

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Uso de Insecticidas Botánicos para el Control del Psílido de la Papa (*Bactericera cockerelli* Sulc) (HEMIPTERA: PSILIDAE)

Por:

VÍCTOR ANTONIO FIGUEROA ARGUETA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México.

Marzo, 2018.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Uso de Insecticidas Botánicos para el Control del Psílido de la Papa
(*Bactericera cockerelli* Sulc) (HEMIPTERA: PSILIDAE)

Por:

VÍCTOR ANTONIO FIGUEROA ARGUETA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

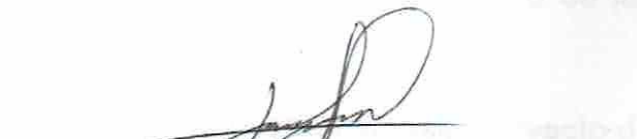
Aprobada por el Comité de Asesoría:



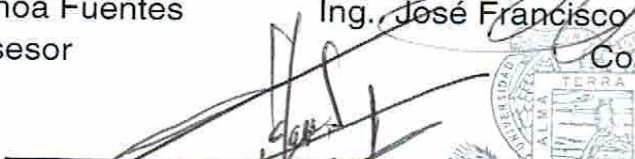
Dr. Ernesto Cerna Chávez
Asesor Principal



Dra. Yisa María Ochoa Fuentes
Coasesor



Ing. José Francisco Rodríguez Rodríguez
Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

Marzo, 2018.



AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por haberme permitido llegar a este punto y por haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor, por ayudarme a terminar esta meta establecida en mi vida, gracias por darme la fuerza y coraje para hacer este sueño realidad, por estar en cada momento de mi vida y en cada situación que necesitaba siempre me escuchabas.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por cobijarme desde el momento en que llegue por primera vez a esta hermosa institución y que desde ese momento se quedó como mi segundo hogar, a ti mi “Alma Mater” por refrendar la agronomía.

Al Departamento de Parasitología Agrícola por darme las herramientas necesaria para completar mi formación y desarrollarme de manera eficaz y profesionalmente durante toda mi carrera.

Al Dr. Ernesto Cerna Chávez por darme la oportunidad de trabajar en este proyecto, a usted Doctor por la gran dedicación asignada, por cada uno de los consejos y conocimientos sugeridos durante toda la carrera.

Al Ing. José Francisco Rodríguez Rodríguez por apoyarme en este proyecto de investigación y por brindarme mucho de su conocimiento y estar al pendiente de dicho proyecto.

Al Ing. Ernesto Gerónimo Urbina por el apoyo para realizar este proyecto de investigación.

A mis Amigos (as). Christian Hernández, Lalo Santiago, Ing. Luis García, Daniel García, Primo Andony, Ing. Juan Carlos (Texano), Ramón Vargas, Sotelo, Elber, Jonathan,(Perris), Ángel (Moronga), Cosqui, Pech, Chamus, Luche, Ricky, Ing. Chelito ,Ing. Magañas, Ing. Pancho, Belén Moreno (Blenchis), Úrsula Marroquín, Fátima Maribel(Bombón), Yesenia Ramos, Paloma, Karina García, Nayetxi Luna. Gracias por su apoyo y su compañía durante toda la carrera.

DEDICATORIAS

A mis Padres

A mi Madre; Marilú Argueta Hernández

Mamita querida gracias por darme la vida, y apoyarme en todo momento, por sus consejos, regaños, su valores, por motivarme a cada momentos, me ha permitido ser una persona de bien, y gracias por su apoyo incondicional, por todo el sacrificio que hizo para lograr esta meta en mi vida, por estar conmigo en cada etapa de mi vida y aparte de ser la mejor madre, eres mi mejor amiga, por comprenderme en los momentos más difíciles de mi vida, como toda buena madre das la vida por tus hijos, pero más que nada por su amor que jamás me falta y que es un muy buen ejemplo para mí y seguirá siendo la mejor Mama para mí, como ella no existe otra, eres la mejor. TE AMO MAMA

A mi Padre; Víctor Olaf Figueroa Rodríguez

Papito querido gracia por todo el apoyo que me has dado desde la infancia hasta ahora, eres un ejemplo a seguir, siempre me guie de tus pasos porque eres un padre que lucha por su familia. A través de estas líneas quiero decir lo mucho que te amo, gracias por ser el mejor papa del mundo y por quitarte el pan de la boca con tal de que no nos faltara nada, además de un padre siempre serás mi mejor amigo, gracias por todos tus consejos, regaños, siempre me has demostrado la gran responsabilidad que significa ser Padre, por todo esto y mucho más gracias, TE AMO PAPA

Mis Hermanos (as): Fabiola Figueroa Argueta a ti hermana querida gracias por todos tus consejos y por tus regaños y por estar siempre ahí cuando te necesito, eres muy especial para mí, te quiero mucho.

Mariela Iveth Figueroa Argueta a ti hermanita querida gracias por todos tus consejos y regaños, y por estar ahí cuando más lo necesitaba por todo eso y mucho más te quiero.

Alex Darinel Figueroa Argueta a ti hermanito por apoyarme en cada momento, y más que mi hermano eres mi mejor amigo en el que puedo confiar todo lo que realizamos juntos, por todo eso gracias hermano.

A mi Sobrino: Christian Emmanuel Escandón Figueroa gordo querido, gracias por sacarme sonrisas y por hacer mi vida más feliz, sin duda alguna eres lo mejor que me ha pasado te quiero mucho.

Ing. José Ricardo Figueroa Rodríguez padrino muchas gracias por todo el apoyo brindado desde la infancia hasta culminar mis estudios, usted que cuando más lo necesitaba siempre estaba ahí, para darme un buen consejo y guiarme por la vida para ver un futuro mejor. Gracias por su apoyo lo quiero mucho.

Sr. José Antonio Escandón a ti cuñado por todas las palabras de apoyo y gracias por todos los consejos que me brindaste para ser una persona mejor a cada día.

Sr. Jesús Ángel Figueroa Rodríguez usted padrino gracias por todo el apoyo incondicional que ha aportado en mi vida, gracias por todos sus consejos para poder ser alguien en la vida. Gracias por todo lo quiero mucho.

Sr. Abel Velasco tío muchas gracias por todo el apoyo brindado por en toda la carrera y por sus buenos consejos.

Sr. Rosember Vázquez gracias por todo el apoyo brindado en toda la carrera y motivarme a ser mejor cada día.

Sr. Cándido Argueta padrino muchas gracias por el apoyo y por todo el aprecio y consejos brindados.

A ustedes. Magali Argueta, Paty Argueta, Carmen Argueta, Rosa Argueta, Arminda Figueroa, Elizabeth Hernández, Maribel Hernández, Josefa Figueroa, Rey Vázquez, Marcos, Erí Argueta, Julio Figueroa a ustedes tíos y tías gracias por todo el apoyo y ustedes que confiaron en mi para llegar a esta meta establecida

en mi vida y por todos su buenos consejos para poder llegar a ser alguien en la vida. Muchas gracias por su apoyo.

A ustedes Primos (as); Rolando, Iver Argueta, Iver Figueroa, Liz, Monse, Lupita, Jessica Johana, Richard, Yahir, Víctor Manuel, Johana, Edwin, gracias por compartir los mejores momentos de mi vida con ustedes y gracias por el apoyo.

A mi Novia; Yenifer López Hernández

Simplemente eres una bendición que solo Dios me pudo enviar, a consideración de nuestro señor, me conoce y sabe que es lo mejor para mí y por eso permite que tú seas mi apoyo y mi compañera en el camino de la vida. Tu siendo mi motivación en mi vida encaminada al éxito, fue el ingrediente perfecto para alcanzar esta meta establecida en mi vida, muchas gracias por estar a mi lado cuando más lo necesitaba, por todo tu apoyo durante esta larga carrera sé que fueron cuatro años distanciados, pero aun así tu siempre estabas ahí apoyándome, en todo momento hubieron momentos maravillosos, alegrías, discusiones pero a pesar de todo siempre salimos adelante por todo esto, muchas gracias mi Amor Te AMO.

A mis Abuelitos

Antonio Figueroa-Angélica Rodríguez; Gracias por darme el mejor papá del mundo, gracias por estar siempre a mi lado durante toda esta etapa de mi carrera, por su confianza y cariño, porque desde niño me cuidaron como un hijo y me brindaron todo su amor, que a pesar de todo los veo como a mis segundos padres les agradezco todo lo que han hecho x mí, y por estar siempre apoyándome, que Dios les bendiga siempre los Amo abuelitos.

Roselin Argueta-Virginia Hernández; gracias por darme la mejor mamá del mundo, gracias por estar siempre a mi lado durante toda esta etapa de mi carrera, por su confianza y su cariño, porque desde niño me cuidaron como un hijo y me brindaron todo su amor, y cuidaron de mi cuando desde la niñez hasta el día de hoy, los veo como a mis segundo padres , les agradezco todo lo que han hecho

por mí, por siempre estar ahí apoyándome, por sus consejos Dios los bendiga siempre los Amo abuelitos.

Ricardo Figueroa (†) Josefa López (†).

Mamá Chepita y Papá Rica muchas gracias por todos sus consejos y por estar a mi lado durante la infancia, fueron mis segundo padres y lo seguirán siendo por siempre, aunque ya no estén conmigo sé que desde el cielo me cuidaron y me guiaron por el buen camino de la vida, gracias por compartir los mejores momentos a su lado, les mando un beso y un abrazo desde acá hasta el cielo siempre los llevo conmigo. Los AMO ABUELITOS.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos.....	4
Hipótesis.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc.....	5
Origen	5
Distribución	5
Clasificación Taxonómica	6
Ciclo Biológico	7
Huevo.....	7
Estados Ninfales	7
Adulto.....	11
Importancia Económica de la Plaga	13
Hospederos	14
Daños Ocasionados	14
Directos.....	15

Daños Indirectos	16
Tipos de Control	19
Control Cultural	19
Control Biológico	19
Control Legal.....	21
Control Biorrasional	21
Control Químico	21
Extractos Vegetales.....	22
Chicalote (<i>Argemone mexicana</i>).....	22
Higuerilla (<i>Ricinus communis</i> L.).....	24
Insecticidas.....	26
Movento (Spirotetramat)	26
Deltametrina.....	27
Abamectina	28
Rotaprid	28
MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
Ubicación.....	29
Colecta del Material Biológico	30
Extractos Vegetales.....	30
Insecticidas.....	30
Mezclas de Extractos Vegetales e Insecticidas	30
Bioensayos.....	31
Análisis Estadístico.....	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
CONCLUSIONES	31

BIBLIOGRAFIA	31
--------------------	----

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Insecticidas evaluados sobre cuarto estadio ninfal de <i>Bactericera cockerelli</i>	30
Cuadro 2	Concentración Letal Media (CL ₅₀) de los extractos de Higuierilla (<i>Ricinus communis L.</i>) y Chicalote (<i>Argemone mexicana</i>) sobre el cuarto estadio ninfal de <i>Bactericera cockerelli</i> a 24 horas de exposición.....	32
Cuadro 3	Concentración Letal Media (CL ₅₀) de los insecticidas: Deltametrina, Abamectina, Movento, Rotaprid, sobre el cuarto estadio ninfal de <i>Bactericera cockerelli</i> a 24 horas de exposición.....	33
Cuadro 4	Concentración Letal Media (CL ₅₀) de la combinación de extracto +insecticida sobre el cuarto estadio ninfal de <i>Bactericera cockerelli</i> a 24 horas de exposición.....	34
Cuadro 5	Concentración Letal Media CL ₅₀ de la combinación de extracto de Chicalote + insecticida sobre el cuarto estadio ninfal de <i>Bactericera cockerelli</i> a 24 horas de exposición.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Distribución de <i>Bactericera cockerelli</i>	6
Figura 2	Huevo de <i>Bactericera cockerelli</i>	7
Figura 3	Primer estadio ninfal de <i>Bactericera cockerelli</i>	8
Figura 4	Segundo estadio ninfal de <i>Bactericera cockerelli</i>	9
Figura 5	Tercer estadio ninfal de <i>Bactericera cockerelli</i>	9
Figura 6	Cuarto estadio ninfal de <i>Bactericera cockerelli</i>	10
Figura 7	Quinto estadio ninfal de <i>Bactericera cockerelli</i>	11
Figura 8	Adulto hembra de <i>Bactericera cockerelli</i>	12
Figura 9	Segmentación abdominal de la hembra de <i>Bactericera cockerelli</i> ...	12
Figura 10	Macho adulto de <i>Bactericera cockerelli</i>	13
Figura 11	Segmento abdominal del macho de <i>Bactericera cockerelli</i>	13
Figura 12	Adultos de <i>Bactericera cockerelli</i> ocasionando daños en planta...	15
Figura 13	Planta de tomate dañada por <i>Bactericera cockerelli</i>	16
Figura 14	Punta morada de la papa ocasionada por <i>Bactericera cockerelli</i> ...	17
Figura 15	Daño ocasionado por <i>Bactericera cockerelli</i> en tubérculo de papa.	18
Figura 16	Daño ocasionado por <i>Bactericera cockerelli</i> en planta de tomate...	18
Figura 17	Ninfa de <i>Bactericera cockerelli</i> atacada por <i>Tamarixia cockerelli</i> ...	20
Figura 18	Planta de <i>Argemone mexicana</i>	23
Figura 19	Planta de <i>Ricinus communis</i> L.....	24
Figura 20	Departamento de Parasitología Agrícola.....	29

RESUMEN

El psílido de la papa, *Bactericera cockerelli* (Sulc) es una de las principales plagas de los cultivos de solanáceas. Para el control de esta especie se ha utilizado el método más efectivo y aplicado en campo, la aplicación de productos químicos. Por lo antes mencionado el objetivo del presente estudio fue evaluar la efectividad biológica de extractos de origen vegetal y de insecticidas convencionales en el control de *Bactericera cockerelli* bajo condiciones de laboratorio. Se estudiaron dos extractos vegetales: Higuierilla (*Ricinus cumminis*) y Chicalote (*Argemone mexicana*) y cuatro insecticidas de diferente grupo toxicológico como son: Deltametrina, Abamectina, Spirotetramat e Imidacloprid. Una vez obtenidas las CL₅₀ tanto para los extractos como de los insecticidas se evaluaron mezclas de extracto + insecticida. Los resultados muestran que la CL₅₀ más alta se reporta para el extracto de chicalote con un valor de 266.93 ppm y la CL₅₀ del extracto de Higuierilla que reporto un valor de 67.45 siendo esta la que tiene una mayor toxicidad. En el caso de los cuatro insecticidas evaluados, Spirotetramat presento la CL₅₀ más baja con 109.78 ppm por lo que contiene un mayor toxicidad para el control de *Bactericera cockerelli*. Lo que se refiere a las mezclas de extracto + insecticida la Higuierilla + Deltametrina obtuvo la CL₅₀ más baja con 8.2 ppm. Lo que se puede concluir que la combinación del extracto de higuierilla + insecticidas convencionales ayuda a mejorar la efectividad biológica de los insecticidas ya que se considera que tiene propiedades sinergistas sobre el control de *Bactericera cockerelli*.

Palabras clave: *Bactericera cockerelli*, Extractos vegetales, Higuierilla, Chicalote, CL₅₀

INTRODUCCIÓN

En México y Centroamérica se siembran diferentes tipos de chile, tomate y papa de diferentes tamaños, formas, colores y sabores; la amplia distribución geográfica en el país y los múltiples usos que se le dan al fruto son evidencias de la importancia socioeconómica de estos cultivos. En México durante 2014 se cosecharon 61,409 hectáreas de papa con una producción estimada de 1,678,833 toneladas, mientras que se sembraron 50,962 hectáreas de chile con una producción estimada de 2,732,635 toneladas (SIAP,2014).

La papa es una de las solanáceas económicamente más importante, de esta familia, este tubérculo representa el cuarto cultivo, en términos de producción mundial, después del trigo, el arroz y el maíz, con una producción de 320, 711,961 toneladas de las cuales 169, 477,301 son producidas en Asia, Oceanía, África y América Latina. (FAOSTAT, 2008).

En México se siembran 63,893 ha; 65% se ubica en condiciones de riego con rendimientos promedio de 29.5 t/ha y un 35 %corresponde a condiciones de temporal, cuyos rendimientos promedio son de 16.5 t/ha. De la producción total (1780,350 toneladas), el 17, 25 y 58% son destinados para semilla, la industria y consumo en fresco, respectivamente, con 16.2 kg de consumo per cápita. Los principales productores son Sinaloa, Sonora, Chihuahua, Estado de México, Puebla, Nuevo León, Veracruz, Guanajuato y Michoacán (CONPAPA, 2010)

El psílido de la papa *Bactericera cockerelli* (Sulc) es una de las principales plagas de los cultivos de solanáceas. La identificación de *Bactericera cockerelli* ocurrió del trabajo taxonómico realizado de Sulc, a través de los insectos colectados por el Dr. Cockerell, catedrático de la Universidad de Colorado, en Estados Unidos. Lo que indica que hace más de cien años que se logró identificar esta especie y desde entonces se tienen problemas con la sintomatología asociada y hasta la fecha aún no se logra resolver, o mejor dicho, no se tiene un tratamiento específico para manejar esta problemática (Sulc, 1909).

El Psílido de la papa fue considerada como una plaga secundaria hasta hace algunos años, en varias regiones de México y Centroamérica, se ha asociado a la especie *B. cockerelli*, como responsable de la transmisión de enfermedades fitopatógenas en cultivos de solanáceas entre los que destacan (chile, papa y tomate), y puede producir daños por su efecto toxinífero en sus plantas hospedantes (Munyaneza *et al.*, 2007).

Para el control de *Bactericera cockerelli* se han utilizados varias alternativas, como el uso de trampas de colores, de enemigos naturales y una de las principales y más efectivas es la aplicación de productos químicos, al respecto Dent, (2000), mencionó que existen efectos negativos por el uso intensivo de los insecticidas. la utilización indebida de agrotóxicos conlleva al surgimiento de poblaciones de insectos resistentes a esos residuos, la alteración del equilibrio dinámico de los ecosistemas terrestres y acuáticos, acumulación de residuos tóxicos, eliminación de enemigos naturales, la muerte de seres humanos y animales domésticos por intoxicación causada por la exposición directa a los tóxicos o por el consumo de alimentos con residuos, la contaminación de prácticamente todos los componentes de la biosfera, el surgimiento de nuevas plagas y el incremento en los costos de producción (González *et al.*, 2006).

A partir de tal hecho, los investigadores han desarrollado formas alternativas de hacer el control de las plagas, entre las que se encuentran la utilización de extractos vegetales, como insecticida alternativo, es una forma de proveer un control sin desencadenar los problemas provocados por los insecticidas químicos, que causan desequilibrios ambientales en las culturas y poblaciones vegetales y animales presentes en el ecosistema donde el insecticida fue aplicado, pudiendo, los recursos hídricos, desencadenar el surgimiento de insectos resistentes y dejar residuos tóxicos para el ser humano. (Jozivan *et al.*, 2008).

Objetivo General

Evaluar la efectividad biológica de extractos de origen vegetal y de insecticidas convencionales en el control de *Bactericera cockerelli* bajo condiciones de laboratorio.

Objetivos Específicos

1. Evaluar la efectividad biológica de extractos vegetales de Higuierilla (*Ricinus communis* L) y Chicalote (*Argemone mexicana*) sobre el cuarto estadio ninfal de *Bactericera cockerelli*.
2. Evaluar la efectividad biológica de extractos vegetales de Higuierilla (*Ricinus communis* L) y Chicalote (*Argemone mexicana*) mezclados con diferentes insecticidas sobre el cuarto estadio ninfales de *Bactericera cockerelli*.

Hipótesis

Se espera que la combinación de extractos vegetales con insecticidas presenten un mejor control para el Psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*).

REVISIÓN DE LITERATURA

***Bactericera cockerelli* Sulc**

Origen

Este insecto fue descubierto por primera vez en Estados Unidos por Cockerell, en el estado de Colorado, y para su reconocimiento se bautizó científicamente como *Trioza cockerelli*, aunque más tarde se le cambió el nombre a *Paratrioza cockerelli* Sulc y últimamente como *Bactericera cockerelli* Sulc (Richards, 1927). El origen de esta especie según investigadores de USA, se adjudica al oeste de Norteamérica. Menciona que *B. cockerelli* es nativo de México y sur de los Estados Unidos, considerando a esta plaga como altamente migratorio pasando el invierno en México y sur de Estados Unidos, presentándose en los meses de Septiembre a Octubre y de sur a norte en los meses de Mayo a Junio (Cranshaw, 1994).

Distribución

La distribución del Psílido es muy amplia y diversos ejemplares han sido colectados en Arizona, California, Colorado, Idaho, Kansas, Minnesota, Nebraska, Nevada, Nuevo México, Dakota Norte, Oklahoma, Dakota del Sur, Texas, Utah, y

Wyoming estos localizado en los Estados Unidos; Alberta Saskatchewan y Columbia Británica en Canadá; Durango, Tamaulipas, Distrito Federal, y Michoacán, en México (Pletsch, 1947; Al-Jabr, 1999).

Pacheco, (1985) lo reportó por primera vez como plaga de solanáceas, tales como tomate, chile y berenjena. En otras áreas agrícolas de México donde se reportó al noroeste, como insecto potencial de la papa, el Bajío y el Valle de Arista, San Luis Potosí y la Comarca Lagunera, también se presenció en el área tomatera de Morelos, región papera de Arteaga, Coahuila y en el área chilera de Delicias, Chihuahua, también en Nayarit, Jalisco, Baja California y Sinaloa (Nava *et al.*, 2006). Figura 1.

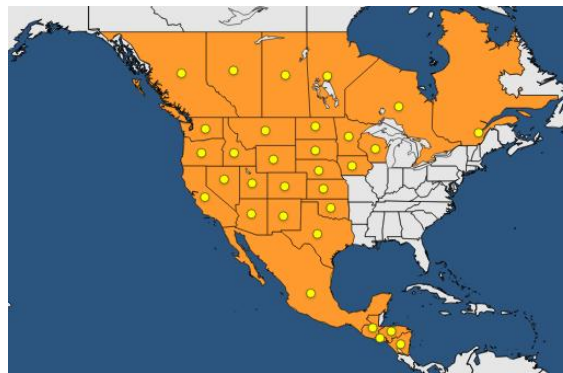


Figura 1. Distribución de *Bactericera cockerelli*.

Clasificación Taxonómica

De acuerdo a Borrer *et al.*, (2005) la ubicación taxonómica del psílido de la papa es la siguiente:

Reino: Animal.

Phylum: Artrópoda.

Clase: Insecta

Orden: Hemiptera

Suborden: Sternorrhyncha

Familia: Psilidae

Género: *Bactericera*

Especie: *cockerelli*

Ciclo Biológico

Huevo

Como se puede observar en la figura 2, estos llegan a medir 0.4 mm de largo y 0.2 mm de ancho, son de forma ovoide y se localizan sobre un pequeño pedicelo, la coloración varía del amarillo al anaranjado, según la edad (Becerra, 1989). Son depositados por separado principalmente en el envés de las hojas y por lo general cerca del borde de la misma hoja (CAB *et al.*, 2015).



Figura 2. Huevo de *Bactericera cockerelli*.

Estados Ninfales

Presenta cinco estadios en forma oval, aplanado dorso-ventralmente, con ojos bien definidos. Las antenas presentan sencillas placoides (estructuras circulares con función olfatoria), por lo cual estas aumentan en número y son más notorias conforme el insecto alcanza los diferentes estadios. El cuerpo presenta

estructuras cilíndricas que contienen filamentos cerosos, los cuales forman un halo alrededor del cuerpo (Marín., *et al* 1995).

Primer Estadío

Las ninfas presentan una coloración anaranjada. Las antenas presentan segmentos basales cortos y gruesos y adelgazan hasta finalizar en un pequeño segmento con dos setas censorsas; ojos notorios tanto en vista dorsal como ventral con una tonalidad anaranjada. El tórax, con paquetes alares poco notables. La segmentación en las patas es poco visible. La división del cuerpo no está bien definida (Marín., *et al* 1995). Figura 3.

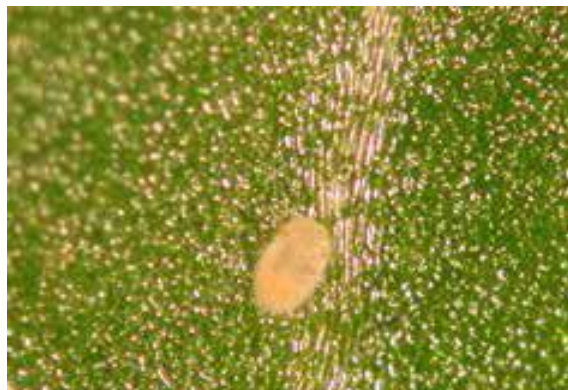


Figura 3. Primer estadio ninfal de *Bactericera cockerelli*.

Segundo Estadío

En este estadio se aprecia claramente las divisiones entre cabeza, tórax y abdomen. En la cabeza presenta un matiz amarillento, las antenas son gruesas en su base y se estrechan hacia la parte apical presentando en estas dos setas sensoras. Los ojos presentan un color anaranjado oscuro. El tórax es de color verde-amarillento y los paquetes alares se hacen visibles; la segmentación en las patas se hace notoria. Tanto en el tórax como en el abdomen, incrementan su

tamaño y con esto las diferentes estructuras contenidas en ellos. El abdomen presenta una coloración amarilla, y se logra apreciar un par de espiráculos en cada uno de los cuatro primeros segmentos (Marín *et al.*, 1995). Figura 4.



Figura 4. Segundo estadio ninfal de *Bactericera cockerelli*.

Tercer Estadío

En éste estadío la segmentación entre cabeza, tórax y abdomen es notoria. La cabeza es de color amarillo, las antenas presentan las mismas características que en el estadío anterior. Los ojos presentan una coloración rojiza. En el tórax, se presenta un tono verde-amarillento y se observa con mucha facilidad los paquetes alares en el mesotórax y metatórax. El abdomen se logra apreciar de color amarillo (Martín *et al.*, 1995). Figura 5.



Figura 5. Tercer estadio ninfal de *Bactericera cockerelli*.

Cuarto Estadío

En este estadío la cabeza y las antenas presentan las mismas características del estado anterior. El tórax es de color verde-amarillento, la segmentación de las patas está bien definida y se aprecian en la parte terminal de las tibias posteriores, los segmentos tarsales y un par de uñas; estas características se aprecian fácilmente en ninfas aclaradas y montadas. Los paquetes alares están bien definidos. La coloración del abdomen es amarilla y cada uno de los cuatro primeros segmentos abdominales presenta un par de espiráculos. La separación entre el tórax y el abdomen es notoria (Martín *et al.*, 1995). Figura 6



Figura 6. Cuarto estadio ninfal de *Bactericera cockerelli*.

Quinto Estadío

En este estadio la segmentación entre cabeza, tórax y abdomen está bien definida. Tanto la cabeza como el abdomen presentan coloración verde claro y el tórax presenta una tonalidad un poco más oscura. En la cabeza, las antenas están seccionadas en dos partes por una hendidura marcada cerca de la parte media; la parte basal es gruesa y la parte apical filiforme presentando seis sencillas placoides visibles en ninfas aclaradas y montadas. Los ojos adquieren un color guinda. El tórax presenta los tres pares de patas con su segmentación bien

definida y la parte terminal de las tibiae posteriores presentan las características anteriores. Los paquetes alares están claramente diferenciados, sobresaliendo del resto del cuerpo. El abdomen es semicircular y presenta un par de espiráculos en cada uno de los cuatro primeros segmentos (Marín *et al.*, 1995). Figura 7.



Figura 7. Quinto estadio ninfal de *Bactericera cockerelli*.

Adulto

El adulto presenta una coloración verde-amarillento; es inactivo y de alas blancas que al paso de 3 o 4 horas se tornan transparentes (se le conoce como adulto teneral). La coloración del cuerpo pasa ligeramente de ámbar a café oscuro o negro; este cambio se presenta en los primeros 7 a 10 días de alcanzar este estadio (se tienen datos que la coloración cambia cuando el adulto se aparea. Cabeza: 1/10 del largo del cuerpo, con una mancha color café que marca la división con el tórax, ojos grandes de color café y antenas filiformes. Tórax: es de color blanco amarillento con manchas café bien definidas, la longitud de las alas es aproximadamente 1.5 veces el largo del cuerpo, venación propia de la familia (Marín *et al.*, 1995).

Adulto Hembra

En las figuras 8 y 9 el abdomen se observa con cinco segmentos visibles más el segmento genital, este 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 (Marín et al., 1995)



Figura 8. Adulto hembra de *Bactericera cockerelli*.



Figura 9. Segmentación abdominal de la hembra de *Bactericera cockerelli*.

Adulto Macho

En las figuras 10 y 11 se aprecian 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 logra distinguir los genitales con estructuras en forma de pinza que caracteriza a este sexo (Marín *et al.*, 1995).



Figura 10. Macho adulto de *Bactericera cockerelli*.



Figura 11. Segmento abdominal del macho de *Bactericera cockerelli*.

Importancia Económica de la Plaga

Este insecto se constituyó por primera vez como plaga de importancia primaria en la Comarca Lagunera durante el ciclo agrícola de 1997. En esa temporada, prácticamente todas las huertas de tomate fueron severamente

afectadas por esta plaga teniendo niveles de incidencia de 50% en plantas dañadas (Nava-Camberos *et al.*, 2004).

Hospederos

Este insecto se hospeda en plantas de 40 familias, aproximadamente donde destacan las solanáceas cultivadas y silvestres como son la papa (*Solanum tuberosum*), tomate (*Solanum lycopersicum*), chile (*capsicum annum*), tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*), toloache (*Datura metel*) y (*D. Stramonium*), tomate silvestre *L. lycopersicum* var. *cerifforme* , (*L. pimpinellifolium*), tomate de cáscara (*P. floridana* y *P. philadelphica*), tabaco (*Nicotina tabacum*) hierba mora (*solanum nigrum*), mala mujer (*Solanum rostratum*) (Anónimo, 2005) y berenjena (*Solanum melongena*) (López *et al.*, 2003).

Daños Ocasionados

Se hace mención que *B. cockerelli* causa daños sobre plantas hospedantes a forma de extracción de savia, inyección de toxinas por la alimentación de las ninfas (Carter 1993; Cranshaw 2007; Rojas, 2010), y secretando la mielecilla y en consecuencias el crecimiento de hongos (fumaginas) los cuales obstruyen los procesos de fotosíntesis (Nguyen 2001; Hodkinson 2009; Rojas, 2010), por otra parte la importancia de los daños se debe a la transmisión de procariontes y fitoplasmas (Garzón *et al.*, 2005). Figura 12.



Figura 12. Adultos de *Bactericera cockerelli* ocasionando daños en planta.

Directos

Este tipo de daño lo causan las ninfas, debido a que inyectan toxinas, que inducen síntomas en las hojas de las plantas de papa que se conoce como amarillamiento de la papa y esta puede causar manchas en el tubérculo. En tomate, papa y chile los daños ocasionados por las ninfas pueden llegar a matar a las plantas si se establecen en sus hojas antes de la floración. En las hojas colonizadas se han encontrado actividad anormal tipo hormonas. Las plantas se ven de color amarillento y raquítico, con merma de rendimiento y tubérculos pequeños, de poca calidad comercial. Si las ninfas pertenecen en la planta, también llegan a causa el manchado del tubérculo; no obstante, éste como semilla, puede producir plantas normales si no fue infectado por el patógeno (Garzón, 2002). Figura 13.



Figura 13. Planta de tomate dañada por *Bactericera cockerelli*.

Daños Indirectos

Se ha relacionado a *Bactericera cockerelli* con las siguientes enfermedades.

Punta Morada de la Papa

Los síntomas de esta enfermedad conocida como punta morada de la papa (PMP) en México son similares a la Zebra chip en los Estados Unidos y fueron reportados en diferentes países como lo son: México (Rubio *et al.*, 2006), Nueva Zelanda (Liefting *et al.*, 2008), en el noroeste de Estados Unidos y Centroamérica (Munyanza *et al.*, 2007; Munyanza *et al.*, 2008; Secor *et al.*, 2009). Los síntomas de la PMP se caracterizan por el achaparramiento de la planta, abultamiento del tallo en los lugares de inserción de hojas, formación de tubérculos aéreos y las hojas superiores tienden a adquirir una coloración morada en algunas variedades. Los tubérculos que provienen de plantas con síntomas de PMP desarrollan un pardeamiento interno y por lo general no llegan a brotar y en ocasiones cuando lo hacen los brotes son muy delgados (Rubio *et al.*, 2011).
Figura 14.



Figura 14. Punta morada de la papa ocasionada por *Bactericera cockerelli*.

Zebra Chip

Diferentes autores hacen mención que los síntomas asociados con la enfermedad conocida como Zebra chip fue documentada por primera vez en el cultivo de papa cerca de Saltillo, Coahuila, México, en 1994 (Secor y Rivera-Varas, 2004; Munyaneza *et al.*, 2007). La verificación precisa de Zebra chip y su asociación con *Candidatus Liberibacter solanacearum* se realizó en 2009 (Hansen *et al.*, 2008).

Las papas afectadas por esta enfermedad presentan los siguientes síntomas en la parte aérea: el retraso del crecimiento, clorosis, entrenudos hinchados, proliferación de yemas axilares, tubérculos aéreos, pardeamiento del sistema vascular, hoja quebradiza, y la muerte prematura de la planta (Munyaneza *et al.*, 2007). Los tubérculos infectados se muestran a través de todo el tubérculo desde el extremo del tallo hasta el final del brote e incluyen lenticelas del tallo subterráneo agrandando, estolones colapsados, lesiones del anillo vascular color marrón moteado necrótico de los tejidos internos (Munyaneza *et al.*, 2007). Figura 15.



Figura 15. Daño ocasionado por *Bactericera cockarelli* en tubérculo de papa.

Permanente del Tomate

Los síntomas del PT en las plantas de tomate inician con una cloróris de los bordes y un encarrujamiento de las hojas inferiores que adquieren una estructura quebradiza, con un verde más intenso de lo normal y brillante, al contar con menos tricomas en la lámina foliar. Las flores se secan (aborto). Las plantas quedan achaparradas, más verdes de lo normal y finalmente se tornan de un color amarillento, secándose por fungosis en la raíz, dado que el fitoplasmas predispone a las plantas al ataque de otros patógenos (Anónimo, 2005). Figura 16.



Figura 16. Daño ocasionado por *Bactericera cockerelli* en planta de tomate.

Tipos de Control

Control Cultural

Hartaman, (1937), señalo que los plantíos de papa en etapa temprana son severamente dañados por el psílido, mientras que los tardíos son menos dañados. Las técnicas más recomendadas para un mejor control culturas son:

- Producción de plántula o tubérculo para semilla libre de la plaga y fitopatógenos.
- Fecha de siembra y/o trasplante acorde al diseño de un patrón de cultivo que reduzca el problema.
- Destrucción de rastrojos.

En tomate se recomienda podar constantemente y sacar del campo las hojas inmediatas al último racimo de frutos, para eliminar ninfas que se encuentren en este sitio. Mantener libre de las hospederas silvestres, en la periferia del terreno desde que termina el ciclo anterior, antes de iniciar el siguiente ciclo y durante el desarrollo del cultivo. Anónimo (2017).

Control Biológico

El control biológico sin duda alguno es un método de control eficiente para controlar esta plaga en los diferentes cultivos, ayuda a equilibrar el medio ambiente, al mantener la población de las plagas reguladas, por parasitoides y depredadores. Anónimo (2018)

Roney,(1993) reporto como parasitoide de *B. cockerelli* a la avispa *Tetrastichus spp*(*Hymenoptera: Eulophidae*). Este parasitoide fue descrito por B. D. Burks como *Tetrastichus triozae* (Pletsch, 1947; Al-Jabr, 1999).

Lomeri-Flores y Bueo-Partida, (2002) realizaron liberaciones de parasitoides *Tamarixia cockerelli* contra *B. cockerelli* y encontraron un 85% de parasitismo. Figura 17.



Figura 17. Ninfa de *Bactericera cockerelli* atacada por *Tamarixia cockerelli*.

Con la liberación de 3.0 larvas de *Chrysoperla carnea* por 150 ninfas de *B. cockerelli* en tomate bajo condiciones de invernadero se ha reducido significativamente la cantidad de ninfas de primer y segundo estadio (Díaz *et al.*, 2002). En abril de 2002 se observó en el campo Estrella del Valle de Culiacán, Sinaloa una alta población de adultos de *Cyrtopeltis ssp* (*Hemiptera:Miridae*) depredador sobre ninfas del psílido del tomate tipo Grape, fuertemente infestados por la plaga. También se detectaron ninfas parasitadas posiblemente por *Tetranychus ssp*.

Johnson 1971; Al-Jabr, 1999, después de realizar numerosas investigaciones en campo, concluyo que esta avispa era generalmente ineficaz para el control biológico del psílido del tomate. El uso práctico de los enemigos naturales y otros no mencionados se enfocan más a la producción orgánica de hortalizas en campo abierto e invernadero, ya que por ser un vector de fitoplasma el riesgo de diseminación del patógeno es muy alto, aun cuando estos logren mantener a la plaga a baja densidad.

Control Legal

En Sinaloa se debe prohibir establecer cultivos susceptibles (tomate, berenjena, chile y tomate de cascara) a partir de mes de diciembre, así también destruir la soca inmediatamente después de determinar la cosecha.

Todo esto contribuirá a romper por más tiempo el ciclo del insecto e iniciar la siguiente temporada con menor infestación del insecto y el posible patógeno que transmite. Anónimo, (2017).

Control Biorracional

Al-Jabr (1999), encontró en tomate de invernadero que con la aspersión dirigida a hojas de tomate infestadas por ninfas de *B. cockerelli* hubo un 97 y 89% de mortalidad de ninfas a los seis días después de aplicar Spintor SC (1.28mL de agua) y Mycontrol 22WP (*B. bassiana*) (0.12g por mL de agua), respectivamente. El mismo autor encontró significativamente menos huevos de este psílido en tomate donde aplicó Sun Spray (7.6L por 380L de agua) y Trilogy (3.8L por 380L de agua) y atribuye que estos productos tuvieron un efecto disuasivo de la ovoposición.

En Villa Arista, San Luis Potosí, se encontró que la incidencia de ninfas de *B. cockerelli* en jitomate disminuyó significativamente en los tratamientos realizados donde se hicieron dos aplicaciones de sal sódica derivada del ácido graso (6g), extracto natural de nim al 5% y la mezcla de *Beauveria bassiana*, *Metarhizum anizoplae* y *Paecilomyces fumosoroseus* (1.5L ha) (Díaz *et al.*,2005)

Control Químico

Una de las alternativas más eficientes para el control de insectos es el método químico, donde responden de forma inmediata, sin embargo, lo más interesante de este método es saber utilizarlo para así evitar aumentar el crecimiento de contaminantes para el medio ambiente que tanto daño ocasiona.

Existen diferentes productos que ejercen buen control para este insecto (*B. cockarelli*) los cuales deben utilizarse a dosis recomendadas para así en un futuro no puedan generar resistencia por los productos químicos aplicados (Anónimo 2018).

López *et al.*, (2003) encontró que con dos aplicaciones de thiametoxam, acetamiprid y bifentrina, todos a concentración de 2 cc L de agua, registro 81,68 y 62 % de eficacia, respectivamente contra adultos de *B. cockarelli* en berenjena en el Valle de Navolato, Sinaloa. En el Valle de San Quintín, B,C, Valenzuela (2003) reporto que después de tres aplicaciones de endosulfán + lambda-cyhalotrina (2 L ha + 0.5 L ha), metamidofós + permetrina (1.0 L ha + 0.5 L ha) y acetamiprid (0.25 kg ha) obtuvo un resultado de 93.3, 86.5 y 68.2 % de eficacia en adultos de *B. cockarelli*.

Extractos Vegetales

Chicalote (*Argemone mexicana*)

Descripción Morfológica

El chicalote es una planta herbácea perenne muy espinosa, de hojas glaucas irregularmente recortadas y picudas; tallos y hojas que rezuman látex amarillo: flores blancas con 6 pétalos y cáliz caedizo; estambres numerosos, fruto con capsula espinosa, con semillas redondas, rugosas de 1-2mm (Villarreal, 1983). Figura 18.

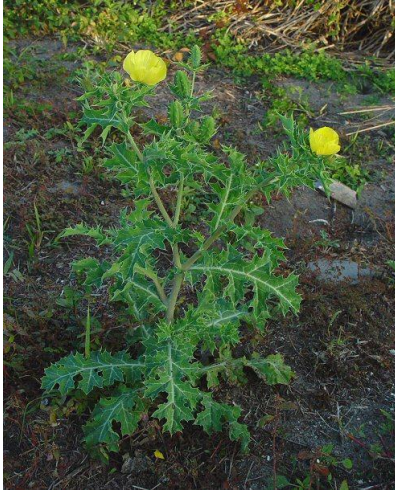


Figura 18. Planta de *Argemone mexicana*.

Origen

Argemone mexicana es una especie de origen mesoamericano de zonas tropicales del centro y sur de América (Vibrans, 2009; García *et al.*, 2008). Es una planta ruderal que se atribuye en los Estados de Coahuila, Oeste y Sur de Nuevo León y Norte de San Luis Potosí (Villareal, 1983).

Generalidades

El género *Argemone* comprende diez especies, todas ricas en alcaloides derivados de la isoquinoleína (berberia y protopina). Las semillas de esta planta rinden una gran cantidad de un jabón duro con hidróxido de sodio, y en la saponificación se forma ácidos acético, butírico y valeriánico con trazas de benzoico (Frolich, 1871). Este aceite es catártico en dosis bajas, con una densidad de 0.919 a 16.5° C (Fluckiger). De capsula y hojas se ha aislado en pequeñas cantidades morfina que fue obtenida por Charbonnier en 1868.

Ubicación Taxonómica

Para Cronquis (1981), la clasificación taxonómica es la siguiente.

Reino..... Vegetal

División.....Magnoliophyta

Clase..... Magnoliopsida

Orden.....Papaverales

Familia.....Papaveraceae

Género.....*Argemone*

Especie.....*mexicana* L.

Extracto de Chicalote

De la semilla de chicalote se obtiene un aceite con alto contenido de alcaloides que sirve para controlar la hormiga blanca y el barrenillo. El extracto acuoso de la planta es toxico contra *Alternaría tenuis* y *Helmintosporium sp.* Además presenta toxicidad contra *Dysidercus koenigii* y *Spodoptera litura* (plagas de algodón), *Sitophilus orizae* (gorgojo del maíz), contra termitas *Lipaphis erysimi* (plaga de caña) y contra *Meloidogyne incognita* y *M. Javanica*. Esta planta se recolecta prácticamente todo el año y se encuentra principalmente en los estados de Coahuila, Chihuahua, Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán y Oaxaca (Ragonese y Milano, 1984).

Higuerilla (*Ricinus communis* L.)

Es considerado como una alternativa, ya que su aceite, al ser no comestible y por sus características químicas, es una materia prima estratégica

para el sector industrial y energético. No obstante, se desconoce cuál es la verdadera potencialidad de esta especie en nuestro país, y la sustentabilidad de su cultivo en los diferentes ambientes de del territorio (Cardona *et al.*, 2009).
Figura 19.



Figura 19. Planta de *Ricinus communis* L

Origen

La higuera (*R. communis* L.) pertenece a la familia Euphorbiaceae y es conocida como ricino, tártago, mamoneira, mamona, palma, christi, higuera, castor, castor vean y castor oil plant (Falasca *et al.*, 2012; Weiss, 1983). El género *Ricinus* es conocido monotípico, y la especie *R. communis* es la única que incluye diversos tipos polimórficos (Weiss, 1983).

Generalidades

Es una planta que puede encontrarse de manera silvestre desde el nivel de mar hasta 2600msnm; entre sus características principales, y una ha sido considerada como una planta de alto potencial para la producción de bioenergéticos, el aceite, el cual es su principal producto, no es de consumo humano, además de tener muchas aplicaciones para la industria entre las que se encuentra la producción de biodiesel (Franco, 2008).

Clasificación Taxonómica

La clasificación taxonómica de la planta según *Sánchez (2006)* es la siguiente.

Reino..... Plantae.

División.....Magnoliophyta

Clase..... Magnoliopsida

Orden..... Euphorbiales.

Familia..... *Euphorbiaceae*.

Género.....*Ricinus*.

Especie..... *communis*.

Extracto de Higuera

La ricina, es una fitotoxina que se encuentra principalmente en las semillas de higuera y es la responsable de la toxicidad a animales como nematodos, insectos entre otros (Moshkin, 1986). Es una planta con compuestos químicos más importantes son ricina, ricinina, lipasa, ricinoleina, proteínas, estearina, palmitina, ácido ricinoleico, ácido isorricinoleico, ácido toxiesterático, quimasas (Chiej, 1990).

Insecticidas

Movento (Spirotetramat)

Es un insecticida, sistémico que actúa por ingestión inhibiendo la síntesis de los lípidos. Spirotetramat actúa sobre el insecto plaga vía ingestión. Es por ello que su eficacia dependerá mucho de la penetración del ingrediente activo en las

hojas y su translocación dentro de la planta. Movento OD debe ser aplicado durante el crecimiento activo de la planta, evitando periodos de estrés fisiológico e hídrico del cultivo. Se debe aplicar sobre ramas jóvenes con follaje verde y en crecimiento, asegurando una buena cobertura para garantizar su translocación dentro de la planta. (DEAQ, 2004).

Modo de Acción

Inhibidor de la síntesis de lípidos en los insectos, que actúa por ingestión, afecta principalmente estados inmaduros de plagas chupadoras, como mosquita blanca (*Bemisia sp*) y *Bactericera cockerelli*.

Adicionalmente las hembras adultas de esas plagas muestran una reducción en la fecundidad y la fertilidad de los huevecillos. (Liñan, 1997).

Deltametrina

Características

Piretroide sintético con actividad insecticida muy superior al de las piretrinas naturales, es utilizado en cultivos y plantaciones de ajo, alcachofa, alfalfa, algodón, controla una diversidad de plagas entre las cuales se encuentran coleópteros, homóptera, lepidóptera y thysanoptera, pertenece al grupo químico de los piretroides sintéticos. Ingrediente activo: Deltametrina. (DEAQ,2004).

Modo de acción

Afecta al sistema nervioso, despolarizando la membrana de la neurona con el consiguiente bloqueo de la transmisión de los impulsos nerviosos (Liñan,1997).

Abamectina

Características

Tiene una actividad insecticida y acaricida producida por *Streptomyces avermitilis*, de acción traslaminar y sistémica localizada de amplio espectro. Actúa estimulando la liberación presináptica del inhibidor neurotransmisor, ácido α -aminotubérico, desde las terminales nerviosas y potenciando su fijación a los receptores postsinápticos entre ellos. (DEAQ, 2004).

Modo de acción

Actúa por ingestión y contacto siendo mucho más activo en el primer caso. Tanto los insectos como ácaros quedan inmovilizados poco después de ingerirla, dejan de alimentarse y acaban muriendo; puede requerirse 3-4 días para alcanzar su máxima eficacia. (Liñan, 1997).

Rotaprid

Características

Insecticida sistémico residual con actividad por contacto e ingestión, es absorbido por vía radical y foliar, las plagas que controla mediante aplicación foliar son: *Brevocoryne brassicae*, *Bemisia tabaci* y otras, en aplicaciones al suelo controla *Agrotis*, *Aphis gossypii* entre otras, se utiliza también tratamientos de semilla de maíz, papa y remolacha, pertenece al grupo químico cloronicotinilos, el ingrediente activo es: Imidacloprid. (DEAQ, 2004).

Modo de Acción

Actúa como agonístico sobre el receptor acetilcolina nicotínico (nAChR) del sistema central, primero estimulando las membranas postsinápticas y después paralizando la conducción nerviosa (Liñan, 1997).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Toxicología en el Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Buenavista Saltillo Coah., México. Teniendo las coordenadas, 25° 22' latitud Norte y 101° longitud Oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 1743 msnm.



Figura 20. Departamento de Parasitología Agrícola

Colecta del Material Biológico

La obtención del material biológico, se realizó en los invernaderos pertenecientes al Departamento de Parasitología Agrícola; destinados para proyectos de investigación. Se cortaron folíolos de plantas de tomate, previamente establecidas en camas, de estas se seleccionaron las plantas más dañadas y con mayor presencia de ninfas. Una vez obtenidas las muestras se colocaron dentro de recipientes pequeños de plástico de 500mL para ser trasladado al Laboratorio de Toxicología para su posterior estudio.

Extractos Vegetales

Se evaluaron extractos vegetales de Higuierilla y Chicalote a diferentes concentraciones (67, 33, 16, 8, 4, 2 y 226, 133, 66, 33, 16, 8, respectivamente).

Insecticidas

Se evaluaron cuatro insecticidas de diferente grupo toxicológico como son: Deltametrina, Abamectina, Movento, Rotaprid, a diferentes concentraciones.

Cuadro 1. Insecticidas evaluados sobre cuarto estadio ninfal de *Bactericera cockerelli*.

No	Insecticida	Grupo Toxicológico
1	Deltametrina	Piretroide
2	Abamectina	Avermectina
3	Spirotetramat	Ácidos Tetronicos
4	Imidacloprid	Neonicotinoide

Mezclas de Extractos Vegetales e Insecticidas

Una vez obtenida la CL₅₀ de los extractos vegetales y de los insecticidas evaluados, estas se mezclaron para determinar su efecto insecticida, estas se

fueron reduciendo de manera proporcional en un 50% hasta la obtención de seis concentraciones.

Bioensayos

Se utilizó de acuerdo a la técnica de inmersión de hoja para el psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*) (IRAC, 2005; Vega *et al.*, 2008). Para ello, las hojas provenientes de la población se seleccionaron y cortaron trozos de la hoja con ayuda de una tijera y un cada trozo de hoja contenía al menos entre 20 y 35 ninfas de cuarto estadio con el indicativo de los ojos rojos; los trozos se sumergieron durante cinco segundos en la concentración respectiva de insecticida. Posteriormente se dejaron secar en papel absorbente y se colocaron dentro de cajas Petri de 7.5 cm de diámetro, donde previamente se colocó papel filtro humedecido, las condiciones del bioensayo se realizaron a nivel laboratorio con condiciones controladas de 24 ± 2 °C de temperatura, 70% de H.R y 12:12 horas luz: oscuridad. Los datos de mortalidad se realizaron a las 24 h, considerándose ninfas muertas aquellas que estaban deshidratadas o no reaccionaban a un estímulo con pincel. El máximo nivel de mortalidad aceptable para el testigo fue del 10%.

Análisis Estadístico

Con los datos obtenidos en los bioensayos se realizó la corrección de mortalidad en base al testigo con la fórmula propuesta por Abbott (1925), posteriormente se realizó un análisis Probit utilizando el software SAS (SAS Institute, 2002), para estimar la línea de respuesta Concentración-Mortalidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se presentan los valores de CL_{50} para los extractos evaluados de Higuierilla (*Ricinus cumminis*) y Chicalote (*Argemone mexicana*) a las 24 h de exposición, donde la CL_{50} más alta se reporta para el extracto de chicalote con un valor de 266.93 ppm, en tanto que el extracto de higuierilla mostro una CL_{50} de 67.45 ppm. Echegoyen y Alejandro (2010) reportaron una CL_{50} de 1,190ppm en un estudio realizado sobre el efecto del extracto de *Ricinus cumminis* para el control de *Bactericera cockerelli* en condiciones de laboratorio.

Cuadro 2. Concentración Letal Media (CL_{50}) de los extractos de Higuierilla (*Ricinus communis* L.) y Chicalote (*Argemone mexicana*) sobre el cuarto estadio ninfal de *Bactericera cockerelli* a 24 horas de exposición.

Productos	n	CL_{50} (ppm)	LFI-LFS	CL_{90}	Ecu. Predicción	Pr>
Higuierilla	100	67.45	37.09-109.01	9613	$y=-1.088+0.595$	<.0001
Chicalote	100	266.93	45.19-960.64	17708	$y=-1.706+0.703$	<.0001

Las CL_{50} de los insecticidas evaluados a las 24 h de exposición, se observan en el cuadro 3 donde la CL_{50} más alta se reportó para Imidacloprid con un valor de 201.62 ppm, estos resultados difieren a lo obtenido por Cerna *et al.*

(2008) donde encontró una CL₅₀ de 1,567 ppm para *Bactericera cockerelli*. El grado de toxicidad de este insecticida probablemente se debe a la forma que fue expuesto a los insectos ya que se recomienda aplicarse el riego para que el ingrediente activo pueda traslocarse a los tejidos de la planta y estar más disponible a los insectos (Bayer 2010). Por su parte Abamectina presentó una CL₅₀ de 140.4ppm, lo cual es superior a lo reportado por Vega-Gutiérrez *et al.* (2008) en un estudio realizado sobre dos poblaciones mexicanas de *Bactericera cockerelli* con una CL₅₀ de 1.1 y 0.9ppm. En lo que se refiere a Deltametrina se obtuvo una CL₅₀ de 114.08 ppm por su parte Dávila *et al.* (2012) reportó una CL₅₀ para este insecticida de 31.2 ppm para *Bactericera cockerelli* en el estado de Coahuila, México por lo que se puede apreciar que a través del tiempo ha aumentado su resistencia hacia este producto.

En el caso del insecticida Spirotetramat presentó la CL₅₀ más baja con 109.78 ppm. Estos resultados son inferiores a los reportados por Nauen *et al.* (2008) en una población de *Bemisia tabaci* con una CL₅₀ de 0.49 ppm.

Cuadro 3. Concentración Letal Media (CL₅₀) de los insecticidas: Deltametrina, Abamectina, Movento, Rotaprid, sobre el cuarto estadio ninfal de *Bactericera cockerelli* a 24 horas de exposición.

Productos	n	CL ₅₀ (ppm)	LFI-LFS	CL ₉₀	Ecu. Predicción	Pr>
Deltametrina	100	114.08	31.26-274.40	16097	y= -1.226+0.596	<.0001
Abamectina	100	140.4	42.28-330.32	12972	y=-1.400+0.652	<.0001
Spirotetramat	100	109.78	68.63-163.98	8374	y=-1.389+0.689	<.0001
Imidacloprid	100	201.62	132.68-293.01	14512	y=-1.590+0.690	<.0001

En el cuadro 4 se pueden apreciar las CL₅₀ de las mezclas de *Ricinus cumminis* + los diferentes insecticidas a las 24 h de exposición, donde se reporta una mayor CL₅₀ la mezcla *Ricinus cumminis* + Rotaprid con un valor de 13.48 ppm, mientras que la mezcla de *Ricinus cumminis* + Deltametrina se reportó la concentración más baja con un valor de 8.2 ppm de los cuatro insecticidas mezclados con el extracto de higuera.

Cuadro 4. Concentración Letal Media (CL₅₀) de la combinación de extracto +insecticida sobre el cuarto estadio ninfal de *Bactericera cockerelli* a 24 horas de exposición.

Extracto+insecticida	n	CL ₅₀ (ppm)	LFI-LFS	CL ₉₀	Ecu. Predicción	Pr>
Higuerilla+Deltametrina ¹	100	8.2	4.96-11.60	226.92	y=-0.812+0.888	<.0001
Higuerilla+Abamectina ²	100	9.26	5.85-12.88	225.49	y=-0.893+0.924	<.0001
Higuerilla+Spirotetramat ³	100	10.45	7.03-14.11	261.20	y=-0.934+0.917	<.0001
Higuerilla+Imidacloprid ⁴	100	13.48	8.30-18.98	432.19	y=-0.961+0.851	<.0001

Proporción: ¹37-63%; ²32-68%; ³38-62%; ⁴25-75

Las CL₅₀ para las mezclas de *Argemone mexicana* + los diferentes insecticidas a las 24 h de exposición se muestran en el cuadro 5, donde se reporta la mayor CL₅₀ para la mezcla de *Argemone mexicana* + Imidacloprid con un valor de 38.57ppm, mientras que la mezcla de *Argemone mexicana* + Deltametrina presentó la CL₅₀ más baja con un valor de 13.48ppm.

Cuadro 5. Concentración Letal Media CL₅₀ de la combinación de extracto de Chicalote + insecticida sobre el cuarto estadio ninfal de *Bactericera cockerelli* a 24 horas de exposición.

Extracto+Insecticida	n	CL ₅₀ ppm	LFI-LFS	CL ₉₀	Ecu. Predicción	Pr>
Chicalote+Deltametrina ¹	100	13.87	7.21-21.10	618.56	y=-0.887+0.777	<.0001
Chicalote+Abamectina ²	100	14.94	8.69-21.63	418.10	y=-1.040+0.885	<.0001
Chicalote+Spirotetramat ³	100	24.81	17.22-32.88	531.58	y=-1.343+0.962	<.0001
Chicalote+Imidacloprid ⁴	100	38.57	27.17-51.01	989.84	y=-1.442+0.909	<.0001

Proporción: ¹70-30%; ²66-34%; ³71-29%; ⁴57-43%.

Se puede observar en los cuadros 4 y 5 las CL₅₀ de la mezcla los extractos vegetales + insecticidas donde se aprecia que el extracto de Higuerilla más los insecticidas presentan los valores más bajos en comparación a la mezclas de Chicalote + insecticidas, lo cual se puede relacionar a que algunos compuestos secundarios de la Higuerilla como el ácido undecilénico se utiliza en la formación de sinergistas (Rodríguez, 2002). Otros componentes como el ácido ricinoleico,

isoricinoleico y dihidroxisterico, además de algunas lipasas, ricinina y cristales de alcaloides contenidos en las semillas se registran con acción insecticida a insectistatica (Norris, 1990).

CONCLUSIONES

La efectividad biológica del extractos de *Ricinus cumminis* fue mejor en comparación al extracto de *Argemone mexicana* con una CL₅₀ de 67.45 ppm y se puede considerar que hay una mayor eficiencia para el control de *Bactericera cockerelli* por lo que es recomendable la utilización de este extracto vegetal.

El insecticida Spirotetramat fue el que presento la CL₅₀ más baja con 109.78 en comparación al resto de los insecticidas evaluados por lo que se puede considerar que existe una mayor eficiencia en cuanto el control de *Bactericera cockerelli* por lo que este producto químico es recomendable para la utilización en campo.

La mezcla de extracto de *Ricinus cumminis* + insecticidas presentaron las CL₅₀ más bajas por lo que tienen un mayor toxicidad sobre *Bactericera cockerelli* en comparación de las Mezclas del extracto *Argemone mexicana* + Insecticidas que reportaron las CL₅₀ más altas por lo que se consideran de menor toxicidad. Siendo la mezcla de *Ricinus cumminis* + Deltametrina la que presento mejores efectos sobre el control de *Bactericera cockerelli*.

BIBLIOGRAFIA

- Al-Jabr A. M. (1999). Integrated Pest Management of Tomato/Potato Psyllid *Paratrioza cockerelli* (Sulc) (Homoptera:Psyllidae) with Emphasis on its Importance in Ggreenhouse Grown Tomatoes. Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy, Colorado State University Fort Collins, Colorado. 72p.
- Anónimo. (2005). “La paratrioza o pulgón saltador del tomate y la papa”. Boletín Técnico de Paratrioza. Bayer CropScience, México.
- Bayer. (2010). En línea: Disponible en http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/id/Confidor_BCS (revisado 15 de marzo de 2010).
- Butler, C. D.; J. T. Trumble, (2012). “The Potato Psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): Life History, Relationship to Plant Diseases, and Management Strategies”. *Terrestrial Arthropod Reviews*, 5: 87–111.

- Cardona A., C.A.; Orrego A., CE.; Gutiérrez M., L.F. (2009). La higuera: una alternativa agroindustrial. Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales: Ed. Artes Gráficas Tizan. 89 p.
- Cranshaw, W. S. (1994). The potato (tomato) psyllid, *Paratrioza cockerelli* (Sulc.) as a pest of potatoes). In: Advances in Potato Pest Biology and Management, G. W. Szender, L. M. Powelson, R. K. Jansson, and K. V. Raman (eds). The American Phytopathological Society. St. Paul, MN. p. 83-94.
- Cronquist, A. (1981). An integrated system of classification of flowering plants. The New York Botanical Garden. New York. 1261 p.
- Dávila, M. M. D., E. Cerna, L.A. Aguirre, O. García, Y.M. Ochoa, G. Gallegos, y J. Landeros. (2012). Susceptibilidad y mecanismos de resistencia a insecticidas en *Bactericera cockerelli* (Sulc) en Coahuila, México. Rev. Mex. Ciencias Agríc. 3(6): 1145-1155.
- Díaz, G. O., E. I. Tejeda M. y A. L. Avalos V. (2005). "Efecto de insecticidas biorracionales y mezclas de hongos sobre *Bactericera cockerelli* (Sulc.) (Homóptera: Psyllidae)". En: A. Morales M., A. Mendoza E., M. P. Ibarra G. y S.
- Falasca , S.L; Ulberich, A.C. y Ulberich, E. (2012). Developing an Agro-climatic Zoning Model to determine Potential Production Areas for Castor Bean (*Ricinus communis* L.).En: Industrial crops and Products. 40: 185-191.
- Franco G. y O. Córdoba. (2008). Cosecha y Beneficio de Grano. En: Higuera: Alternativa Productiva, Energética y Agroindustrial para Colombia. Navas A. (Ed.) Centro de Investigación La Selva-CORPOICA. Rio negro Antioquia, Colombia.

- Garzón-Tiznado J. A.; Garzón-Ceballos J. A.; Velarde-Félix S.; Marín-Jarillo A.; Cárdenas-Valenzuela O. G., (2005). "Ensayos de transmisión del fitoplasma asociado al permanente del tomate por el psílido *Bactericera cockerelli* Sulc en México". *Entomología Mexicana*, 4:672-674.
- Hodkinson I. D., (2009). "Life cycle variation and adaptation in jumping plant lice (Insecta: Hemiptera: Psylloidea): a global synthesis". *Journal of Natural History*, 43(1/4):65-179.
- Hansen, A. K.; Trumble, J. T.; Stouthamer, T.; Paine, T. D., (2008). "A new huanglongbing species, *Candidatus Liberibacter psyllaourous*, found to infect tomato and potato, is vectored by the psyllid *Bactericera cockerelli* Sulc". *Appl. Environ. Microbiol*, 74(18):5862-5865.
- Liefting L. W., Perez-Egusquiza, G. R.; G. Clover; J. A. D. Anderson, (2008). "A new *Candidatus Liberibacter* species in *Solanum tuberosum* in New Zeland". *Plant Disease*, 92:1474.
- Liñan, C: (1997). Farmacología vegetal. Ed. Agrotecnicas, S. L. España. 1194 pp.*
- Lomeri-Flores J. R. y R. Bueno-Partida. (2002). "Nuevo registro para *Tamarixia triozae* (Burcks) parasitoide del psílido del tomate *Paratrioza cockerelli* (Sulc) (Homóptera: Psyllidae) en México". *Folia Entomológica Mexicana*. 41(3):375:376.
- López M. M., R. Gastélum L., M. C. Olivas O., J. L. Corrales M. (2003). "Experiencia con *Paratrioza cockerelli* Sulc. (Homoptera:Psyllidae) en tomate grape variedad 'Santa' y berenjena *Solanum melongena*". En: *Memorias VI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. UABC-ICA, CESVBC, Fundación Produce BC, SAGARPA. Mexicali, B.C. Pp. 670-675.*

- Marín, J. A.; Garzón, T. J. A.; Becerra, F. A.; Mejía, A. C.; Bujanos, M. R.; Byerly, M. K. F., (1995). "Ciclo biológico y morfología del salerillo *Paratrioza cockerelli* (Sulc.) (Homoptera: Psyllidae) vector de la enfermedad permanente del jitomate en el Bajío". *Catie, Manejo Integrado de Plagas, Revista Técnica* No. 38, 25-32 p.
- Munyanza J. E.; Crosslin J. M.; Upton J. E., (2007). "Association of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) with Zebra chip, a new potato disease in southwestern United States and México". *Journal of Economic Entomology* 100:656-663.
- Munyanza, J. E.; J. L. Buchman; J. E. Upton; J. A. Goolsby; J. M. Crosslin; G. Bester; G. P. Miles; V. G. Sengoda, (2008). "Impact of different potato psyllid populations on Zebra chip disease incidence, severity, and potato yield". *Subtropical Plant Science* 60: 27 –37.
- Munyanza J. E.; Crosslin J. M.; Lee I. M., (2007b). "Phytoplasma diseases and insect vectors in potatoes of the Pacific Northwest of the United States". *Bulletin of Insectology*, 60(2):181-182. En línea:
- Norris, D. M. (1990). Repellents. Vol. VI. Pp: 135-149. In: *Handbook of Natural Pesticides: Insects Attractants and Repellents*. Mandava (ed.). CRC.
- Nauen, R.; Albert, A.; Salmon, E., Resistance management guidelines for the new ketoenol insecticide Movento. *Bayer CropScience Journal* 61. (2008).
- Nava-Camberos U., J. Matos-Buendía y M. C. Avilés-González. (2006). "Disposición espacial y elaboración de planes de muestreo del psílido del tomate, *Bactericera (=Paratrioza) cockerelli* (Sulc.)". En: E.G. Estrada V., J. R. Nápoles, A. Equihua M., C. Luna L. y J. L. Rosas A. (Editores). *Entomología Mexicana*. Vol. 5, Tomo 2. Soc. Mex. de Entomología. Pp. 714-719..

- Nava-Camberos U., M. C. Avilés, A. A. Fu-Castillo (2004). Muestreo y umbrales de acción de plagas en hortalizas. In: Memoria de manejo de plagas en los cultivos de tomate, chile y pepino. Culiacán, Sinaloa. México. Pp:17-24
- Pacheco M. F. (1985). *Plagas de los cultivos agrícolas en Sonora y Baja California*. SARH, INIFAP, CIANO. 414 p.
- Ragonese, A. E. Y Milano V. A.:(1984) vegetales y sustancias toxicas de flora Argentina, enciclopedia Arg. De Agric. Y Jard., Ed. Acme, 2^a ed., t II, fasc. 8-2, 126-129-413.pp.
- Richards, B., L. (1927). A new and destructive disease of the potato in Utah and its relation to the potato psyllid. Proc. Potato assoc. Amer. 14:94.
- Rojas Patricia, (2010). "Biología de *Tamarixia triozae* (BURKS) Hymenoptera: Eulophidae) parasitoide de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae)". Tesis maestra en ciencias, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. México.
- Rodríguez, H. C (2002). Insecticidas e insectistáticos vegetales comerciales pp:56-67. In: Memoria cursos precongreso actualización en el conocimiento y manejo de malezas y plantas contra plagas. Domínguez, V. J. A. y C. Rodríguez (eds).Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 11 y 12 de Noviembre. San Luis Potosí, México. Disponible en versión electrónica Cd-Room.
- Rubio-Covarrubias, O. A.; I. H. Almeyda-León; M. A. Cadena-Hinojosa; R. Lobato-Sánchez, (2011). "Relación entre *Bactericera cockerelli* y presencia de *Candidatus Liberibacter psyllaourous* en lotes comerciales de papa". Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 2 (1): 17- 28.
- Secor G. A., Rivera V. V., Abad J. A., Lee I. M., Clover G. R. G., Liefting L. W., LI X., BOER S. H., 2009. "Association of *Candidatus Liberibacter solanacearum* with zebra chip disease of potato established by graft and

psyllid transmission, electron microscopy, and PCR”. *Plant Disease*, 93(6):574-583.

Teresani, G.; E. Hernández; e. bertolini; f. silverio; c. Marroquín; j. molina; a. Hermoso de Mendoza; M. C Ambra., (2015). “Search for potential vectors of *Candidatus Liberibacter solanacearum*: population dynamics in host crops”. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 13 (1): e 10.002

Valenzuela V., G. (2003). Evaluación de insecticidas contra adultos de *Paratrioza cockarelli* Sulc. En tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Valle de San Quintín, B. C. Tesis de Licenciatura en Ciencias Agropecuarias en el área de Protección Vegetal. Universidad Autónoma de Sinaloa. Facultad de Agronomía. 60 p.

Vega-Gutiérrez, M. T., J. C. Rodríguez-Maciel, O. Díaz-Gómez, R. Bujanos-Muñiz, D. Mota-Sánchez, J. L. Martínez-Carrillo, A. Lagunes-Tejeda & J. A. Garzón-Tiznado. (2008). Susceptibility insecticides in two Mexican populations of tomato-potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc.) (Hemiptera: Triozidae). *Agrociencia*, 42: 463-471.

Villarreal, Q., J. A. (1999). Malezas de Buenavista, Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. 269 p. Weiss, EA., (1983). *Oiiseedcrops*. London: Longman. 660 p.