

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Proporción de Resistencia de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en la Zona Productora de Chile
en Villa de Arista, San Luis Potosí a Tres Insecticidas Convencionales

Por:

SAUL CASTILLO ARRIAGA

TESIS

Presentada como requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Marzo, 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Proporción de Resistencia de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en la Zona Productora de Chile en
Villa de Arista, San Luis Potosí a Tres Insecticidas Convencionales

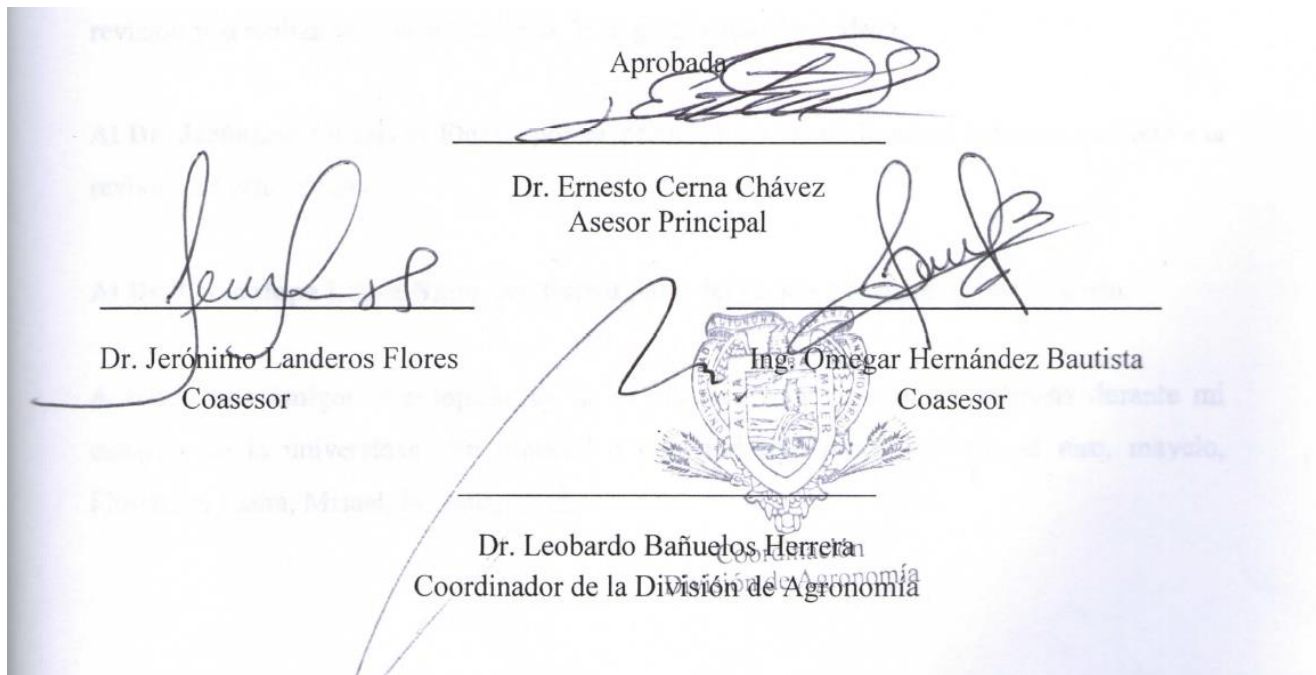
Por:

SAUL CASTILLO ARRIAGA

TESIS

Presentada como requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO



Saltillo, Coahuila, México

Marzo, 2013

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por haberme dado la vida, salud y por haberme permitido terminar mi carrera satisfactoriamente.

A la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme brindado la oportunidad de formarme como un profesionalista.

A MIS ASESORES:

Al Dr. Ernesto Cerna Chávez, por todo el apoyo y su valioso tiempo que me brindo para la realización de este trabajo, y por su amplia amistad como persona.

Al Ing. Omegar Hernández Bautista por todo el tiempo, su dedicación, apoyo y para la revisión y la realización de este trabajo. Y su gran amistad brindada.

Al Dr. Jerónimo Landeros Flores, por su participación como jurado y haberme ayudado a la revisión de este trabajo.

Al Dr. Guadalupe López Nieto, por formar parte del jurado y revisión de este trabajo.

A todos mis amigos y compañeros de la carrera, por su amistad brindada durante mi estancia en la universidad. En especial a mis mejores amigos el tory, el raro, mayelo, Florencio, Laura, Misael, la araña, eliud.

DEDICATORIA

A mis padres

Saúl Santos Castillo Ochoa

Ma. De la Luz Arriaga Cárdenas

Por darme la vida, y por todo el apoyo que me dieron para terminar la carrera, por todos los consejos y la confianza que depositaron en mí. Todo se lo debo a ellos. Gracias.

A mis hermanos.

Carolina

Lucero

Cristóbal

Por todo el apoyo moral que me brindaron y por estar siempre conmigo en todos los momentos felices y difíciles.

A mis tíos.

Irineo limón

Alicia cárdenas

A mis primos.

Gastón, Raquel, Dante, Irineo, Nelson.

Por los momentos felices y su apoyo incondicional que me brindaron durante mi estancia en su hogar, mil gracias familia Limón Cárdenas.

ÍNDICE

INTRODUCCION	1
JUSTIFICACION	2
OBJETIVO.....	2
HIPOTESIS.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Cultivo de chile (<i>Capsicum annum</i> L.)	3
Origen y distribución.....	3
Generalidades.....	3
Importancia	4
Permanente del tomate	5
Importancia	5
Sintomatología	5
Etiología.....	5
Vector.....	7
<i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc)	8
Origen.....	8
Distribución.....	8
Ubicación taxonómica.....	9
Biología y hábitos	9
Descripción morfológica.....	10
Hospederos.....	12
Daños e importancia económica	12
Métodos de control.....	13
Descripción de los insecticidas utilizados.....	14
Abamectina	14
Endosulfan	15
Imidacloprid.....	16

Resistencia	16
Generalidades	16
Clasificación.....	17
Determinación de resistencia	19
Bioensayos	19
Métodos bioquímicos	19
MATERIALES Y MÉTODOS	21
Ubicación	21
Recolecta del material biológico.....	21
Cría del material biológico.....	21
Bioensayos	22
Determinación de la CL ₅₀	22
Proporción de resistencia	23
Análisis de resultados.....	23
RESULTADOS.....	24
CONCLUSIONES	30
BIBLIOGRAFIA	31
APENDICE.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Concentraciones letales medias y cinturones de confianza, de tres insecticidas aplicados en la línea susceptible de ninfas de cuarto estadio de <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc.).	24
Tabla 2. Concentración letal y límites fiduciales de tres insecticidas aplicados a ninfas de cuarto estadio de <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc.), de la línea de invernadero y su proporción de resistencia contra la línea susceptible.	25
Tabla 3. Concentración letal y límites fiduciales de tres insecticidas aplicados a ninfas de cuarto estadio de <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc.), de la línea de campo y su proporción de resistencia contra la línea susceptible.	26
Tabla 4. Corrección de mortalidad de abamectina en la línea susceptible.	38
Tabla 5. Corrección de mortalidad de abamectina en la línea de invernadero.	38
Tabla 6. Corrección de mortalidad de abamectina en la línea de Villa de Arista, SLP.	38
Tabla 7. Corrección de mortalidad de endosulfan en la línea susceptible.	39
Tabla 8. Corrección de mortalidad de endosulfan en la línea de invernadero.	39
Tabla 9. Corrección de mortalidad de endosulfan en la línea de Villa de Arista, SLP.	39
Tabla 10. Corrección de mortalidad de imidacloprid en la línea susceptible.	40
Tabla 11. Corrección de mortalidad de imidacloprid en la línea de invernadero.	40
Tabla 12. Corrección de mortalidad de imidacloprid en la línea de Villa de Arista, SLP.	40

INTRODUCCION

El estado de San Luís Potosí es uno de los principales productores de chile (*Capsicum annum* L.) A nivel nacional, en donde se siembra una superficie aproximada de 14,538 ha bajo condiciones de riego con un rendimiento promedio de 12.032 ton/ha (SIAP, 2011).

El cultivo del chile se ha visto dañado por diferentes plagas entre las que se pueden mencionar pulga saltona, barrenillo, pulgón y mosquita blanca. Recientemente se ha incorporado *Bactericera cockerelli* a la gran lista de insectos que atacan a este cultivo, este insecto se encuentra presente en varios estados del país llamado comúnmente psílido del tomate, o simplemente “Paratrioza”, “Pulgón saltador “ y “Salerillo”.

El pulgón saltador *B. cockerelli* presenta diferentes tipos de daño, toxinífero y directo, estos son daños mecánicos por la alimentación de este insecto (Munyanza *et al.*, 2007), y por ser un eficiente transmisor de organismos tipo bacteria “*Candidatus Liberibacter psyllaurous*” (Hansen *et al.*, 2008) o “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” (Lieftinget *et al.*, 2009), ambos han ocasionado la destrucción masiva de cultivos enteros, por lo que para el manejo de esta enfermedad debe ser prioritario el control de *Bactericera cockerelli* orientado a disminuir sus elevadas poblaciones (Almeyda, 2008).

En las explosiones demográficas de esta plaga, durante los últimos años se han presentado ciertas inconsistencias del control químico, que normalmente se han atribuido a problemas de resistencia de la plaga hacia los insecticidas.

En realidad se ha presentado esta situación cuando no se sigue un enfoque de pronóstico y prevención que evite o retrase al máximo el proceso de transmisión de agentes patógenos ocasionado por los insectos vectores, especialmente el caso de *Bactericera cockerelli*.

Palabras clave: Paratrioza, chile, control químico, insecticidas, resistencia, insectos vectores, transmisión.

JUSTIFICACION

En San Luis Potosí es común que se realicen elevadas aplicaciones de insecticidas en el ciclo de cultivo y se desconoce el estado de la susceptibilidad a dichos agroquímicos. Los productores de este estado han manifestado su preocupación por la falta control de *B. cockerelli* con thiacloprid, imidacloprid y otros insecticidas convencionales. La falta de control se puede deber a factores como deficiente calibración del equipo de aplicación, uso de equipo de aplicación en mal estado, baja cobertura de la aspersion en el follaje y expresion fenotípica de la resistencia a insecticidas en el salerillo. También ha sido frecuente que no se utilice la tecnología de aspersion de la forma más apropiada, o bien que el control de las poblaciones no se haga con oportunidad y a pesar de tener éxito en el control de las poblaciones, no haya sido realizado a tiempo, para evitar la transmisión del fitopatógenos. El uso irracional de insecticidas contra esta plaga sugiere la hipótesis de que dicha plaga ha desarrollado resistencia a los insecticidas utilizados para su control (vega *et al.*, 2008). Al final de cuentas los casos de resistencia tendrán que confirmarse con estudios de bioensayos y pruebas de efectividad para determinar su grado de severidad (Bujanos *et al.*, 2005). Por lo que ese trabajo de investigación presenta el siguiente objetivo.

OBJETIVO

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar la proporción de resistencia a tres insecticidas en *Bactericera cockerelli* en la zona productora de chile de Villa de Arista, San Luis Potosí y una población de invernadero.

HIPOTESIS

Al menos un insecticida tendrá una proporción de resistencia mayor respecto a la población de referencia de *B. cockerelli*.

REVISIÓN DE LITERATURA

Cultivo de chile(*Capsicum annum* L.)

Origen y distribución

Dentro de las especies cultivadas de los chiles (*Capsicum annum*L.) es la más ampliamente conocida y la de mayor importancia económica, ya que presenta una distribución mundial; El centro de origen y/o domesticación de *C. annum* es Mesoamérica, más propiamente México y Guatemala, México es el país que presenta la mayor variabilidad de formas cultivadas y silvestres, la cual se encuentra ampliamente distribuida en todo el país; Esta diversidad ha sido descrita con base en la clasificación comercial de los frutos, realizada dentro de diversos tipos de chile (COVECA, 2011).

Generalidades

En general alcanza de 30 a 80 cm de altura, el tallo es erguido, ramoso y liso; Las hojas son simples, alternas, generalmente aovadas, enteras, lisas, lustrosas, breve o largamente pecioladas, de 5 a 12 cm de largo; las flores son hermafroditas, axilares, solitarias, pedunculadas, actinomorfas, gamopétalas rotadas o subrotadas, blancas, verdosas o purpúreas; el cáliz es corto, generalmente pentalobulado; la corola está constituida por cinco pétalos soldados que pueden distinguirse por los cinco lóbulos periféricos; el androceo consta de cinco estambres cortos insertos en la garganta de la corola; el ovario es súpero, bilocular o tetralocular, con los lóculos pluviovulados, y está superpuesto por un estilo simple; El fruto, también llamado chile, es una planta indehiscente erguida o péndula,

incompletamente bilocular o trilocular, de forma y tamaño variable, dulce o picante, rojo o anaranjado cuando maduro y verde, blanco o purpúreo cuando inmaduro; contiene numerosas semillas reniformes pequeñas, las cuales, junto con las placentas (venas) que las unen a la pared del fruto, contienen en mayor proporción la oleorresina o sustancia picante llamada capsicina (COVECA, 2011).

Importancia

En 2010, se sembró una superficie total de 148,758.88 hectáreas, de las cuales se obtuvieron 2,335,560.31 toneladas de chile verde, actualmente en la región de villa de arista siendo una de las más importantes del estado de San Luis Potosí, se siembra una superficie de 1,450 ha con un rendimiento de 8 ton/ha (SIAP, 2010).

Entre los factores más importantes que afectan la producción del cultivo de chile, destacan los insectos plaga vectores de virus y fitoplasmas; cada día su manejo es más difícil, las plagas secundarias se tornan primarias; además de que surgen nuevas plagas que anteriormente no se encontraban en la región (SAGARPA, 2008).

Permanente del tomate

Importancia

En la región de El Bajío Mexicano, se reportó por primera vez la enfermedad denominada permanente del tomate; es la enfermedad más dañina en las siembras de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) del ciclo primavera-verano (Garzón, 1984). Sin embargo, en México se ha relacionado *Bactericera cockerelli* con dos enfermedades contagiosas, permanente del tomate (Garzón, 1984; Becerra, 1986) y punta morada de la papa (Salas, 2006) y zebra chip (Munyaneza *et al.*, 2007).

Sintomatología

Garzón, 1984 reportó que se manifiesta con hojas quebradizas y enrolladas, aborto de flor, sobrebrotación de yemas axilares, frutos muy pequeños (no comerciales), achaparramiento y decaimiento general de la planta.

Los síntomas en las plantas de chile inician con una clorosis de los brotes apicales, las hojas inferiores se enrollan (toman la apariencia de taco) y presentan una textura quebradiza; posteriormente, en las flores se manifiesta una necrosis que provoca su aborto; La planta se mantiene pequeña y de un color verde más intenso que del normal (Garzón, 1984 y 1986).

Etiología

Las sintomatologías descritas, se debe a la interferencia que tienen los patógenos con el transporte de nutrientes, a las toxinas inyectadas por *Bactericera cockerelli* al alimentarse, así como los daños mecánicos ocasionados al succionar la savia (List, 1939; Garzón, 1984; Munyaneza *et al.*, 2007).

Primeramente se reportó que el agente causal de la punta morada está relacionado con organismos de tipo fitoplasma (Beres *et al.*, 1998; Delgadillo, 1999), y está relacionado con el agente causal del permanente del tomate, debido a que pertenecen al mismo grupo (Almeyda *et al.*, 2002b), también se asoció con la presencia de hongos del suelo tales como: *Fusarium* sp. (Jensen *et al.*, 2004) y *Verticillium* sp. (Almeyda *et al.*, 2004).

Munyaneza *et al.* (2007) no detecta la presencia de fitoplasmas en plantas y tubérculos que presentaban sintomatología típica. En plantas infestadas por *B. cockerelli*, que mostraron síntomas de amarillamiento y pardeado de tubérculos, también se encontraron libres de fitoplasmas (Díaz *et al.*, 2008). Por su parte Feng *et al.* (2009) atribuyen las coloraciones radiales en el interior de los tubérculos al deficiente contenido de almidón, glucosa y sacarosa.

Mediante técnicas moleculares modernas Hansen *et al.* (2008) basado en la caracterización genética y ecológica, reportan una nueva especie de Huanglongbing tentativamente “*Candidatus Liberibacter psyllauros*”, a su vez, Liefting *et al.* (2009) reportan a *Candidatus Liberibacter solanacearum*, como agente causal de la enfermedad describiéndolo de tipo bacteriano ya que posee un 97% de similitud con las secuencias genómicas de “*Candidatus Liberibacter asiaticus*”.

En Nueva Zelanda, tubérculos con síntomas de “Zebra Chip” resultaron positivas a liberibacter (Anderson, 2008; Liefting *et al.*, 2008), en Estados Unidos Abad *et al.* (2009) descubren la misma especie de liberibacter en plantas afectadas. Liefting *et al.* (2009a, b) proponen “*Candidatus Liberibacter solanacearum*”.

Últimamente Segonda *et al.* (2010) sugieren que ambas especies de *Liberibacter* son sinonimias y que no todas las poblaciones de *B. cockerelli* pueden vectorear a dicho patógeno, la planta puede reponerse de daños provocados por la constante alimentación de triozidos, cosa contraria a *liberibacter*, por lo que se diferencia “psyllid yellows” con “zebra chip”. Este último puede transmitirse vía tubérculo, el movimiento de semilla infectada a otras regiones desempeña un papel importante en el ciclo de vida de este patógeno (Pitman *et al.*, 2011).

Vector

B. cockerelli muestra una fuerte relación con la enfermedad punta morada, ya que es el insecto más común y abundante en cultivos afectados (Marín *et al.*, 2009), entre el 53 y 57% de cultivos expuestos a este triozido presentaron síntomas típicos (Munyaneza *et al.*, 2007), donde las plantas más jóvenes son más susceptibles a su ataque (Feng *et al.*, 2009).

***Bactericeracockerelli*(Sulc)**

Origen

De acuerdo a Richards (1927) el centro de origen de la paratrioza (*B. cockerelli*) es el Oeste de los Estados Unidos de Norte América con excepción de Washington, Oregon, y la mayor parte de Idaho. Davis (1931) y Janes (1936) observaron al Psilido de papa (*B. Cockerelli*) en Santa Ana, California el cual fue descrito como *Trioza cockerelli* por Sulc en 1909.

Esta especie, también conocida como: pulgón saltador, Psilido del tomate, o simplemente como alfilerillo, fue descubierto en 1909 por Cockerelli en el estado de Colorado (USA) y más tarde se confirmó taxonómicamente como *Paratrioza cockerelli*. Recientemente, el género de esta especie se ha revisado y se le ha asignado el nombre de *Bactericera cockerelli* (Burekhardt y Lauterer, 1997; Millar *et al.*, 2000).

Distribución

Este trioziado se encuentra altamente distribuido en: Guatemala (Rivera, 2002), México, Honduras, El Salvador (Molina *et al.*, 2004, Cadena *et al.* 2003), Canadá, Estados Unidos (Arizona, California, Colorado, Idaho, Kansas, Minnesota, Montana, Nebraska, Nevada, Nuevo México, Dakota del norte, Oklahoma, South Dakota, Texas, Utah, Wyoming) (Molina *et al.*, 2004; Pavlista, 2002b; Ferguson *et al.*, 2001; Trumble, 2006; Al-Jabr, 1999).

Pletsch (1947) colectó especímenes en plantas silvestres y cultivadas en cuatro estados de México: Durango, Tamaulipas, Distrito Federal y Michoacán.

Ubicación taxonómica

Según Triplehorn y Johnson (2005) considera a *Bactericera cockerelli* dentro de la familia psyllidae, posteriormente Hudkingson (2009) la incluyen dentro de la familia Triozidae, quedando como clasificación taxonómica de la siguiente manera:

Reino.....Animal

Phyllun.....Arthropoda

Clase.....Hexapoda

Orden.....Hemiptera

Suborden.....Sternorrhyncha

Superfamilia.....Psylloidea

Familia.....Triozidae

Genero.....*Bactericera*

Especie.....*B. cockerelli*

Biología y hábitos

Estos insectos presentan metamorfosis incompleta, es decir que pasan por los estadios de huevo, ninfa y adulto (Wallis, 1955). Pertenece a la Superfamilia Psylloidea los cuales se alimentan introduciendo su estilete y succionando la savia de los conductos del floema de las plantas hospederas aprovechando azucres y aminoácidos (Percy, 2003).

Las hembras ovipositan los huevecillos en el envés de las hojas medias e inferiores de la planta (Castellanos, 2004), entre la primera a cuarta hojas verdaderas (Garzón *et al.*, 2005); sin embargo Knowlton y Janes (1931) reportan que son puestos preferentemente sobre la yemas apicales más jóvenes. Con frecuencia en hilera en los bordes marginales o

distribuidos en la superficie de las hojas (Cranshaw, 2007), Los adultos de la Paratrioza miden aproximadamente 2 mm, su apariencia es similar a la de un áfido, su hábito es saltador y se alimenta de la savia de la planta (Mayela *et al.*, 2010).

La hembra adulta puede ovipositar más de 500 huevos durante un período de 21 días; el tiempo promedio requerido para el desarrollo de huevo a adulto es de 15 a 30 días a una temperatura de 27°C, Temperaturas inferiores a 15°C o superiores a 32°C afectan adversamente el desarrollo y sobrevivencia del insecto; Existen normalmente tres o cuatro generaciones por temporada, las cuales se pueden traslapar (Mayela *et al.*, 2010).

Las ninfas se encuentran cerca de los huevecillos, adheridas en un solo lugar de la hoja, son casi móviles en los tres primeros estadios y van adquiriendo movilidad (Bravo *et al.*, 2006), a veces se desplazan buscando mayor ventilación y temperatura (Castellanos, 2004), las ninfas más viejas se encuentran en el tercio inferior de la planta, por esta razón se hacen más difícil el control químico (Garzón *et al.*, 2005).

Descripción morfológica

Huevo

Los huevecillos son de forma ovoide, color anaranjado amarillento brillante, presentan en uno de sus extremos una coloración naranja y en éste un pedicelo con el que se adhieren a las hojas (Becerra, 1989).

Ninfa

Presenta cinco instares que son en gran parte similares en sus características morfológicas, las ninfas al eclosionar adquieren un color amarillo-verde pálido, son ovales y aplanadas dorso-ventralmente, con ojos rojos bien definidos (Lorus y Margery, 1980). Las antenas presentan sensilias placoides (estructuras circulares de función olfatoria) (Marín, 2004).

Primer instar

Son de color naranja, presenta antenas con los segmentos básales cortos y gruesos, los cuales se adelgazan hasta finalizar en un pequeño segmento con dos setas sensoras; los ojos son de color rojo o naranja; durante este instar no se observan paquetes alares; las patas presentan una segmentación poco visible al igual que el abdomen (Becerra, 1989).

Segundo instar

Se aprecian notablemente las divisiones entre la cabeza, tórax y abdomen (Pletsch, 1947), la tonalidad de los ojos es naranja rojiza y el tórax amarillento con los paquetes alares visibles (Becerra, 1989). La segmentación en las patas es notoria, en el abdomen se aprecia un par de espiráculos en cada uno de los primeros segmentos (Marín, 2004).

Tercer instar

Se define perfectamente las constricciones del cuerpo, la cabeza es de color amarillo, las antenas se adelgazan en la parte media para terminar con dos setas sensoras; la coloración de los ojos es rojiza, se observa en el tórax con mucha facilidad los dos pares de alas en el mesotórax y metatórax; éste es de color verde amarillento, el abdomen es de color amarillo y es más redondo inmediatamente abajo del segundo par de alas (Becerra, 1989).

Cuarto instar

La cabeza es de color amarillo, los ojos son de color rojo oscuro, las antenas continúan con las mismas características, la segmentación de las patas se encontró tan definida que se puede apreciar en la parte terminal de las tibias posteriores tres espuelas, así como dos segmentos tarsales y un par de uñas (Becerra, 1989).

Quinto instar

Cabeza, tórax y abdomen se distinguen claramente, antenas de tres segmentos, con dos setas sensoriales y cuatro sensilias placoides diferenciadas (Marín, 2004), la base de la antena es gruesa y la apical filiforme divididas por una hendidura muy marcada, presenta tres espuelas en la parte terminal de las tibias posteriores y abdomen adquiere una forma semicircular (Becerra, 1989). Paquetes alares anteriores con ángulos humerales proyectados hacia la parte anterior (Burckhardt y Lauterer, 1997).

Adulto

Es muy parecido a una cigarra, de tamaño pequeño; mide de 2 a 6 mm de tiene tarsos de dos segmentos y antenas usualmente de diez segmentos (Lorus y Margery, 1980). Su color cambia gradualmente de amarillo claro a verde pálido recién emergido, a café o verde, dos a tres días después, hasta alcanzar un color gris o negro a los cinco días de edad (Garza y Rivas, 2003).

Las hembras y los machos se pueden diferenciar por el ápice del abdomen; en la hembra el ovipositor es corto y bien redondeado y más grande que el del macho; Los genitales del macho tienen una apariencia más obtusa; El abdomen en las hembras presentan cinco segmentos visibles más el segmento 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 presentan 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 (Pletsch, 1947).

Hospederos

B. cockerelli presenta un amplio rango de hospederos incluyendo varias especies en 20 familias, de las cuales tienen una preferencia muy fuerte a las especies de las solanáceas (Liu y Trumble, 2006). De las cuales resaltan chile, tomate y papa, en berenjena (*Solanum melongena* L.) el tiempo de desarrollo es más rápido (Martin, 2008). Puede invernar en otras solanáceas silvestres en regiones cálidas (Cranshaw, 2007; Hodkinson, 2009), consiguiendo sobrevivir en convolvuláceas y amarantáceas, incluyendo cultivos y malezas nativas (Pavlista, 2002).

Daños e importancia económica

En el Estado de Guanajuato *B. cockerelli* mermó 60% de la producción de jitomate en los 90; En los años siguientes la superficie cultivada se redujo 85%; En San Luis Potosí, se ha comportado como plaga primaria de los cultivos de chile y jitomate (Vega, 2008).

B. cockerelli ocasiona daños directos a la planta al succionar la savia e indirectos al transmitir organismos tipo bacteria no cultivable como es el caso de “*Candidatus Liberibacter solanacearum*”;Dicho organismo produce la enfermedad del permanente del tomate o en papa punta morada; Sus síntomas se deben a la interferencia que tiene el organismo con el transporte de nutrientes, a los daños mecánicos ocasionados por la alimentación, y a las toxinas que inyectan los adultos al alimentarse (Garzón, 2009).

La Paratrioza o pulgón saltador (*Bactericera cockerelli* Sulc.) es una plaga que se alimenta de la savia de las plantas hospederas y puede ocasionar dos tipos de daños:

Daño directo

Es provocado por la inyección de una toxina, la cual es transmitida únicamente por las ninfas; Ésta ocasiona amarillamiento y debilita las plantas, debido a lo cual se afecta el rendimiento y la calidad de frutos y tubérculos (Mayela, 2010).

Daño indirecto

Se considera más importante que el directo, ya que es ocasionado por “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” un organismo tipo bacteria no cultivable transmitido por las ninfas como por adultos (Garzón, 2011).

Para el control de la Paratrioza no basta con la sola aplicación de insecticidas, es necesario seguir toda una estrategia de manejo integrado (Mayela, 2010).

Métodos de control

Cultural y mecánico: Técnicas de control de plagas que incluyen buen semillero, fertilización, fechas de siembra y planteo, densidad de siembra, riegos, eliminación de malas hierbas, socas, podas y raleo; **Genético:** Este método busca prevenir infestaciones al cultivo mediante la elaboración de híbridos tolerantes o resistentes a enfermedades; **Control biológico:** Medida de control de plagas que utilización enemigos naturales,

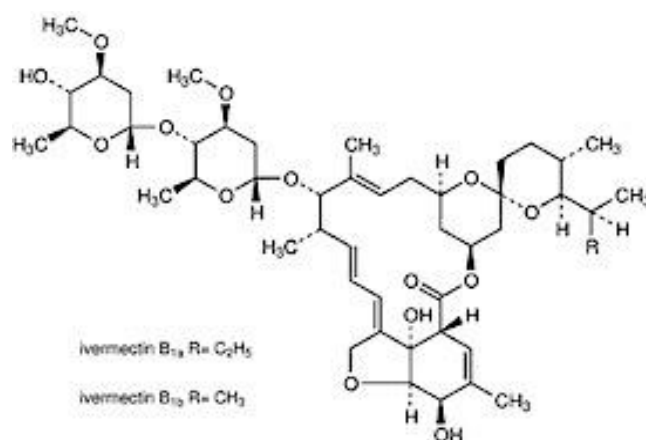
entomopatógenos y feromonas sexuales; **Control legal:** Técnica de control de plagas que implementa destrucción de socas y cuarentenas contra insectos exóticos; **Control químico:** Método de control que utiliza plaguicidas biorracionales y químicos para contener la incidencia de una plaga (Bernal, 2011).

Descripción de los insecticidas utilizados

Abamectina

Características

Es una acaricida e insecticida natural producido por *streptomyces avermitilis*, un hongo de suelo; controla durante los estados móviles de los ácaros y estados larvales de los minadores de la hoja y gusanos alfiler; pertenece al grupo químico glicosido-lactonas macrocíclicas; ingrediente activo: mezcla de avermectinas B₁, conteniendo más del 80% de avermectina B_{1a}, y menos del 20% de avermectina B_{1b}, es un polvo cristalino, de color blanco amarillento, es insoluble en agua, su fórmula empírica es: avermectina B_{1a}, C₄₈ H₇₂ O₁₄, avermectina B_{1b}, C₄₇ H₇₀ O₁₄(Lorenzo, 2005). La estructura química es:



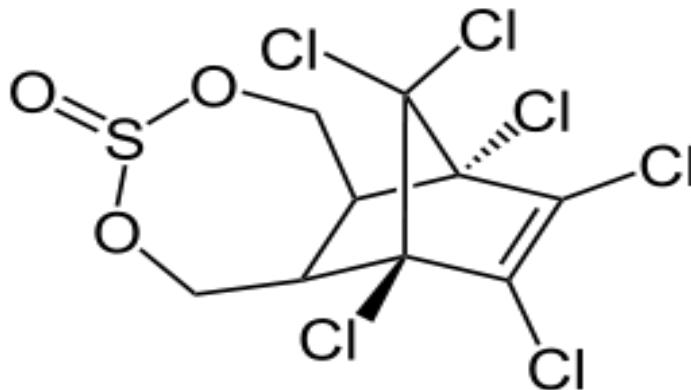
Modo de acción

Actúa estimulando la liberación pre-sináptica del inhibidor neurotransmisor ácido γ -aminobutírico (GABA) desde las terminales nerviosas y potenciando la fijación del GABA a los receptores post-sinápticos (Lorenzo, 2005).

Endosulfan

Características

Insecticida de amplio campo de acción, resulta activo incluso sobre algunos ácaros, posee gran persistencia y actúa por ingestión y contacto; recomendado para *Anthonomus grandis*, áfidos no protegidos, aleirodidos, cicadellidos y algunos ácaros en cultivos de alfalfa, algodón, apio, arroz y otros cultivos; pertenece al grupo químico de los hidrocarburos clorados, ingrediente activo: endosulfan: hexacloro-hexahidro-6, 9- metano 2, 4, 3-benzodiatiepin 3-oxido; son cristales de color blanco; la solubilidad a 22°C: agua 0.32 mg/l; su fórmula empírica $C_9 H_6 Cl_6 O_3 S$ (Lorenzo, 2005). La estructura es:



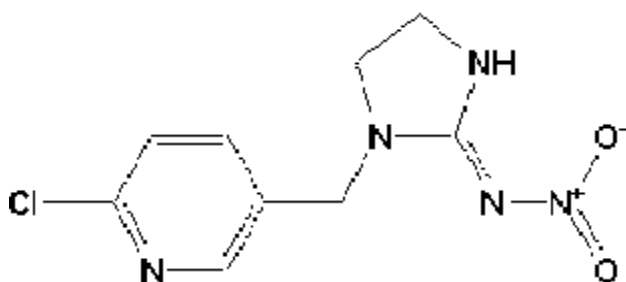
Modo de acción

Actúa en el sistema nervioso por inhibición antagónica del mesoinositol (Lorenzo, 2005).

Imidacloprid

Características

Insecticida sistémico residual con actividad por contacto e ingestión, es absorbido por la vía radical y foliar; se utiliza también en tratamientos de semilla; pertenece al grupo de los neonicotinoides; ingrediente activo: imidacloprid 1-(6-cloro-3-piridin-3-ilmetil)-N-mitroimidazolidin-2-ilidenamina; es un sólido cristalino, de color incoloro amarillento; su fórmula empírica es: $C_9 H_{10} Cl N_5 O_2$ (Lorenzo, 2005).su estructura es:



Modo de acción

Actúa como agonístico sobre el receptor de acetilcolina nicotínico (nAChR) del sistema central, primero estimulando las membranas post-sinápticas y después paralizando la conducción nerviosa (Lorenzo, 2005).

Resistencia

Generalidades

La resistencia es definida como el desarrollo de la habilidad para tolerar dosis altas de tóxicos, los cuales resultarían letales a la mayoría de los individuos en una población normal de la misma especie; Es el cambio genético en respuesta a la selección (por plaguicidas), la OMS la define como el desarrollo de la habilidad en una raza de insectos

para tolerar dosis de tóxicos que han probado ser letales a la mayoría de los individuos en una población normal de la misma especie (Badii, 2007).

Es una respuesta disminuida de la población de una especie de animales o plantas a un plaguicida o agente de control como resultado de su aplicación; La FAO enmarca la resistencia como la capacidad desarrollada por una población determinada de insectos, al no ser afectada por la aplicación de insecticidas; La resistencia se puede considerar como un proceso inevitable, debido a la presión de selección continua que se sigue ejerciendo con las aplicaciones de insecticidas (Badii, 2007).

Clasificación

Resistencia por comportamiento

La resistencia por comportamiento es cuando los insectos no entran en contacto con el insecticida debido a un comportamiento de escape (Monge, 1986). Se refiere a los patrones de comportamiento que contribuyen a la resistencia, estos pueden ser hábitos tales como la preferencia a descansar en áreas no tratadas con insecticidas en lugar de áreas tratadas, o bien la detección del insecticida y la tendencia a evitarlo antes de ponerse en contacto con él; La interrupción de la exposición al insecticida, se puede deber a una acción irritante o bien a una acción repelente (Carrillo, 1984).

Resistencia morfológica

Se presenta cuando alguna característica morfológica ocasiona la resistencia, por ejemplo, una menor área de exposición al tóxico (Carrillo, 1984). Debido a las características morfológicas de los insectos, éstos no son afectados por los insecticidas (principalmente por impermeabilidad en la cutícula), (Monge, 1986).

Resistencia fisiológica o bioquímica

Es el tipo de resistencia más importante; los insectos adquieren resistencia de dos formas; Por adición de un mecanismo de protección; Por insensibilidad en el sitio de

acción; La más frecuente que puede ser debido a mecanismos de protección tales mayor almacenamiento en tejidos inertes; También se pueden presentar alteraciones en el sitio de acción (Badii, 2007).

Con fines de manejo, los tipos de resistencia se agrupan en mecanismos de resistencia metabólicos y no metabólicos; Son mecanismos metabólicos cuando involucran cambios enzimáticos, y no metabólicos cuando se refiere a cambios en sensibilidad del sitio activo, en la tasa de penetración, almacenamiento o excreción, así como en el comportamiento o la forma de los insectos (Badii, 2007).

Resistencia metabólica

La vía metabólica del insecto llega a ser modificada detoxificándose el insecticida o negando el metabolismo del compuesto aplicado en su forma tóxica; La forma más importante de resistencia metabólica incluye la multifunción oxidas, las glutation s-transferasas y las esterasas (Badii, 2007).

Estudios recientes de detoxificación en insectos revelan que la versatilidad en la adaptación de los insectos a su medio es provista por el fenómeno de inducción; Este es un proceso en el cual un estímulo químico promueve la actividad del sistema de detoxificación mediante la producción de enzimas adicionales (Badii, 2007).

Sitio insensible

El sitio químico de acción para el insecticida se modifica reduciendo la sensibilidad a la forma activa del insecticida; Sitio insensible o sitio blanco alterado; La resistencia se atribuye también a un mecanismo en el cual los sitios blancos alteran y esto hace que disminuyan la sensibilidad al ataque tóxico; Un ejemplo de esto es el de la enzima Ache y la reducida sensibilidad en el sitio de acción (Badii, 2007).

Reducida sensibilidad de la acetilcolinesterasa; En general, una Ache modificada es menos eficiente al hidrolizar su sustrato que una enzima normal; La alteración en los sitios activos causa una disminución en la reactividad con el inhibidor; Los estudios de inhibición sugieren que el acceso a los centros catalíticos de la enzima modificada es restringido por un cambio en su conformación (Badii, 2007).

Determinación de resistencia

Como consecuencia, la resistencia profiere cambios genéticos alterando procesos bioquímicos a nivel individual, se hace notable en una población cuando la proporción de resistencia sea tal, que se refleje en una falla en el control (Devonshire, 1990), convencionalmente se puede detectar la resistencia mediante:

Bioensayos

Conocidos también como pruebas de susceptibilidad, son técnicas de laboratorio basado en la dosis-mortalidad (Lagunes y Villanueva, 1994), donde se pretende por medio de un proceso experimental conocer la efectividad biológica del pesticida, determinando la magnitud del estímulo mediante la respuesta del insecto (Hubert, 1980), generalmente involucran comparaciones de la DL_{50} , DL_{90} o de la concentración letal (Twine y Reynolds, 1980).

Métodos bioquímicos

Técnicas sensitivas y precisas que proporcionan información de los mecanismos involucrados, pudiendo ser adaptados para detectar y monitorear la resistencia de muchas especies (Brown y Brogdon, 1987); generalmente correlacionan niveles de una enzima o una reacción enzimática específica, pueden ser cualitativos o cuantitativos, generalista o altamente específicos (Lagunes y Villanueva, 1994).

Electroforesis

Separa moléculas en dependencia fundamental de su carga, desplazando proteínas bajo influencia de un campo eléctrico (Bisset, 2001), se emplean geles de acrilamida que se polimeriza y forma redes que permiten el paso de proteínas de diferentes pesos moleculares (Ibel *et al.*, 1990).

Pruebas moleculares

Incrementa la precisión y reduce la variabilidad asociada a los bioensayos (Devonshire, 1990), se obtienen patrones de banda de ADN que son utilizado como marcadores genéticos para una especie (Ffrench *et al.*, 1994).

Pruebas bioquímicas

Son ensayos múltiples que permiten analizar a una población de insectos cuantifican los niveles de de una reacción enzimática (Brown y Brodon, 1987). Desarrollados para cuantificar niveles de Esterasas (Brogdon y Dickinson, 1983), Acetilcolinesterasa (Devonshire y Moores, 1984), Glutation S-Transferasas (Brogdon y Barber, 1990) y oxidasas (Brogdon *et al.*, 1997).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El presente trabajo fue realizado en el laboratorio de toxicología de insectos del departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) en Buenavista saltillo, Coahuila, México.

Recolecta del material biológico

Se recolectó adultos y ninfas de *Bactericera cockerelli* en lotes de Villa de Arista, San Luis Potosí, así como una población recolectada en el invernadero del departamento de suelos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, sobre plantas de tomate.

Para cada sitio, se recolectaron en hojas infestadas en lotes de cultivo de chile y malezas aledañas al cultivo las cuales son reservorio de *Bactericera cockerelli* durante el ciclo primavera-verano.

Se tiraron redazos entomológicos para la captura de adultos de *B. cockerelli*, en los diferentes lotes de cultivo de chile y sus respectivos viveros.

Para cada localidad se obtuvo su ubicación geográfica mediante la ayuda de un GPS, arrojándonos las coordenadas vía satélite.

Cría del material biológico

El material biológico recolectado se trasladó al invernadero de Parasitología Agrícola de la UAAAN, donde se colocaron en dos camas de siembra para todas las localidades de 2.5 x 1 m, cubierta con tela organza; cada cama contenía 50 plantas de chile

poblano. La cría de esta especie se realizó bajo condiciones de invernadero con 26 ± 4 °C y una HR del 70% y 14:10 h luz: oscuridad en promedio.

Bioensayos

Se realizaron de acuerdo a la técnica de la inmersión de hoja para el psílido del peral (*psylla spp*) con ligeras modificaciones (IRAC, 2005; Vega *et al.*, 2008). Se colocaron 30 ninfas de cuarto instar en hojas de chile, las cuales se sumergieron en vasos de precipitados que contenían cierta concentración de insecticidas, se dejaron reposar durante 5 segundos, este proceso se repitió para cada concentración de los tres insecticidas evaluados y sus respectivas repeticiones, las hojas tratadas se dejaron secar en papel absorbente y posteriormente se colocaban en charolas de plástico con esponja húmeda.

Los insecticidas utilizados fueron: Abamectina (abamectina 1.8% C.E. 18 gr de i.a. L⁻¹, lactonamacrociclica), Imidacloprid (picador 70 PH, 350 gr i.a./L, neonicotinoide), Endosulfan (Agrosulfan 35 C.E. 350 gr de i.a. L⁻¹, clorado).

Determinación de la CL₅₀

Para la preparación de las diferentes concentraciones se utilizó agua destilada y el producto bionex[®] como dispersante, en una proporción 1 ml: 1 L de agua. El intervalo de concentraciones utilizadas fue de 0.01 a 1000 ppm y un testigo sin tratar. Las lecturas de mortalidad se realizaron a las 24 h excepto para la abamectina que se obtuvo a las 48 h. se consideró ninfa muerta aquella que presentaba los apéndices pegados al cuerpo, estaba deshidratada o no reaccionaba al estímulo del pincel.

El máximo nivel de mortalidad aceptable para el testigo absoluto fue de 10% y se corrigió mediante la fórmula Abbott (1925) cuando el testigo presentaba mortalidad.

Proporción de resistencia

Una vez determinados los niveles de CL_{50} para las líneas de campo y la línea susceptible, se determinó la proporción de resistencia dividiendo los valores de CL_{50} de las líneas de campo contra la CL_{50} de la línea susceptible (Georghiou, 1962).

Análisis de resultados

Los datos obtenidos se analizaron por un análisis Probit, mediante el método de máxima verosimilitud (Finney, 1971). Utilizando el programa SAS system para Windows ver 9.2 (2008).

RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los bioensayos realizados. Presentados en el siguiente orden CL_{50} , límites fiduciales 95%, CL_{05} , CL_{95} y proporción de resistencia.

Tabla1. Concentración letal y cinturones de confianza, de tres insecticidas aplicados en la línea susceptible de ninfas de cuarto estadio de *Bactericera cockerelli* (Sulc.).

Línea susceptible (LS)						
Plaguicida	n	g.l.	Ppm			
			CL_{50}	Lim. Fiduciales 95%	CL_{05}	CL_{95}
Abamectina	180	6	0.06917	0.05306-0.08805	0.00276	1.73071
Endosulfan	180	6	55.54604	43.69395-68.88021	3.31022	932.07051
Imidacloprid	180	6	11.22921	2.36435-26.23809	0.57083	220.89788

n: Número de ninfas de cuarto estadio de *B. cockerelli*, g.l.: Grados de libertad y Límites fiduciales = cinturones de confianza.

Los valores de las CL_{50} para la línea susceptible, para abamectina, endosulfan e imidacloprid fueron: 0.06917, 55.54604 y 11.22921 respectivamente; estos valores son relativamente bajos comparados con los de la línea de invernadero y de campo (tabla 2 y 3), por su parte Vega *et al.* (2008) reportan para una línea susceptible recolectada en plantas silvestres en Celaya, Guanajuato y mantenida libre de presión de selección desde 2002, una CL_{50} con valores que van desde las 0.01 hasta las 76.5 ppm, para insecticidas con similar grupo toxicológico a los de esta investigación, por lo que podemos emplear a la línea susceptible en estudio como línea de referencia para la determinación de proporciones de resistencia.

En las concentraciones letales medias determinadas de las poblaciones de invernadero y de campo (Villa de Arista, San Luis Potosí) para los insecticidas utilizados (abamectina, endosulfan e imidacloprid) se obtuvieron: 0.06536, 112.8253 y 21.41733; 0.74147, 140.77441 y 22.86530 respectivamente (tabla 2 y 3), en cual abamectina presenta valores con gran similitud a la línea susceptible, y en caso de endosulfan e imidacloprid se presenta gran diferencia en los valores.

Tabla 2. Concentración letal y límites fiduciales de tres insecticidas aplicados a ninfas de cuarto estadio de *Bactericera cockerelli* (Sulc.), de la línea de invernadero y su proporción de resistencia contra la línea susceptible.

Línea de invernadero (INV)							
Población	N	g.l.	Ppm				X
			CL ₅₀	Lim. Fiduciales 95%	CL ₀₅	CL ₉₅	
Abamectina	180	6	0.06536	0.04912-0.08451	.00201	2.12167	0.00582
Endosulfan	180	6	112.8253	95.02803-132.84723	1.1551	890.65338	2.0312
Imidacloprid	180	6	21.41733	0.12142-87.93127	2.3058	198.9282	1.9072

n: Número de ninfas de cuarto estadio de *B. cockerelli*, g.l.: Grados de libertad y Límites fiduciales = cinturones de confianza

En la tabla 2 se proyectan los resultados de la línea de invernadero de *B. cockerelli*, Como se observa la CL₅₀ para los insecticidas abamectina, endosulfan e imidacloprid son de 0.06536, 112.8253, 21.41733 ppm respectivamente.

En el caso de abamectina presenta unos valores similares a los de la línea susceptible y presenta una proporción de resistencia de 0.00582X. De acuerdo a la acción translaminar que tiene abamectina es posible que su aplicación en campo seleccione un elevado porcentaje de los individuos (Vega *et al.*, 2008), sin embargo, su uso en invernadero es poco frecuente (no más de una aplicación por temporada) y la resistencia generalmente se desarrolla sólo con dosis altas y aplicaciones frecuentes, esto explica por qué en la respuesta de abamectina no se observaron diferencias entre la población susceptible y la línea de invernadero.

En el caso de endosulfan, presentó una proporción de resistencia de 2.03X, similarmente a lo reportado para el insecticida imidacloprid, ya que su proporción de resistencia fue: 1.9X (tabla 2).

Tabla 3. Concentración letal y límites fiduciales de tres insecticidas aplicados a ninfas de cuarto estadio de *Bactericera cockerelli* (Sulc.), de la línea de campo y su proporción de resistencia contra la línea susceptible.

Linea de campo (SLP)							
Población	N	g.l.	Ppm				X
			CL ₅₀	Lim. Fiduciales 95%	CL ₀₅	CL ₉₅	
Abamectina	180	6	0.74147	0.55414-1.00066	0.01500	36.67271	10.72
Endosulfan	180	6	140.77441	117.73996-167.32961	14.08991	1406	2.53
Imidacloprid	180	6	22.86530	1.69202-79.24765	1.95021	268.08481	2.61

n: Número de ninfas de cuarto estadio de *B. cockerelli*, g.l.: Grados de libertad y Límites fiduciales = cinturones de confianza

En la tabla 3 se muestran los resultados de la población de campo comparados con los de la línea susceptible y su proporción de resistencia, como se puede observar en el caso de abamectina muestra una marcada diferencia en las CL₅₀, comparando los valores de la línea susceptible Ls= 0.06917 ppm y SLP= 0.74147ppm y presenta una proporción de resistencia de 10.72X. Respecto a otros trabajos de investigación, (García, 2012) reporta una proporción de 2.56X en poblaciones provenientes de la zona papera de Coahuila y nuevo león, por lo que es preocupante el desarrollo de resistencia en esta región chilera en estudio.

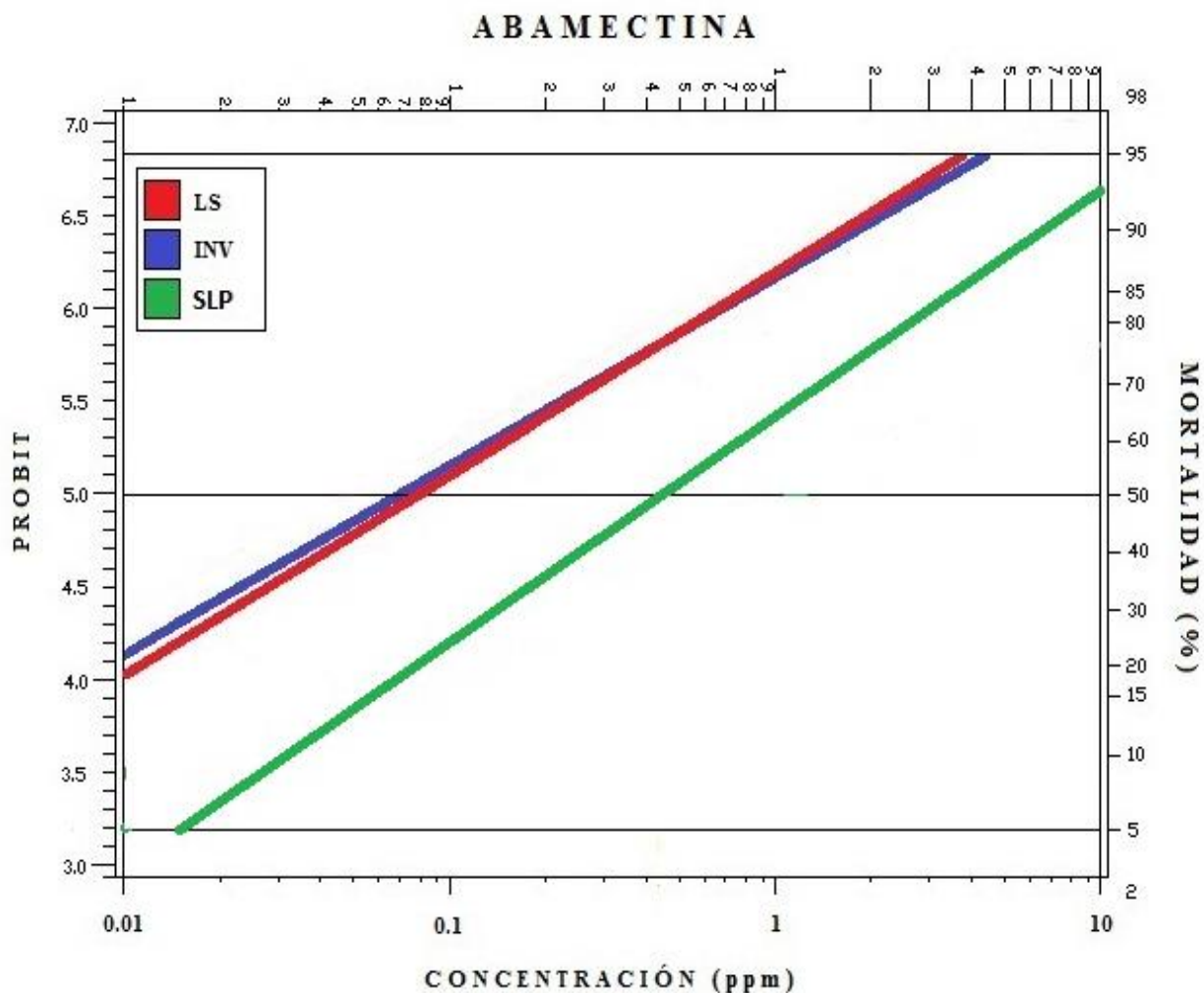
En el caso del endosulfan se obtuvo una gran diferencia de 2.53X, como proporción de resistencia, por su parte García(2012) en su investigación reporta una proporción de resistencia de 3.75X en las poblaciones de Coahuila y nuevo león, debido a la poca diferencia entre estos valores nos permite pensar que el manejo de *B.cockerelli* en ambas zonas con este insecticida es muy similar.

En el caso de imidacloprid se obtuvieron diferencias significativas en los valores de las CL₅₀ de la línea de campo contra la línea susceptible y presenta una proporción de resistencia de 2.61X, según Cerna *et al.*, (2010) reporta un línea susceptible con una CL₅₀ de 3.65 ppm y comparando esta concentración con las CL₅₀ de la línea de invernadero y de SLP nos da una proporción de resistencia de 5.86X y 6.26X en relación con las CL₅₀ de nuestro trabajo, se observa una tendencia al aumento de la resistencia.

Líneas de concentración-respuesta

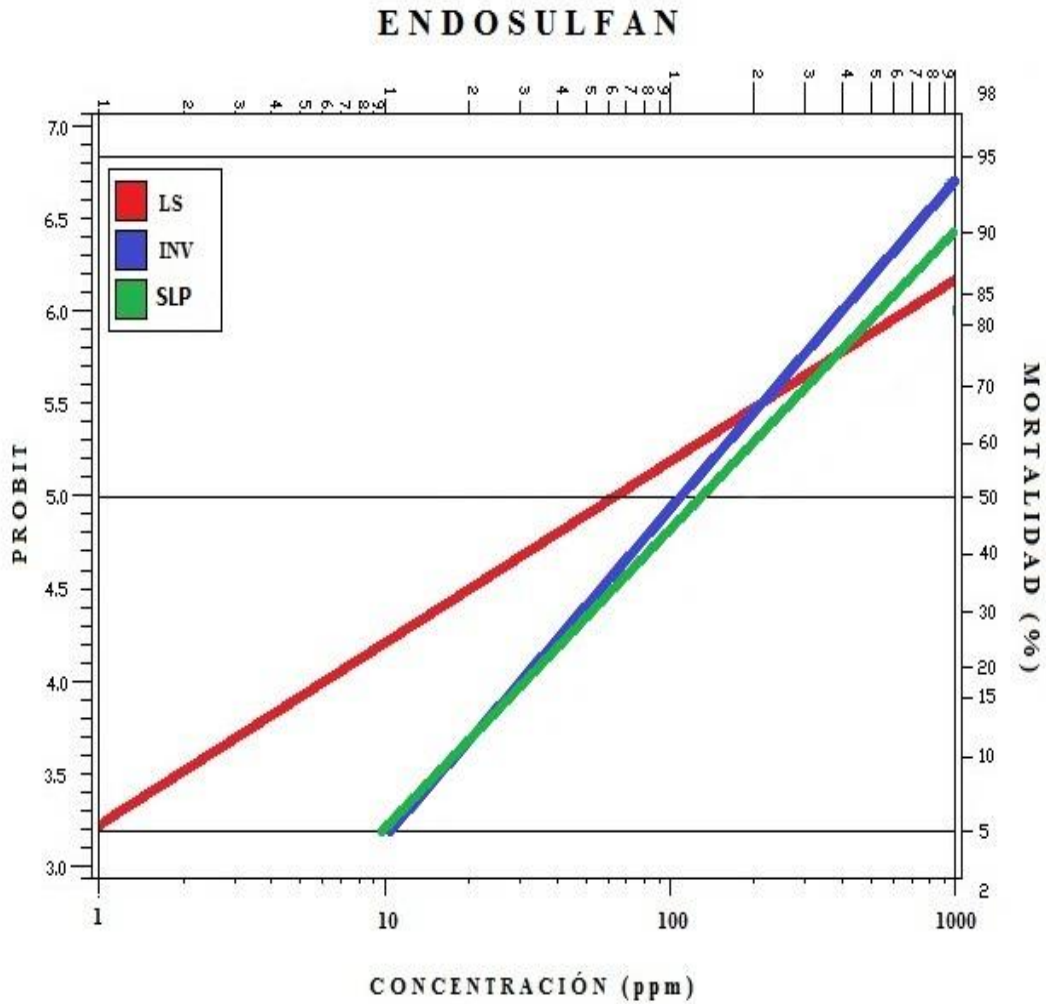
Líneas de concentración-respuesta linearizadas en escala probit y % de mortalidad, como se puede ver en la línea susceptible en el caso de abamectina presenta una CL_{50} mayor que la población de invernadero, con respecto a la pendiente, la población de campo resulta ser más heterogénea como se muestra en la (figura 4), así como también se puede observar que la línea de campo es más resistente ya que presenta un CL_{50} mucho mayor en comparación con las otras dos poblaciones.

Figura 4. Líneas de concentración-respuesta de Abamectina en las tres poblaciones de *Bactericera cockerelli*.



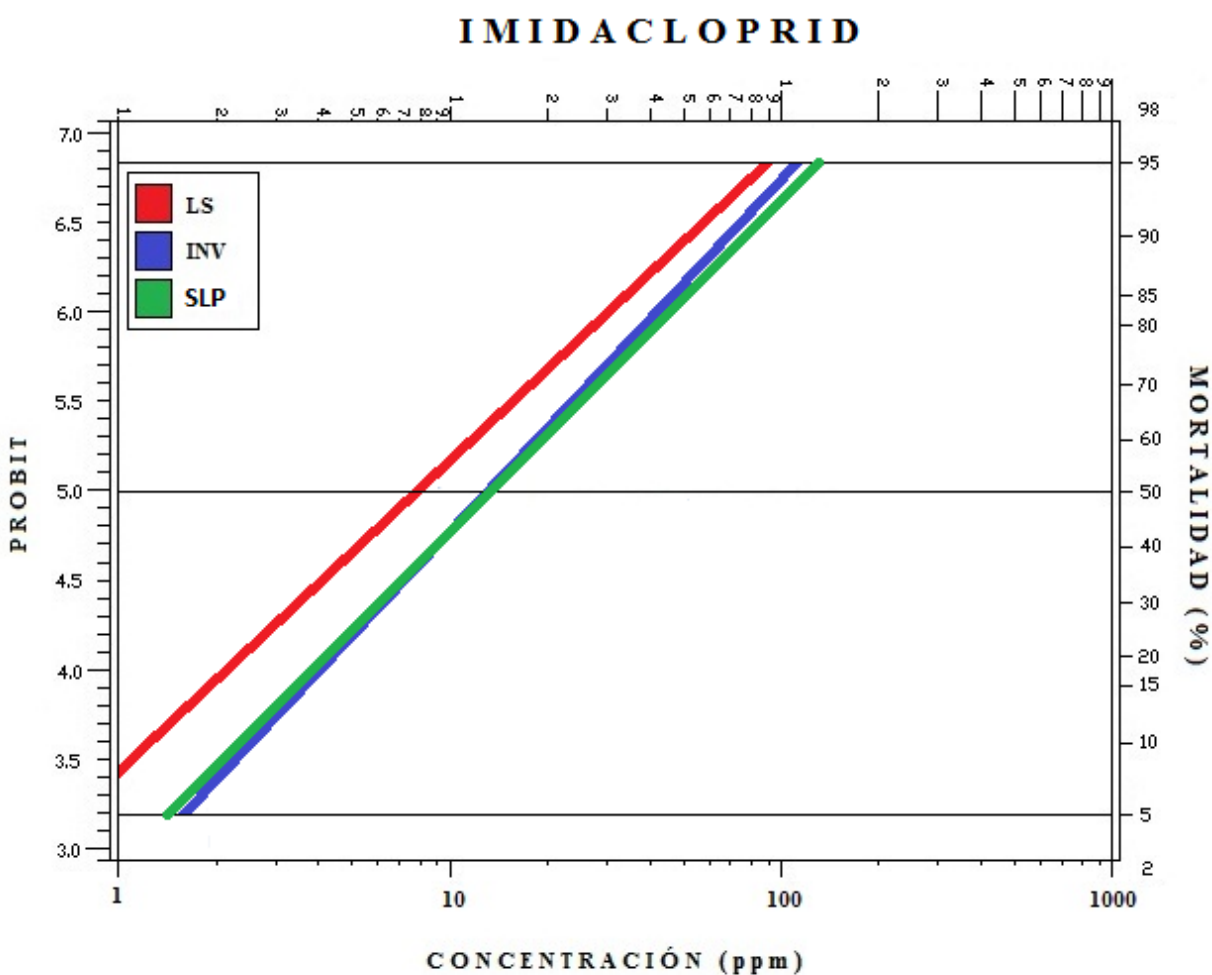
En la figura 5 el cual es el caso del insecticida Endosulfan la población susceptible presenta una menor CL_{50} que la población de invernadero y resultado ser las más heterogénea en comparación con las otras dos poblaciones, la población de invernadero presento una CL_{50} mayor que la susceptible pero menor que la línea de campo y resultado ser más homogénea que las otras dos poblaciones, la población de campo presento la mayor CL_{50} pero en comparación con la línea susceptible es más homogénea.

Figura 5. Líneas de concentración-respuesta de Endosulfan en las tres poblaciones de *Bactericera cockerelli*.



En caso del Imidacloprid como se puede ver en la (figura 6), la población susceptible presenta la menor CL_{50} que las otras dos poblaciones pero tiende a ser más heterogénea que la línea de invernadero, la línea de invernadero presenta gran similitud en la CL_{50} , así mismo es más homogénea que la población de campo, la población de campo resultado ser la más heterogénea.

Figura 6. Líneas de concentración-respuesta de Imidacloprid en las tres poblaciones de *Bactericera cockerelli*.



CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos con este trabajo de investigación, concluimos lo siguiente:

La línea susceptible en el caso de endosulfan e imidacloprid, presenta los menores valores de CL_{50} , por lo que se utilizó como línea de referencia, en el caso contrario en abamectina, donde la línea susceptible fue un poco mayor que la línea de invernadero.

En el caso de endosulfan e imidacloprid en la línea de invernadero mostraron una proporción de resistencia con gran similitud, dicha población resulto ser la más homogénea en las observaciones.

La población de campo proveniente de la zona productora de chile de Villa de Arista, San Luis Potosí fueron los que presentaron mayor proporción de resistencia a los insecticidas donde el caso de la abamectina supera el umbral con un valor de 10.72X y en el caso del endosulfan e imidacloprid se observa una tendencia a tolerar dosis altas de insecticidas.

BIBLIOGRAFIA

- Abad, J. A.; Bandia, M.; French-Monar, R.D.; Liefting, L. W.; Clover, G. R. G. 2009. First report of the detection of "*Candidatus Liberibacter*" species in zebra chip disease-infected potato plants in the United States. *Plant Disease* 93 (1): 108.
- Al-Jabr, A. M. 1999. Integrated Pest Management of Tomato / Potato Psyllid, *Paratrioza cockerelli* (Sulc) (Homoptera: Psyllidae) with Emphasis on its Importance in Greenhouse Grown Tomatoes. Department of Bioagricultural Sciences and Pest Management. In partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy Colorado State University Fort Collins, Colorado Summer 1999.
- Almeyda, L. I. H.; Sánchez, S. J. A. y Garzón, T. J. A. 2004. Detección molecular de fitoplasmas en papa. Memoria de la XXI Semana Internacional del Parasitólogo: Simposium Punta Morada de la Papa, Saltillo, Coahuila, México. Pp 4-13.
- Almeyda, L. I. H.; Sánchez, S. J. A. y Garzón, T. J. A. 2008. Vectores causantes de punta morada en Coahuila y Nuevo León, México. *Agricultura técnica en México*. Abril-Junio. Año/vol. 32. Numero 02. Texcoco, México. Pp 141-150.
- Almeyda, L. I. H.; Sánchez, S. J. A. y Garzón, T. J. A. 2008. Vectores causantes de punta morada en Coahuila y Nuevo León, México. *Agricultura técnica en México*. Abril-Junio. Año/vol. 32. Numero 02. Texcoco, México. Pp 141-150.
- Almeyda, L. I. H.; Sánchez, S. J. A. y Rubio, C. O. 2002b. Detección molecular de fitoplasma en insectos y malezas asociados al cultivo de papa (*Solanum tuberosum*). In Fuentes, G. D. (ed.) Memoria del XXIX Congreso Internacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Resumen P. 141.
- Anderson, J. 2008. Observations on the effect of the potato/tomato psyllid on potato breeding trials at Pukekohe and comments on the possible consequences for the New Zealand potato industry. Crop & Food Research Confidential Report No. 2146, Crop & Food Research, Lincoln, New Zealand. P 7.
- Bayer 2005. Manual productos fitosanitarios. México.
- Badii, H. M. y Victoriano, G. A. 2007. Resistencia en Insectos, Plantas y Microorganismos. CULCyT//Impacto Ecologico. No.18. p.10.
- 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. Univ. Aut. De Qro., Ciencias Químicas. 55 p.
- Beres, M.; Zavala, S. M. E.; Ríos, S. M.; Marín, J. A.; Rocha, R.; Leal, K. D. S. y Martínez, S. J. P. 1998. Etiología y Ecología del Agente Causal de los Síndromes "Bola de Hilo" y "Punta Morada" de la papa en México. Cong. Nal. De Productores de Papa. 2º Simposio Internacional de la Papa. Toluca, México. 4p.

- Bernal R. C. R. 2011. Manejo integrado de *Bactericera cockerelli*(sulc).Curso de plagas y enfermedades en hortalizas. Fundación produce de Sinaloa. P.68.
- Bisset, J. A.; Rodríguez, M. M.; Molina, D.; Díaz, C.; y Soca, L. A. 2001. Esterasas elevadas como mecanismo de resistencia a insecticidas organofosforados en cepas de *Aedes aegypti*. REV CUBANA MED TROP 53(1): 37-43.
- Borror, D.J. Triplehorn C.A. and Johnson N.F. 1989.An introduction to the study of insects.6^a edition.Saunders College Publishing EUA.875 pp.
- Bravo, L. G. A.; Galindo, G. G. y Amador, D. R. M. 2006. Tecnología de producción de chile seco. (INIFAP) instituto nacional de investigaciones forestales agrícolas y pecuarias-centro de investigación regional norte centro, campo experimental zacatecas. 5:110.
- Brogdon, W. G. and Barber, A. M. 1990.Microplate assay of Glutathione S-transferase activity for resistance detection in single-mosquito triturates. Comp. Biochem. Physiol. 96: 339-342.
- Brogdon, W. G. and Dickinson, C. M. 1983.A microassay system for measuring esterase activity and protein concentration in small samples and in high-pressure liquid chromatography aluate fractions.Analyt.Biochem. 131: 499-503.
- Brogdon, W. G.; McAllister and Vulule J. 1997.Heme peroxidase activity measured in single-mosquitoes identifies individuals expressing an elevated oxidase for insecticide resistance. J. Am. Mosq. Control Assoc 13: 223-237
- Brown, T. M. and Brogdon, W. G. 1987.Improved detection of insecticide resistance through conventional and molecular techniques.Ann. Rev. Entomol. 32: 145-162.
- Bujanos M. R.; Luna, Q. S. y Jarillo, M. A. 2005. Memorias de la tercera convención mundial del chile. INIFAP campo experimental el bajo. 212p
- Burckhardt, D. and P. Lauterer.1997. A taxonomic reassessment of the trioizid genus *B.* (Hemiptera: Psylloidae). Journal of Natural History. U. K. 31(1):99-153.
- Cadena, H, M.,0., Guzmán, P. R., Díaz, V. M., Zavala,Q. T., Magaña T. O., Almeyda, L. I., López, D. H., Rivera, P. A., Rubio, C. O.2003. Distribución, Incidencia y Severidad del Pardeamiento y la Brotación Anormal en los Tubérculos de Papa (*Solanum tuberosum* L.) en Valles Altos y Sierras de los Estados de México, Tlaxcala y el Distrito Federal, México. Revista Mexicana de Fitopatología Vol. 21, 2003(Diciembre; December) pp. 248-259.
- Carrillo, R. H. 1984. Análisis De Acción Conjunta de Insecticidas en Larvas del Gusano Cogollero del Maíz (J.E: Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados. Chapíngo, México, p. 82.

- Castellanos, J. M. 2004. Para una agricultura orgánica sustentables e inocua; paratriozafin. Boletín informativo, Organic. S. A. de C. V. P 6.
- Cerna, C. E.; Mendoza, V. R.; Guevara, A. L.; Landeros, F. J.; Ochoa, F. Y and Badii, M. H. 2010. Susceptibility of *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptous: Triozidae) to insecticides in the State of Coahuila, Mexico. Resistant Pest Management Newsletter. Vol. 20 (1): 3-5 p.
- Coveca. 2011. Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria. (<http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/page/covecainicio/imagenes/archivospdf/archivosdifusion/monografia%20chile2011.pdf>).
- Cranshaw, W. S. 2007. Potato or tomato psyllids. Insect Series Home & Garden. No. 5:540.
- Davis, A. C. 1931. Observations on the life history of *P. cockerelli* (Sulc) in Southern California. J. Econ. Entomology 30:891-898.
- Delgadillo, F. S. 1999. Alteraciones histológicas causadas por fitoplasmas asociados al “permanente del jitomate” en Guanajuato. XXVI Nacional de Fitopatología. P. 320.
- Devonshire, A. L. 1990. Biochemical and molecular genetic analysis of insects populations resistant to insecticides. Brighton crop protection conference. Pest and Diseases. Pp 889-896
- Devonshire, A. L. and Moores G. D. 1984. Characterization insecticide-insensitive acetylcholinesterasa: microcomputer based analysis of enzyme inhibition in homogenates to individual house fly (*Musca domestica*) heads. Pestic. Biochem. Physiol. 21: 341-348.
- Díaz, V. M.; Cadena, H. M. A.; Rojas, M. R. I.; Zavaleta, M. E.; Ochoa, M. D. and Bujanos, M. R. 2008. Responses of potato cultivars to the psyllid (*Bactericera cockerelli*) under greenhouse Conditions. Agricultura Técnica en México, Vol. 34, Núm. 4: 471-479
- Feng-Gao, J. J.; Xiangbing, Y. and Tong-XianLiu. 2009. Zebra chip disease incidence on potato is influenced by timing of potato psyllid infestation, but not by the host plants on which they were reared. Insect Science 16: 399-408
- Ferguson, G., Banks, E., Fraser, H. 2001. Potato Psyllid - A New Pest in Greenhouse Tomatoes and Peppers. Ontario Ministry of Agriculture, Foods and Rural Affairs.
- Ffrench, C. R. H.; steinchen J. C. and Brun, L. O. 1994. A molecular diagnostic for endosulfan insecticide resistance in the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) Bull. Entomol. Res. 84:11-16.

- Flores-Olivas. A.; Gallegos M. G.; and García M. O. 2004. Memorias del simposio punta morada de la papa. Universidad Autónoma Agraria Antonia Narro, Saltillo, Coahuila, Mexico. 103 p
- García. S. E. A. 2012. Proporción de resistencia de *Bactericera cockerelli*(sulc) en la zona papera de Coahuila y nuevo león a tres insecticidas convencionales. Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. P.41. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Garza, E., U. y A. Rivas M. 2003. Manejo integrado de las plagas del chile y jitomate en la zona de San Luís Potosí. INIFAB-CIRNE. Campo experimental Ebano. Folleto para productores Num.5. San Luís Potosí, México. 47 p.
- Garzón, J. A. 1984. “Enfermedad del “permanente” del jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Celaya, Gto.”, *XI Congreso Nacionalde Fitopatología*. San Luis Potosí. Resúmenes Sociedad Mexicana de Fitopatología, A. C. Pág. 138.
- Garzón, J. A. 2003. “El ‘pulgón saltador’ o la *Paratrioza*, una amenaza para la horticultura de Sinaloa”, *Taller sobre Paratrioza cockerelli Sulc. Como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas*. Memoria. 9-12 pp.
- Garzón, J. A.; C. A. Garza; y M. R. Bujanos. 1986. “Determinación del insecto vector de la enfermedad de tipo viral “permanente del tomate” (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en la región del Bajío”, en *XIII Congreso Nacional de Fitopatología*. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Resúmenes Sociedad Mexicana de Fitopatología, A. C. Pág. 30.
- Garzón, T. J. A.; Garzón, C. J. A.; Velarde, F. S.; Marín J. A.; Cárdenas V. O. G. 2005. Ensayos de transmisión del fitoplasma asociado al “Permanente del tomate” por el psílido *Bactericera cockerelli* Sulc., en México. *Entomología Mex.* (4). México. p.: 672-675.
- Garzón, T.; Cardenas, V.; Bujanos, M.; Marin, J.; Becerra, F.; Velarde F.; Reyes, M.; Gonzalez, C.; Matinez, C. 2009 Asociacion de hemiptera: triozidae con la enfermedad permanente del tomate en mexico *Agricultura técnica en mexico* vol. 35 p.61-72.
- Garzón, T.; 2011. Daños causados por Paratrioza *Bactericera cockerelli* en Sinaloa. Curso de plagas y enfermedades en hortalizas. Fundación produce de Sinaloa. P.68.
- Hansen, A. K.; Trumble, J. T.; Stouthamer, T. and Paine, T. D. 2008. A new huanglongbing species, “*Candidatus Liberibacter psyllauros*”, found to infect tomato and potato, is vectored by the psyllid *Bactericera cockerelli* Sulc. *Appl. Environ. Microbiol.* 74(18):5862-5865.
- Hansen, A. K.; Trumble, J. T.; Stouthamer, T. and Paine, T. D. 2008. A new huanglongbing species, “*Candidatus Liberibacter psyllauros*”, found to infect tomato and potato, is

vectored by the psyllid *Bactericera cockerelli* Sulc. Appl. Environ. Microbiol. 74(18):5862-5865.

Hodkinson, I. D. 2009. Life cycle variation and adaptation in jumping lice (Insecta:Hemiptera: Psylloidea): a global synthesis. J. Nat. Hist. 43:65-179.

http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/potato_psyllid.htm
<http://www.sel.barc.usda.gov/Psyllid/psyllidframe.html>.

Hubert, J. J. 1980. Bioassay. Kendall/Hunt Pub. Co. USA.164 p.

Ibel, K.; May, R. P.; Kirscheer, K.; Szadkowski, H.; Mascher, E. and Lundahl, P. 1990. Protein-decorated micelle structure of sodium-dodecyl-sulfatoproyein complexes as determined by neutron scattering. Eur. J. Biochem. 190: 311-318.

Janes, M., J. 1936. *Paratrioza cockerelli* (Sulc) on tomatoes in Southwest Texas. J. Econ. Ent. 30, No. 2. pp.379.

Jensen, A.; Hamm, P.; Thomas, P. E.; Crosslin, J.; Munyaneza, J. E.; Schreiber, A. and Pike, K. 2004. Purple top and leafhoppers: an update. Potato progress. IV: 1-3.

Knowlton, G. F. and Janes, M. J. 1931. Studies on the biology of *Paratrioza cockerelli* (Sulc). Entomol. Soc. Am. Ann. 24: 283-291.

Lagunes, T. A. Y J. Villanueva, J. 1994. Toxicología y manejo de insecticidas. Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillos, Edo. de México. 264 pp.

Liefting, L. W.; Perez-Egusquiza, Z. C.; Clover, G. R. G.; Anderson, J. A. D. 2008. A new 'Candidatus Liberibacter' species in *Solanum tuberosum* in New Zealand. Plant Disease 92(10): 1474.

Liefting, L. W.; Sutherland, P.W.; Ward, L. I.; Paice, K. L.; Weir, B. S.; Clover, G. R. G. 2009a. A new, 'Candidatus Liberibacter' species associated with diseases of solanaceous crops. Plant Disease 93 (3): 208-214.

Liefting, L. W.; Weir, B. S.; Pennycook, S. R.; Clover, G. R. G. 2009b. 'Candidatus Liberibacter solanacearum', a liberibacter associated with plants in the family Solanaceae. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. In press. In: New Zealand Plant Protection 62: 136-144.

List, G. M. 1939. The potato and tomato psyllid and its control on tomatoes. Colorado Agricultural Experiment Station Bulletin 454: 33.

Liu, D. G.; Trumble, J. T. and Stouthamer, R. 2006. Genetic differentiation between Eastern populations and recent introductions of potato psyllid (*Bactericera cockerelli*) into western North America. Entomologia Experimentalis et Applicata 118(3): 177-183.

Lorenzo, C. Y. 2005. Evaluación de insecticidas contra ninfas del psilido de la papa *Bactericera cockerelli* (sulc) en el cultivo de la papa *solanum tuberosum* L. Tesis de

- licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. P.49. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Lorus, M. and Marguery, M. 1980. Field guide to North American insects and spiders. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, New York. p 499.
- Marín J. A.; Bujanos, M. R.; Delgadillo, S. F. 2009. Psiloides y cicadélidos en el cultivo de la papa en el Bajío, Guanajuato, México. *Agricultura Técnica en México*, Vol. 35, Núm. 1, enero-marzo, 2009. Pp. 117-123
- Marín J.A. 2004. Biología, ecología e identificación de insectos vectores en cultivo de papa. Memoria de la XXI Semana Internacional del Parasitólogo: Simposium Punta Morada de la Papa, Saltillo, Coahuila, México. Pp 86-90.
- Martin, N. A. 2008. Host plants of the potato/tomato psyllid: a cautionary tale. *The Weta*. 35 (1): 12-16.
- Mayela, P.; Echeverría, C.; Mora, U. 2010 Plan de acción ante la cercanía de paratrioza *Bactericera cockerelli* ulc. Servicio Fitosanitario del Estado. Ministerio de agricultura y ganadería. Costa Rica. Vol.45 p.4
- Millar, G., L., D.R. Millar, and R. W. Carson. 2000. Psylloidea Wed page.
- Molina, J de D..Mairena, B. S., Aguilar, L. B. 2004. Guía MIP en el Cultivo de la Papa Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Monge, L. A. 1986. Manejo Racional de Insecticidas. Resistencia y rotación. Editorial tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. p. 74.
- Munyanza, J. E. and Upton, J. E. 2005. Beet leafhopper (Hemiptera: Cicadellidae) transmits the Columbia Basin potato purple top phytoplasma to potato, beets, and weeds. *J. Economic Entomology*. 99:268-172.
- Munyanza, J. E.; Crosslin, J. M. and Upton, J. E. 2007. Association of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) with "Zebra Chip," a new potato disease in Southwestern United States and México. *J. Econ. Entomol.* 100: 656-663.
- Pavlista, A. D. 2002. Potato (tomato) psyllids. *Nebraska Potato Eyes*. 4:1-4.
- Pavlista, A. D. 2002b. Leafhoppers. U. Nebraska Panhandle Research and Extension Center. *Nebraska Potato Eyes Vol.* (14): 4
- Percy, D. M. 2003. Legume-feeding psyllids (Hemiptera: Psylloidea) of the canary islands and Madeira. *Journal of Natural History*. 37: 397-461.
- Pitman, A. R.; Drayton, G. M.; Kraberger, S. J.; Genet, R. A. and Scott, I. A. W. 2011. Tuber transmission of "*Candidatus Liberibacter solanacearum*" and its association with zebra chip on potato in New Zealand. *European journal of plant pathology*. Dordrecht : Springer Netherlands. Mar., v. 129, no. 3: 389-398 p.
- Pletsch, D. J. 1947. The potato psyllid *Paratrioza cockerelli* (Sulc), its biology and control. *Montana Agric. Expt. Stn. Bull.* 446: 95 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.
- Rivera, J. F. 2002. El Cultivo de la Papa (*Solanum tuberosum* L.) en Guatemala. Primera Edición. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. ICTA. Guatemala.
- Salas, M. M. A.; Flores O. A.; Sánchez A. A.; García, M. O.; Almeyda, L. I. H. y Garzón, T. J. A. 2006 Eficiencia de insectos vectores en la transmisión de fitoplasmas de la punta morada de la papa. *In: Memorias de XXII Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa*. Toluca, Estado de México. p. 0-1
- Segonda, V. G.; Munyaneza, J. E.; Crosslin J. M.; Buchman, J. L. and Rappu, H. R. 2010. Phenotypic and Etiological differences between psyllid yellows and zebra chip disease of potato. *American Journal of Potato Research*. 87: 41-49.
- Sencor, G. A.; Lee, I. M.; Bottner, K. D.; Rivera, V. V.; and Gudmestad, N. C. 2006 First report of a defect of processing potatoes in Texas and Nebraska associated with new phytoplasma. *Plant Disease* 90:377
- Soderlund, D., M.; J. R. Bloomquist.; F. Wong.; L. L. Payne and D. C. Knipple. 1989. Molecular Neurobiology: Implications for Insecticide Action and Resistance. *Pestic. Sci.* 26: 359-374.
- Teulon, D. A. J.; workman, P. J.; Thomas, K. L. and Nielsen, M. C. 2009 *Bactericera cockerelli*: incursion, dispersal and current distribution on vegetable crops in new zealand. *New Zealand Plant Protection* 62: 136-144 (2009).
- Trumble, J. 2006. The Tomato Psyllid: a new problem on Fresh Market Tomatoes in California and Baja Mexico. University of California. Riverside. Department of Entomology. <http://ucce.ucdavis.edu/counties/countyadmin/printedprogpageshow.cfm?pagenum=6056&progkey=1727>
- Twine, P. H. and Reynolds H. T. 1980. Relative susceptibility and resistance of the tobacco budworm to methyl parathion and synthetic pyrethroids in southern California. *J. Econ. Entomol.* 73: 339-242.
- Vega, G.; Rodríguez, M.; Díaz, G.; Bujanos, M.; Mota, S.; Martínez, C.; Lagunes, T.; Garzón, T. 2008 Susceptibilidad a insecticidas en dos poblaciones mexicanas del salerillo, *Bactericera cockerelli* (sulc) (Hemiptera: Triozidae) *Agrociencia*, Vol. 32. No.4. Pp.463-471
- Wallis, R. 1955. Ecological studies on the potato psyllid as a pest of potatoes. USDA Technical Bulletin No. 1107: 25 pp.

APENDICE

Tablas de mortalidad corregida

Tabla 4. Corrección de mortalidad de abamectina en la línea susceptible.

Dosis	numero	muertos	% mort	mortcorreg
testigo	90	6	6.66666667	0
0.01	90	21	23.33333333	17.8571429
0.05	90	36	40	35.7142857
0.1	90	60	66.6666667	64.2857143
0.5	90	75	83.33333333	82.1428571
1	90	84	93.33333333	92.8571429
2.5	90	87	96.6666667	96.4285714

Tabla 5. Corrección de mortalidad de abamectina en línea de invernadero.

Dosis	numero	muertos	% mort	mortcorreg
0.01	90	22	24.44444444	22.7272727
0.05	90	36	40	38.6363636
0.1	90	54	60	59.0909091
0.5	90	72	80	79.5454545
1	90	84	93.33333333	93.1818182
2.5	90	87	96.6666667	96.5909091

Tabla 6. Corrección de mortalidad de abamectina en líneas de Villa de Arista, SLP.

Dosis	Ind. Observ.	Muertos	% Mort.	Mort. Corr.
Testigo	90	2	2.22222222	0
0.01	90	4	4.44444444	2.27272727
0.05	90	11	12.2222222	10.2272727
0.1	90	25	27.7777778	26.1363636
0.5	90	50	53.33333333	52.2727273
1	90	69	65.5555556	64.7727273
2.5	90	82	80	79.5454545

Tabla 7. Corrección de mortalidad de endosulfan en la línea susceptible.

Dosis	Ind. Observ.	Muertos	% Mort.	Mort. Corr.
Testigo	90	10	11.11111111	0
10	90	26	28.88888889	20
50	90	41	45.55555556	38.75
100	90	64	71.11111111	67.5
300	90	74	82.22222222	80
800	90	86	95.55555556	95
1000	90	88	97.77777778	97.5

Tabla 8. Corrección de mortalidad de endosulfan en la línea de invernadero.

Dosis	Ind. Observ.	Muertos	% Mort.	Mort. Corr.
Testigo	90	6	6.66666667	0
10	90	9	10	3.57142857
50	90	23	25.55555556	20.2380952
100	90	49	54.44444444	51.1904762
300	90	72	80	78.5714286
800	90	84	93.33333333	92.8571429
1000	90	87	96.66666667	96.4285714

Tabla 9. Corrección de mortalidad de endosulfan en la línea de Villa de Arista, SLP.

Dosis	Ind. Observ.	Muertos	% Mort.	Mort. Corr.
Testigo	90	6	6.66666667	0
10	90	11	12.22222222	5.95238095
50	90	21	23.33333333	17.8571429
100	90	37	41.11111111	36.9047619
300	90	68	75.55555556	73.8095238
800	90	81	90	89.2857143
1000	90	84	93.33333333	92.8571429

Tabla 10. Corrección de mortalidad de imidacloprid en la línea susceptible.

Dosis	Ind. Observ.	Muertos	% Mort.	Mort. Corr.
Testigo	90	5	5.55555556	3.40909091
1	90	19	21.11111111	19.3181818
10	90	35	38.8888889	37.5
30	90	56	62.2222222	61.3636364
50	90	71	78.8888889	78.4090909
80	90	80	88.8888889	88.6363636
100	90	90	100	100

Tabla 11. Corrección de mortalidad de imidacloprid en la línea de invernadero.

Dosis	Ind. Observ.	Muertos	% Mort.	Mort. Corr.
Testigo	90	2	2.22222222	0
1	90	9	10	7.95454545
10	90	16	17.7777778	15.9090909
30	90	38	42.2222222	40.9090909
50	90	68	75.5555556	75
80	90	79	87.7777778	87.5
100	90	90	100	100

+Tabla 12. Corrección de imidacloprid en la línea de Villa de Arista, SLP.

Dosis	Ind. Observ.	Muertos	% Mort.	Mort. Corr.
Testigo	90	4	4.44444444	0
1	90	11	12.2222222	8.13953488
10	90	21	23.3333333	19.7674419
30	90	38	42.2222222	39.5348837
50	90	61	67.7777778	66.2790698
80	90	75	83.3333333	82.5581395
100	90	90	100	100