature Individuals of *B. cockerelli* by Vegetable Extracts 24□, 48■, and 72 □ h after treatment.

Probit Analysis. Extracts with the best insecticidal properties were *A. indica*, which required a concentration of 65.46 ppm to kill 50 % of the population (CL₅₀), followed by the extract from seeds of *A. muricata* (CL₅₀ of 193.50) (Table 3). The extracts from fruit and leaf of *A. muricata* (CL₅₀ of 468.06 and 688.80, respectively) are followed by extracts of *C. papaya* (seed) and *T. occidentalis*. These are followed in effectiveness by extracts of *E. dentata* and *C. papaya* (leaf). Although all extracts exhibit insecticidal effects, only the first two are considered to have promise for use in managing nymphs of *B. cockerelli*.

A. muricata (seed) extract performs better than *A. indica* when measured using the CL₉₅ (2,364 and 3,336.94 ppm respectively) (Table 3). Their fiducial limits show a statistically insignificant overlap that significantly differ from the rest of the extracts. The CL₉₅ compares well with the rankings observed using the CL₅₀, except for the fruit extract of *A. muricata*, whose CL₉₅ places it in the group of least efficiency along with *C. papaya* (seed) and *E. dentate* (Table 3).

The concentration-mortality measurements for the extracts of *Carica papaya* (seed), *Sapindus saponaria* and *Thuja occidentalis*, show the relative ranking of extracts shifts between the CL₅₀ and CL₉₅ measures (Table 3) indicating higher dosages of these extracts are needed to achieve high mortality compared to other extracts (also see Fig. 3).

- 1) *Azadiracta indica* (seed)
- 2) *Annona muricata* (fruit)
- 3) *Annona muricata* (Leaf)
- 4) *Annona muricata* (seed)
- 5) *Carica papaya* (Leaf)
- 6) *Carica papaya* (seed)
- 8) *Ephorbia dentata* (complete plant)
- 9) *Sapndus saponaria* (Leaf)
- 10) *Thuja occidentalis* (Leaf)

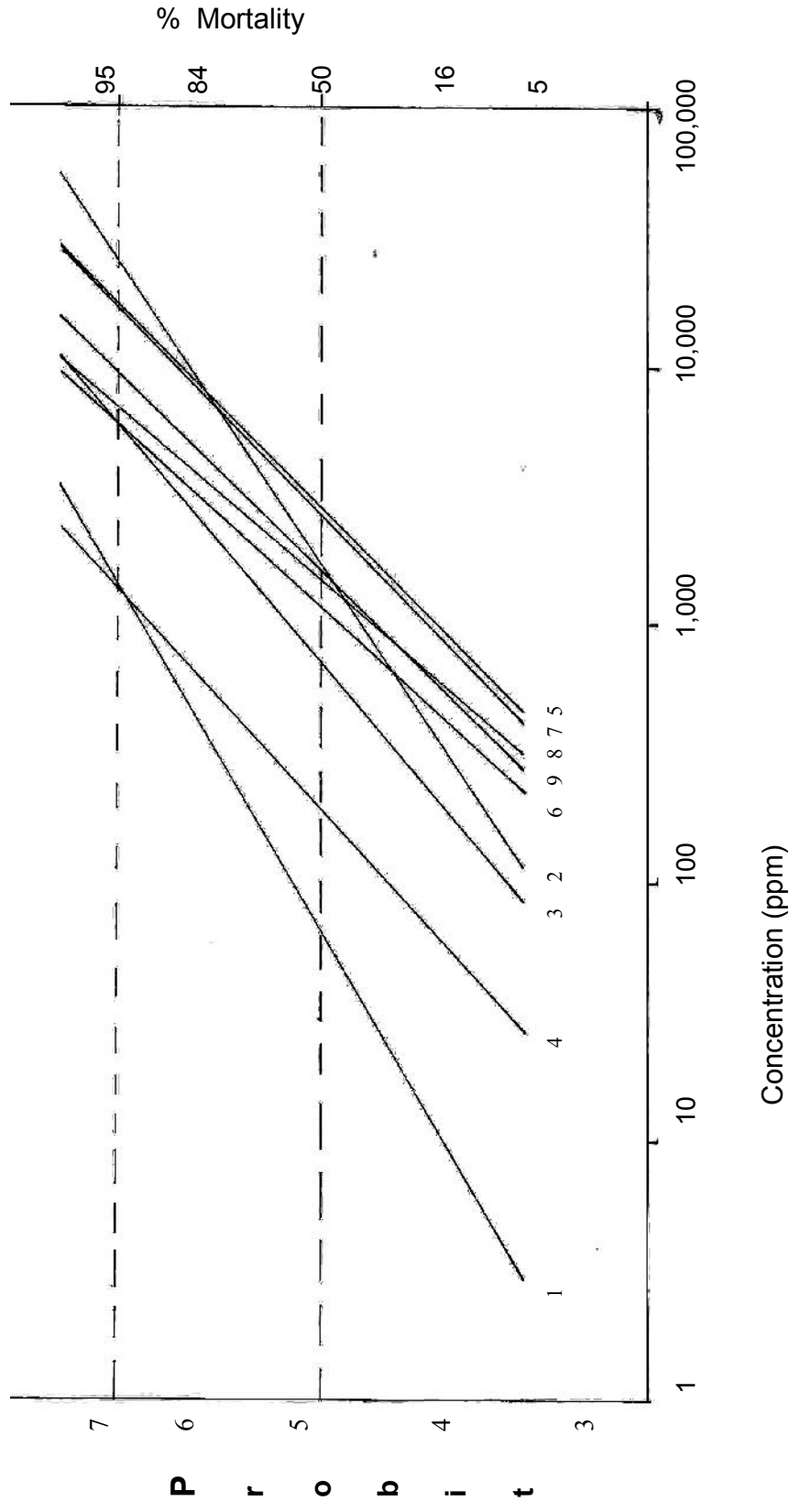


Fig. 3. Concentration-Mortality Answer Line on *B. cockerelli* with various vegetable extracts.

Various parameters were examined to evaluate the degree of confidence that could be placed in the results obtained in this study: The coefficient of determination (r^2) ranges from 0.85 to 0.99 (Table 3), which indicates a linear interpretation of the results, is appropriate (Fig. 3). The chi square (X^2) values were low and less than zero, showing the difference between the observed and the estimated mortalities is also low. The variance of the slope (SE) shows that excessively variable changes in positions are not to be expected with regards to the slope of the equation of prediction.

Table 3. Lethal concentrations, fiducial limits and parameters of confidence of vegetable extracts on immature stages of *B. cockerelli* to 72 h.

Extract	CL ₅₀	Fiducial Limits	CL ₉₅	R ²	X ²	GL	Probability of Tables X ²	Equation of prediction	Variance of the slope (SE)
<i>Azadirachta indica</i> * (S)	65.46	39.86 - 94.08	3336.94	0.96	0.02	6	99.5	y = 3.2504 + 0.9634x	0.18
<i>Annona muricata</i> (F)	468.06	221.22 - 723.45	23643.96	0.86	0.04	3	99.5	y = 1.4806 + 1.0904x	0.30
<i>Annona muricata</i> (L)	688.80	472.11 - 898.93	10089.72	0.96	0.01	3	99.5	y = 0.9955 + 1.4109x	0.33
<i>Annona muricata</i> (S)	193.50	139.81 - 245.49	2364.05	0.90	0.02	3	99.5	y = 1.5396 + 1.5132x	0.33
<i>Caryca papaya</i> (L)	2881.99	2435.44 - 3433.27	28888.43	0.96	0.01	3	99.5	y = -0.6848 + 1.6431x	0.30
<i>Caryca papaya</i> (S)	1188.21	972.61 - 1406.29	9412.74	0.99	0.01	3	99.5	y = -0.6270 + 1.8300x	0.33
<i>Euphorbia dentata</i> (C. P)	2626.19	2203.80 - 3137.42	28894.57	0.99	0.01	3	99.5	y = -0.4002 + 1.5793x	0.30
<i>Sapindus saponaria</i> (L)	1471.52	1239.33 - 1714.87	10533.93	0.98	0.01	3	99.5	y = -1.0954 + 1.9242x	0.33
<i>Thuja occidentalis</i> (L)	1592.37	1317.53 - 1880.55	15168.20	0.98	0.06	4	99.5	y = -0.3804 + 1.6803x	0.93

S= Seed, F= Fruit, L= Leaf, C. P= Complete plant.

Conclusions

The extracts having the greatest insecticidal effect on immature individuals of *B. cockerelli* were *A. muricata* (seed) and *A. indica*, which killed 100 % of the immature individuals at concentrations of 2,500 ppm.

The greatest acute insecticidal effect was obtained from *A. muricata* extract, which showed the highest mortality at 24 h.

The extracts of *C. papaya* seeds, *S. saponaria* leaves, and *A. muricata* leaves, also showed good control and at 10,000 ppm resulted in 97, 96 and 95 percent mortality, respectively, 72 h after treatment. The remaining extracts were less effective and appear to have little promise in managing *B. cockerelli*.

Acknowledgment

This article is dedicated to Dr. Eugenio Guerrero-Rodríguez, who will be greatly missed by all whose lives he touched. May he rest in peace.

References Cited

Abreu, G. O. A. 2005. Potencial medicinal del género *Sapindus* L. (Sapindaceae) y de la especie *Sapindus saponaria* L. Plantas Medicinales 10, 3-4.

- Bobadilla, M., F. Zavala, M. Sisniegas, G. Zavaleta, J. Mostacero y L. Taramona. 2005. Evaluación larvica de suspensiones acuosas de *Annona muricata* Linnaeus «guanábana» sobre *Aedes aegypti* Linnaeus (Diptera: Culicidae). *Revista Peruana Biología*. 12, 145-152.
- Garzón, T. J. A. 2002. El “Pulgón Saltador” o la *Paratrioza*, una amenaza para la horticultura de Sinaloa. Memoria de taller sobre *Paratrioza cockerelli* Sulc como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Culiacán, Sinaloa, México, 100 pp.
- Garzón-Tiznado, J. A., Velarde-Felix, S., Ceballos-Ruiz, J. A., Garzón-Ceballos, J. A., Moreno-Coronado, J. A., Ramos-Mendoza, J. y Felix_Aguilar, B. 2004. Asociación de fitoplasmas en los cultivos de papa (*Solanum tuberosum* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), chile (*Capsicum annum* L.) y tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot.) en México. Memorias del XXXI Congreso Nacional de Fitopatología. VI Congreso Internacional de Fitopatología, Veracruz, México, 25 al 28 de Julio de 2004. Resumen L-71.
- Gomero, L. O. 2000. Uso de plantas con propiedades repelentes e insecticidas. In: Plantas con potencial biocida. Metodologías y experiencias para su desarrollo. A. I, Velásquez H. (Eds.). Red de acción en alternativas al uso de agroquímicos. Lima, Perú. pp. 13- 26.
- Gruber, A. K. 1992. Biología y ecología del árbol del neem (*Azadirachta indica* A. Juss): extracción, medición, toxicidad y potencial de crear resistencia. CEIBA 33, 249-256.

- Henao, S. 1999. Efectos a largo plazo de los plaguicidas sintéticos. Manejo Integrado de Plagas. 51, 29-34.
- Iannacone, J. A., I. Montoro. 1999. Empleo de poblaciones de colémbolos como bioindicadores del efecto de plaguicidas en el cultivo de tomate en Ica, Perú. Revista Peruana Entomología 41, 103-110.
- Iannacone, J. A., Y. Murrugarra. 2000. Fluctuación poblacional del predador *Metacanthus tenellus* Stal (Heteroptera: Berytidae) por los insecticidas botánicos rotenona y neem en el cultivo de Tomate en el Perú. Revista Colombiana de Entomología 26, 89-97.
- Iannacone, J. A., M. Reyes. 2001. Efecto en las poblaciones de *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) y *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) por los insecticidas botánicos neem y rotenona en el cultivo de tomate en el Perú. Revista Colombiana de Entomología 27, 147-152.
- Ma D. L., G. Gordh, M. P. Zalucki. 2000. Toxicity of biorational insecticides to *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) and predators in cotton field. International J Pest Management. 46, 237-240.
- Ostermann, H. and M. Dreyer. 1995. Practical results with neem products against insect pests, and probability of development of resistance, pests of selected crops: vegetables and grain legumes. In: H. Schmutterer [ed.], The neem tree: *Azadirachta indica* A. Juss, and other meliaceous plants: source of unique natural products for integrated pest management, medicine, industry and other purposes. Weinheim, New York. pp. 392-403.

- Pérez-Pacheco, R., C. Rodríguez-Hernández, J. Lara-Reyna, R. Montes-Belmont y G. Ramírez-Valverde. 2004. Toxicidad de aceites, esencias y extractos vegetales en larvas de mosquito *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Acta Zoológica Mexicana* (N.S.) 20, 141-152
- Valencia, O. C. 1995. *Fundamentos de fitoquímica*. Editorial Trillas. México DF. 235 pp.
- Sutherland, J. P., V. Baharally, D. Permaul. 2002. Use of the botanical insecticide, neem to control the small rice stinkbug *Oebalus poecilus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) in Guyana. *Entomotropica* 17, 97-101.