



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÒN DE AGRONOMÌA

**DEPARTAMENTO DE
PARASITOLOGÌA**

**DETERMINACIÒN DE LA TOLERANCIA DE CUATRO
POBLACIONES DEL PSÌLIDO DE LA PAPA *Bactericera
cockerelli* (Sulc) (HEMIPTERA: TRIOZIDAE)**

Por:

Heladio Lòpez Lòpez

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial
para Obtener el título de:**

Ingeniero Agrònomo Parasitòlogo

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Mayo 2010**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DETERMINACIÓN DE LA TOLERANCIA DE CUATRO POBLACIONES
DEL PSÍLIDO DE LA PAPA *Bactericera cockerelli* (Sulc) (HEMIPTERA:
TRIOZIDAE)

Realizado por:

HELADIO LÓPEZ LÓPEZ

TESIS

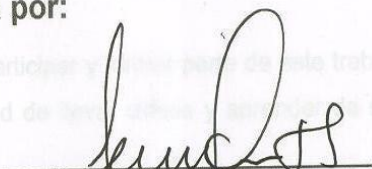
Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador,
como requisito parcial para obtener el título De:

Ingeniero Agrónomo Parasitólogo

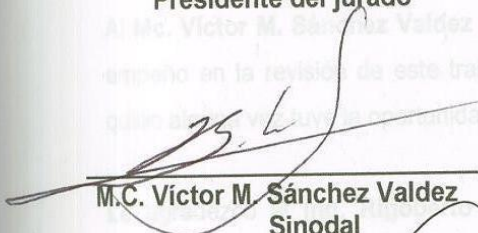
Aprobada por:



Dr. Ernesto Cerna Chávez
Presidente del jurado



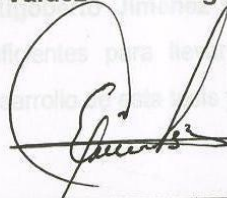
Dr. Jerónimo Landeros Flores
Sinodal



M.C. Víctor M. Sánchez Valdez
Sinodal



Ing. Rigoberto Jiménez Cordero
Sinodal



DR. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía
División de Agronomía



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Mayo de 2010

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no se habría podido realizar sin la colaboración de muchas personas que me han brindado su ayuda, sus conocimientos y apoyo. Quiero agradecerle a todos ellos cuanto han hecho por mí, para que este trabajo saliera adelante de la mejor manera posible.

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

Agradezco al **Dr. Ernesto Cerna Chávez** por aceptarme para realizar esta tesis bajo su dirección. Su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi formación como profesionalista. Las ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, han sido la clave de un buen trabajo que hemos realizado juntos, el cual no se habría podido realizar sin su siempre oportuna participación. Muchas gracias Profesor.

Al **Dr. Jerónimo Landeros Flores** por participar y formar parte de este trabajo con quien alguna vez tuve la oportunidad de llevar clases y aprender de sus experiencias; **Gracias**.

Al **Mc. Víctor M. Sánchez Valdez** por formar parte del jurado y poner todo su empeño en la revisión de este trabajo, además de ser un buen profesor con quien alguna vez tuve la oportunidad de llevar clases; **Gracias**.

Le agradezco al **Ing. Rigoberto Jiménez Cordero** por haberme facilitado siempre los medios suficientes para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de esta tesis y por formar parte del jurado.

AGRADECIMIENTOS

AL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DEL PROFESORADO (PROMEP)
POR EL APOYO BRINDADO PARA REALIZAR
MI TRABAJO DE TESIS A TRAVEZ DEL
PROYECTO DE INVESTIGACION

**DETERMINACIÓN DE LA TOLERANCIA DE CUATRO POBLACIONES
DEL PSÍLIDO DE LA PAPA *Bactericera cockerelli* (Sulc) (HEMIPTERA:
TRIOZIDAE)**

PROMEP/103.5/09/3919

BAJO LA DIRECCION
DEL DR. ERNESTO CERNA CHAVEZ

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo amor y cariño:

A ti **Dios**, que me distes la oportunidad de vivir y por darme la fortaleza, la salud, la esperanza para realizar este trabajo y de regalarme una familia maravillosa.

En especial este trabajo quiero dedicarlo a las personas que mas quiero, respeto y admiro. **A mis padres.**

Gildardo I. Lòpez Lòpez

Rebeca Lòpez Lòpez

Que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias por todo papa y mama por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor, por todo esto les agradezco de todo corazón el que estén conmigo a mi lado.

Los quiero con todo mi corazón y este trabajo es para ustedes por ser el hijo único que aprovecho sus estudios, aquí esta lo que ustedes me brindaron, solamente les estoy devolviendo lo que ustedes me dieron en un principio.

A mis hermanos: Misael, Martín, Galdino, G. Eulalio, Rodrigo, Nazario y a mi querida hermanita Irais te quiero por ser la única, gracias por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho. Y a mis cuñadas por estar siempre conmigo y consentirme tanto, los quiero.

A mis sobrinos J. Alberto, Miguel, D. Armando y Cristián y a mis sobrinas Jarelli Michell y Karen Jocelin, a todos los quiero mucho y mas que sobrinos son como mis amigos.

A mis Abuelos, Tíos, Primos, primas y aquellas personas que me apoyaron incondicionalmente y darme consejos para llegar a ser lo que ahora soy, todo un profesionalista.

A mis amigos: Andrés (payi), Jonathan (furcio), Ing. Adalberto (la panzona) por haberme brindado su apoyo y amistad durante mi estancia en la universidad, a mi amiga Dora Anabel por apoyarme incondicionalmente con su sonrisa futbolera, a mi amigo Alberto castellanos Ortiz (Betin) y familia por brindarme su apoyo incondicional en todo momento y ser un ejemplo de el, tu puedes.

A todos Uds. **MIL GRACIAS** de todo corazón, que Dios los bendiga, por que han sido una bendición en mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	Xi
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Origen de la papa	4
Descripción botánica	4
Raíz.....	5
Tallos.....	5
Tubérculos.....	5
Hojas.....	6
Flores.....	6
Frutos.....	6
Ubicación taxonómica	7
Importancia económica del cultivo	7
Factores climáticos	8
Temperatura.....	8
Luz.....	8
Humedad.....	9
Suelo.....	9
Aspectos fitosanitarios	9
Hongos fitopatógenos.....	9
Tizón tardío <i>Phytophthora infestans</i>	10
Tizón temprano <i>Alternaría solani</i>	11
Rhizoctoniasis <i>Rhizoctonia solani</i>	11
Enfermedades bacterianas.....	12
Marchites bacteriana <i>Pseudomonas solanacearum</i>	12
Pudrición blanda <i>Erwinia caratovora</i>	12
Virus.....	13
Plagas.....	13
Paratrioza (=Bactericera) cockerelli (Sulc)	14
Origen.....	14

Generalidades de <i>B. cockerelli</i>	15
Distribución.....	16
Ubicación taxonómica.....	17
Importancia económica.....	18
Daños.....	19
Biología y hábitos de <i>B. cockerelli</i>	19
Huevo.....	20
Estados ninfales.....	20
Primer instar.....	20
Segundo instar.....	21
Tercer instar.....	21
Cuarto instar.....	21
Quinto instar.....	22
Adulto.....	22
Alternativas de control.....	23
Control cultural.....	23
Control biológico.....	24
Control químico.....	25
Descripción de insecticidas.....	25
Abamectina.....	25
Generalidades.....	25
Modo de acción.....	26
Profenofos.....	26
Generalidades.....	26
Modo de acción.....	27
Resistencia	27
Generalidades de resistencia.....	28
Resistencia por comportamiento.....	28
Resistencia morfológica.....	29
Resistencia fisiológica.....	29
Resistencia metabólica.....	30
Resistencia no metabólica.....	30
MATERIALES Y METODOS	31

Ubicación del experimento.....	31
Material biológico.....	31
Cría del material biológico.....	32
Bioensayo.....	32
Determinación de la CL ₅₀	33
Proporción de resistencia.....	34
Análisis de resultados.....	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
Concentración letal (CL ₅₀).....	35
Proporción de resistencia.....	40
Líneas de respuesta dosis/mortalidad.....	41
CONCLUSIONES.....	43
LITERATURA CITADA.....	44
APENDICE.....	54

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Contenido	Página
CUADRO 1	Concentración letal y límites fiduciales de los insecticidas aplicados a la línea susceptible (Ls) de ninfas de cuarto estadio de <i>Bactericera cockerelli</i> (sulc).....	36
CUADRO 2	Concentración letal y límites fiduciales de los insecticidas aplicados a ninfas de cuarto estadio de <i>Bactericera cockerelli</i> (sulc) de la línea de Huachichil (Hu) y su proporción de resistencia contra la línea susceptible.....	36
CUADRO 3	Concentración letal y límites fiduciales de los insecticidas aplicados a ninfas de cuarto estadio de <i>Bactericera cockerelli</i> (sulc) de la línea de Saltillo (Sa) y su proporción de resistencia contra la línea susceptible.....	37
CUADRO 4	Concentración letal y límites fiduciales de los insecticidas aplicados a ninfas de cuarto estadio de <i>Bactericera cockerelli</i> (sulc) de la línea de Raíces (Ra) y su proporción de resistencia contra la línea susceptible.....	37
CUADRO 5	Concentración letal y límites fiduciales de los insecticidas aplicados a ninfas de cuarto estadio de <i>Bactericera cockerelli</i> (sulc) de la línea de San Rafael (SR) y su proporción de resistencia contra la línea susceptible.....	38

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
FIGURA 1	Líneas de respuesta dosis/mortalidad de abamectina sobre cinco poblaciones de <i>B. cockerelli</i>	41
FIGURA 2	Líneas de respuesta dosis/mortalidad de profenofos sobre cinco Poblaciones de <i>B. cockerelli</i>	42

INTRODUCCIÓN.

La papa (*S. tuberosum*) es uno de los cultivos más importantes como fuente de alimento para los humanos en los países en desarrollo y países desarrollados. La papa es una planta de regiones frías, originaria de la cordillera de los andes de América del sur (sur de Chile, Perú, centro de Ecuador). En México en la región sureste de Coahuila y de Nuevo León, ocupa una superficie de 6,500 hectáreas, aportando un 15 % de la producción nacional, por lo que es considerado uno de los cultivos predominantes y de importancia clave en la economía y la generación de empleos en la región, tanto en el campo, industria y compañías ligadas al cultivo. Mundialmente este cultivo ocupa el cuarto lugar en lo que respecta al rendimiento total anual de producción de alimentos.

Sin embargo el cultivo en esta zona se ve afectada por diversos factores; como son agentes fitopatológicos, plagas y condiciones ambientales desfavorables; que producen pérdidas económicas en el cultivo. Siendo los aspectos fitosanitarios los de mayor importancia, ya que este es susceptible a más de 300 especies de plagas. Dentro de los factores fitosanitarios del cultivo, la papa se ve sometida al ataque de diversas enfermedades originadas por

hongos, virus, viroides, bacterias; Estos patógenos, al ser transmitidos en el follaje, raíces y/o tubérculos debilitan a las plantas, provocando muerte prematura o mala calidad de los tubérculos. Así mismo podemos mencionar que las plagas juegan un papel importante en los rendimientos y la calidad del fruto de la papa, siendo el pulgón saltador o *Bactericera cockerelli* sulc, una de las más importante de este cultivo en México, esta es una plaga que causa dos tipos de daño.

El daño directo, el cual consiste en la forma de alimentarse de esta especie, ya que al introducir su aparato bucal lesiona las partes externas de la hoja al remover el contenido celular y succionar la savia de las plantas e inyectando una toxina sistémica, (ninfas y adultos); y el daño indirecto que es la transmisión de fitoplasma que realiza al momento de alimentarse, provocando que hace que las hojas se enrollen y se tornen amarillentas; dando origen al manchado del tubérculo y un menor desarrollo del mismo, también se le a detectado una relación a este psílido con el fitoplasma que causa el síndrome punta morada de la papa. De este modo, esta enfermedad es el factor más importante que limita la producción de papa, ocasionando pérdidas millonarias y haciendo difícil su comercialización.

Con la finalidad de evitar daños económicos en los cultivos atacados por este insecto, se considera básico el monitoreo de la población, para diseñar las estrategias a seguir en cada una de las etapas vegetativas del cultivo. El uso de trampas de colores se emplean para cuantificar y detectar la población de *B. cockerelli*. Otra alternativa es el control biológico; este tipo de control ayuda a

equilibrar el medio ambiente, al mantener las poblaciones de las principales plagas reguladas por los parasitoides, depredadores, etc.

Sin embargo, el control químico es la táctica más utilizada, lo que ha generado una lucha incesante en la búsqueda de nuevas sustancias con mayor capacidad de control y representen un menor riesgo para el hombre y para el ambiente. Sin embargo los insecticidas químicos en la región productora de Coahuila y Nuevo León, se aplican de manera indiscriminada, aunado a un gran número de aplicaciones, que se ve reflejada en una alta tolerancia que expresa bajos controles a dosis convencionales de estos insecticidas.

Por lo que el objetivo de la presente investigación fue: Determinar el grado de tolerancia a abamectina y profenofos de cuatro poblaciones de campo de *Bactericera cockerelli* provenientes de la región papera del sureste de Coahuila y Nuevo León.

Palabras clave: Pulgón saltador, resistencia, control químico

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen de la papa

La papa (*S. tuberosum*) es nativa de la cordillera de los andes de Sudamérica, donde ha sido utilizada como dieta principal de los nativos por siglos o milenios de donde se han seleccionado muy diversos tipos de papas (Rangel, 1987). La papa era conocida en América desde hace 10500 años, Parsons (1989) menciona que el origen de la papa (*S. tuberosum*) se encuentra en las cordilleras de los Andes de Perú, de donde fue llevado a casi todo el mundo y se cultiva en regiones templadas, tropicales y subtropicales.

Descripción botánica

La papa es una planta dicotiledónea, herbácea, anual, pero puede ser considerada como perenne debido a su capacidad de reproducirse vegetativamente por medio de tubérculos (Tamaro, 1981; Campos y Villarreal, 1989).

Raíz. Cepeda y Gallegos (2003), mencionan que las raíces de la papa son de tipo adventicias, gruesas y pivotantes. En otras palabras, las raíces nacen en nudos del tallo situado en el suelo. En las plantas adultas el sistema radical es moderadamente extenso y la mayor parte de las raíces están situadas en la capa superior del suelo (Edmond, 1981). Las plantas que crecen de tubérculos, forman raíces adventicias en la base de cada brote (Huaman, 1986).

Tallos. El sistema de tallos de la papa consta de tallos, estolones y tubérculos (Huaman, 1986). Los tallos son angulares de color verde, aunque pueden ser de color rojo púrpura, son herbáceos cuando en etapas avanzadas de desarrollo la parte inferior puede ser relativamente leñosa (Hooker, 1986, citado por Cepeda y Gallegos, 2003). Los tallos son de dos tipos: aéreos y subterráneos. Los tallos aéreos son angulosos de color verde a púrpura, dependiendo de la variedad. El tallo normal es de tipo herbáceo, erecto, un poco veloso y con ramificaciones no muy desarrolladas (SEP, 1990).

Tubérculos. El tubérculo de la papa es un tallo subterráneo ensanchado, considerado como una parte del tallo que se ha adaptado para almacenar reservas y para la respiración (Arce, 1996). Cepeda y Gallegos (2003) señalan que morfológicamente los tubérculos son tallos modificados y constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta. Este nace en la extremidad de los estolones son cortos, gruesos y carnosos. Desarrollan hojas semejantes a escamas llamadas “cejas”, las cuales rodean las yemas (Edmond, 1981). Los ojos se distribuyen sobre la superficie del tubérculo

siguiendo una espiral, se concentran hacia el extremo apical y están ubicados en las axilas de hojas escamosas llamados “cejas”. Según la variedad, las cejas pueden ser elevadas, superficiales o profundas. Cada ojo contiene varias yemas (Huaman, 1986).

Hojas. Estas son alternas, están distribuidas en forma de espiral sobre el tallo, son de tipo compuesto con varios folíolos opuestos y uno grande como terminal (SEP, 1990). Las primeras hojas son simples, después vienen las hojas compuestas; las hojas son un poco vellosas y miden de 8 a 15 cm. de largo por 1 a 3 cm. de ancho, ovales y acuminadas; en las axilas se forman yemas vegetativas (SEP, 1982; Mier, 1986).

Flores. Las flores de la papa son bisexuales y poseen las cuatro partes esenciales de una flor: cáliz, corola, estambres y pistilo. Las flores son pentámeras y colores son diversos, variando desde el blanco a morado (Arce, 1996). Las flores nacen en racimos en la extremidad de los tallos. La inflorescencia es cimosa, la corola tiene cinco lóbulos. El cáliz es tubular o lobulado. Los estambres son cinco, con largas anteras en la parte tubular y convergen alrededor del pistilo. El pistilo consiste de dos carpelos que forman un ovario superior con un solo estilo y estigma (Campos y Villarreal, 1989).

Frutos. El fruto es una baya carnosa, redonda u ovoide, más o menos gruesa de 15 a 30 mm de diámetro, El color del fruto es muy variado, color verde (inmadura) y amarillento (maduro), o incluso violeta y consta de 2 cavidades o loculos en los que se alojan las semillas (Arce, 1996).

Ubicación taxonómica

Báez (1993) y Mier (1986), ubican al cultivo de la papa dentro de los siguientes niveles taxonómicos:

Reino.....Plantae

División.....Spermatophyta

Clase.....Dicotiledónea

Orden.....Tubiflora

Familia.....Solanácea

Género.....*Solanum*

Especie.....*tuberosum*

Actualmente, la papa cultivada es conocida colectivamente bajo el nombre de *S. tuberosum* L. (Spooner y Salas, 2006; Andre *et al.*, 2007).

Importancia económica del cultivo

La importancia general del cultivo de la papa radica en su amplio rango de adaptación, mismo que le permite ser cultivada en donde no podrían ser adaptados cultivos tradicionales como cereales y leguminosas (Vander y Horton, 1982).

La papa es de fácil digestibilidad; siendo que pueden consumir lactantes, niños y ancianos. SEP(1990), considera que la papa se puede destinar para el procesamiento en la preparación de productos industriales tales como harina, almidón y bebidas alcohólicas, muchos países destinan en especial los tubérculos dañados y pequeños para alimentación animal.

Hoy en día la papa constituye un alimento fundamental en la dieta del hombre, además se emplea como planta forrajera e industrial suministradora de alimento para el ganado y de materia prima para la industria del almidón y del alcohol (FAO, 2008).

Factores climáticos

Temperatura. El clima es determinante en la producción de papa. Cepeda y Gallegos (2003) señalan que durante el crecimiento, del cultivo requiere una variación en la temperatura ambiental. Después de la siembra la temperatura debe subir hasta 20 °C para que la planta se desarrolle bien. La planta muere cuando la temperatura desciende a 0 °C, siendo que tolera un mínimo de 2 °C (Tamaro, 1980).

Luz. El tubérculo no requiere de luz para brotar, sin embargo, cuando la planta emerge necesita bastante luz para su desarrollo; las temperaturas altas durante mucho tiempo reducen la producción (Cepeda y Gallegos, 2003).

Humedad. La planta necesita una buena provisión de agua continua durante la etapa de crecimiento. Durante la primera etapa de su desarrollo la planta requiere sólo poca agua, pero después y hasta la cosecha; su consumo de agua es alto. Asimismo, para facilitar la cosecha, el campo debe de estar seco (SEP, 1982).

Suelo. La papa se desarrolla bien en suelos francos y arenosos con buen contenido de materia orgánica y drenaje óptimo. En lo referente al pH, éste debe estar entre 6.5 y 5.0. Es una hortaliza tolerante a la salinidad (Cepeda y Gallegos, 2003).

Aspectos fitosanitarios del cultivo

El cultivo de la papa es atacado por muchas enfermedades, insectos, nematodos y otros factores que reducen la producción y aumentan la mala calidad de estos. Los costos de producción que se tienen en estas zonas se deben a gran parte al uso de pesticidas para su control.

Hongos fitopatógenos

García (2004), señala que los hongos son microorganismos complejos que producen enfermedades en las plantas. Algunos hongos que atacan a la papa viven en el suelo, mientras que otros invernan en restos tanto de tubérculos como del follaje de papa. Los hongos penetran tanto en la planta

como en el tubérculo a través de heridas, aberturas naturales, maquinaria o herramientas contaminadas y sobre todo por tubérculos infectados. Esperando las condiciones ambientales favorables para que se desarrolle la enfermedad (Alonso, 1996).

Los hongos fitopatógenos con origen en el suelo los encontramos ocasionando daño en todos los suelos de los ecosistemas y agroecosistemas del mundo. Algunos géneros y especies presentan una gran capacidad de adaptación y se encuentran ampliamente distribuidos, mientras que otros presentan características de adaptación más limitadas o bien son sumamente especializados, lo cual restringe su distribución (Cook & Baker 1983).

Tizón tardío *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary

Hooker (1980) menciona que esta enfermedad es una de las importantes en el cultivo de la papa en el mundo, la hambruna en Irlanda (1840) se debió al ataque de este hongo, generando la aplicación de grandes cantidades de fungicidas en todo el mundo con el fin de proteger al cultivo de la papa de este hongo.

Bayer (1995), explica que en variedades muy susceptibles puede arrastrar un plantío en cuestión de días, a una situación de siniestro. Esto ocurre si las condiciones ambientales lo favorecen y no se le contrarresta químicamente, siendo las lluvias continuas, días nublados y calurosos, noches

frescas y roció, los factores más favorables para el desarrollo de la enfermedad, por lo que el productor al observar las condiciones antes descritas realiza inmediatamente algún tipo de tratamiento.

El tizón tardío es una de las enfermedades mas importantes del cultivo de la papa a nivel mundial. Esta presente en casi todas las áreas donde se cultiva papa en el mundo, provocando mayores perdidas en zonas templadas y húmedas, puede matar una plantación en 7 – 10 días. También cabe destacar que el tizón tardío afecta a otros cultivos como tomate y algunas plantas de la familia de las solanáceas (INIA) 2002.

Tizón temprano *Alternaría solani* Soraver

CIP (1985), informa que el tizón temprano se encuentra en todas partes donde se cultiva la papa. Sin embargo solo en ciertas zonas es una enfermedad foliar de importancia para la papa. Las lesiones del tubérculo son oscuras, hundidas y tienen debajo tejido seco, correoso presentando el tejido en descomposición una apariencia húmeda y de color amarillo y amarillo verdoso.

Rhizoctoniasis *Rhizoctonia solani* Kuhm

CIP (1985) señala que la *Rhizoctonia* se presenta en casi todos los suelos porque tiene una amplia gama de hospederos, sobrevive en residuos de plantas, se disemina fácilmente a los tubérculos y se desarrolla a temperaturas

muy diversas. Ocasiona daños considerables en los brotes emergentes. Hooker (1980), explica que los daños mas severos se producen en primavera poco después de la siembra donde el hongo mata brotes subterráneos retardando o anulando su emergencia, especialmente en suelos fríos y muy húmedos que da como resultado campos con fallas, desigualdad en el crecimientos, plantas débiles y por lo tanto reducción en rendimiento.

Enfermedades bacterianas

Marchites bacteriana *Pseudomonas solanacearum*, E. F. Smith.

También llamada la pudrición o marchites bacteriana, proviene de la semilla enferma la cual termina contagiando el sistema vascular de raíces y daña hasta el 75% de la planta (CIP, 1985; Bayer, 1983).

Pudrición blanda *Erwinia caratovora* (Van Hall) Dye

Hooker (1980) menciona que el tejido afectado en el tubérculo tiene apariencia húmeda, de color crema a canela y de consistencia blanda ligeramente granular, existiendo una profunda demarcación entre el tejido sano y enfermo, por lo que la parte afectada puede desprenderse con facilidad. Cerca de los márgenes de las lesiones se forma a menudo un pigmento de castaño a negro.

Virus. CIP (1985) menciona que las enfermedades virales de la papa, generalmente reducen el vigor de la planta y las posibilidades de usar los tubérculos como semilla. Hooker (1980), señala además que la identificación de virus es bastante complicada por la diversidad de los síntomas que provocan, lo cual se debe a la diversidad de codificación genética diferente. La respuesta de la planta que puede variar de acuerdo al momento en que ha sido infectada.

Plagas

La producción de papa es limitada en gran medida por insectos plaga, los cuales están presentes dañando los tubérculos, raíces y follaje.

Uno de los daños más comunes e importantes es el ocasionado por larvas de la palomilla de la papa *Phthorimea operculella* (Zeller) consiste en minas en el parénquima de las hojas, también hacen galerías en tubérculos, ramas y tallos, especialmente en los tubérculos que están muy superficiales. Las galerías de los tubérculos son invadidas posteriormente por organismos que ocasionan putrefacciones. La plaga puede ser llevada a los almacenes y ahí continuar su efecto destructor (Delorit y Ahlgren, 1983, citados por Cepeda y Gallegos, 2003).

La pulga saltona de la papa *Epitrix cucumeris* (Harris) es una de las plagas que en estado adulto ocasiona daños importantes, cuando se alimenta de hojas y brotes tiernos, dejando agujeros típicos conocidos comúnmente

como tiros de munición, el ataque de esta plaga es de mayor impacto en almácigos o plantas recién transplantadas (Anaya *et al.*,1999).

Las lesiones en las hojas de esta plaga en estado adulto facilitan la entrada de microorganismos patógenos. Las larvas se alimentan minando la cutícula de los tubérculos, siendo éste el daño más importante (UAAAN, 1997).

Paratrioza (= *Bactericera*) *cockerelli* (Sulc)

Origen

Los psílicos se han considerado como plagas secundarias hasta hace algunos años, pero recientemente en varias regiones de México, se asocia a *B. cockerelli*, como el psílido responsable de la transmisión de fitoplasmas en cultivos de solanáceas (chile, papa, tomate y tomate de cáscara), y de producir daños por su efecto tóxico en sus plantas hospederas.

Esta especie, también conocida como: pulgón saltador. Psílido del tomate, o simplemente como alfilerillo, fue descubierto en 1909 por Cockerelli en el estado de Colorado (USA) y, como reconocimiento, Sulc en 1909 propuso el nombre científico *Triozia cockerelli*, y mas tarde se confirmo taxonómicamente como *Paratrioza cockerelli*. Recientemente, el genero de esta especie se ha revisado y se le ha asignado el nombre de *Bactericera cockerelli* (Burekhardt y Lauterer, 1997; Millar *et al.*, 2000).

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 Psílido de papa (*B. Cockerelli*) en Santa Ana, California el cual fue descrito como *Trioza cockerelli* por Sulc en 1909.

Generalidades de *B. Cockerelli*

En México el pulgón saltador del tomate/papa *Bactericera* (=Paratrioza) *cockerelli* (Sulc.) transmite el fitoplasma causante del "permanente del tomate" (Garzón *et al.*, 2005) y con base en los avances reportados por el mismo autor, se infiere que el síntoma "punta morada" de la papa es causado por un fitoplasma, el cual es transmitido por *B. cockerelli* (Garzón, 2002). En los Estados Unidos de América, México y Centro América fue detectado un defecto en las papas al momento de freírlas al que se le conoce como "zebra chips" (ZC) cuyos síntomas foliares se asemejan a los de la enfermedad conocida como "punta morada de la papa" o "enfermedad del amarillamiento por psílicos". A la fecha, el agente(s) causal(s) y el vector(s) de ZC son desconocidos; sin embargo, una inspección de los insectos asociados al cultivo de papa en el estado de Texas, EUA y en los estados productores de México indicaron que el psílido de la papa *Bactericera cockerelli* (Sulc.), fue el insecto más común y abundante en todos los campos afectados con los síntomas de "zebra chips" por lo que se concluyó que existe una fuerte asociación entre el

pulgón saltador de la papa (*B. cockerelli*) y la enfermedad "zebra chips" (Munyaneza *et al.*, 2007 y Munyaneza y Crosslin, 2008).

Paratrioza cockerelli Sulc es un insecto que pertenece a la familia Psyllidae (Homóptera), por ello se le conoce también con el nombre de Psílido por su anterior clasificación dentro de la familia Psyllidae.

. Entre los años 20 y 30 se le conoció como el psílido de la papa o del tomate, ya que este insecto produce una toxina que originaba amarillamientos en ambos cultivos, y fue lo que lanzó a la fama al mencionado insecto. Presenta cinco estadios, son ovals, aplanados dorsoventrales, con ojos bien definidos, que se asemejan a escamas (Lorus y Margery, 1980).

Presenta un aparato bucal tipo picador-chupador, se alimenta de los tejidos del floema, exclusivamente de la savia de las plantas, a las cuales pueden inyectar una toxina que causa efectos temporales en algunas plantas (Richards, 1928) o ser vector de fitoplasmas causantes de enfermedad conocida como punta morada de la papa (Leyva *et al.*, 2002).

Distribución

La distribución del Psílido del tomate ha sido reportada por Pletsch (1947) y Tuthill (1943). La plaga se encuentra presente en los estados de Arizona, California, Colorado, Idaho, Kansas, Minnesota, Nebraska, Nevada, Nuevo México, Dakota del Norte y Sur, Oklahoma, Texas, Utah y Wyoming,

dentro de los Estados Unidos; en Canadá se encuentra en Alberta, Saskatchewan y Columbia.

Pletsch (1947) colectó especímenes en plantas silvestres y cultivadas en cuatro estados de México: Durango, Tamaulipas, Distrito Federal y Michoacán; adicionalmente también lo hizo en los estados de Kansas y Oklahoma en los Estados Unidos de América.

En México este insecto tiene antecedentes desde 1947, cuando un investigador norteamericano dijo haberlo encontrado en los estados de Durango, Tamaulipas y Michoacán; posteriormente se le localizó en el Estado de México, en el de Guanajuato y 12 estados más, y aquí se le rebautizó como "pulgón saltador" por la similitud que guardan con los áfidos y que en frecuentes ocasiones son confundidos con ellos.

Ubicación taxonómica

De acuerdo a Borrer *et al.*, (1989) y Marín (2004) la ubicación taxonómica de *Bactericera cockerelli* Sulc es la siguiente;

Reino.....Animal

Phylum.....Arthropoda

Clase.....Hexapoda

Orden.....Hemiptera

Suborden.....Sternorrhyncha

Familia.....Psyllidae

Genero.....*Bactericera*

Especie.....*cockerelli*

Importancia económica

Las chicharritas son insectos comunes en diversos cultivos de importancia económica en México, varias de sus especies causan daños económicos a cultivos como frijol, maíz, betabel, jitomate, remolacha, alfalfa, aguacate, melón, tabaco, vid, algodón, henequén y arroz entre otros. Su daño directo (alimentación) es mínimo comparado con la transmisión de agentes patógenos causantes de diversas enfermedades como el virus del enrollamiento de la punta, amarillamiento del aster, punta morada y el agente virescente (BLTVA) transmitido por la chicharrita del betabel (Munyanza, 2003). Las poblaciones de formas adultas e inmaduras (huevecillos y ninfas) del pulgón saltador del tomate/papa *Bactericera (=Paratrioza) cockerelli* (Sulc.) son abundantes en los cultivos de papa, jitomate, tomate de cáscara y chile, además de otras solanáceas silvestres.

Los Psílidos son una plaga importante de la papa, tomate causando grandes daños a otras solanáceas, provocando casi o totalmente la destrucción de estos cultivos. En México basándose en los avances reportados por investigadores nacionales hasta la fecha, es posible pensar que esta plaga es de gran importancia debido a que es un vector de fitoplasmas en papa “punta morada” y el “permanente de tomate” (Garzón *et al.*, 1986).

Daños

En la planta, las ninfas o adultos de *Bactericera* introducen el estilete hasta el floema; por uno de los conductos el insecto succiona la savia, mientras que por el otro inyecta su saliva. El insecto causa dos daños en la planta, el primero es toxinífero, y el segundo es indirecto, como posible transmisor de un fitoplasma u organismo tipo bacteria (Garzón, 2002, Garzón-Tiznado y col, 2005).

Este insecto ocasiona dos tipo de daños: el toxinífero o directo y el indirecto, como transmisor de Fitoplasmas. El primero se manifiesta cuando el insecto se alimenta de la planta y succiona sus jugos ocasionando que esta no se desarrolle y se torne de color amarillo (Avilés *et al.*, 2003). La toxina del Psilido daña las células que producen clorofila en las hojas por lo que las plantas se tornan amarillentas y raquíticas. Por otro lado el fitoplasma es un organismo infeccioso, submicroscopicos, más grande que un virus y que tiene la forma de un huevo estrellado (Garzón 2002).

Biología y hábitos de *B. cockerelli*

La paratrioza tiene un amplio rango de hospedantes cultivadas y silvestres. Este insecto ataca a las solanáceas, aunque el cultivo de papa es de los más preferidos por las hembras para depositar sus jebecillos. Se concederá que el ciclo biológico de este insecto no varía en los cultivos de papa y tomate. Las ninfas de *B. cockerelli* tomen normalmente una posición debajo de las

hojas en las plantas donde el follaje es denso, pero unas cuantas pueden ser encontradas por el haz; su cuerpo es plano como escamas y su color verde dificulta observarlas; cuando están jóvenes, se localiza cerca del sitio donde fueron depositados los jebecillos y permanecen inactivos durante los primeros instares. Este insecto generalmente deposita sus huevecillos por el envés y bordes de las hojas pero si la incidencia es muy alta, también lo hace en las flores (Becerra, 1989)

Para completar su ciclo biológico *B. cockerelli* necesita 366 unidades calor pasando por los estados de huevo, ninfa (cinco estados ninfales) y adulto. La temperatura optima para el desarrollo de *B. cockerelli* es entre 20 y 23 °C, con una temperatura critica inferior de 7°C; los primeros tres instares ninfales son los mas sensibles y es cuando se presenta la mayor mortalidad, por otro, los adultos son mas tolerantes a la temperatura critica. En base a lo anterior se describen los diferentes instares de *B. cockerelli*:

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).

Estados ninfales

Primer instar. Son de color naranja, presenta antenas con los segmentos basales cortos y gruesos, los cuales se adelgazan hasta finalizar en

un pequeño segmento con dos setas sensorias; 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 observa claramente la constricción entre el cuerpo, cabeza y abdomen. La cabeza es de color amarillento, las antenas son filiformes con un par de setas sensorias en la parte apical, los ojos son de color anaranjado oscuro, el tórax es de color verde amarillento, se observan los paquetes alares, se presenta la segmentación en las patas. Tanto tórax y abdomen son de mayor tamaño, así como las estructuras en cada uno de ellos; el abdomen es de color amarillo y presenta un par de espiráculos en los cuatro primeros segmentos (Becerra, 1989).

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 sensorias; 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. La cabeza y abdomen son de color verde claro, el tórax con una tonalidad más oscura, las antenas están divididas en dos partes por una hendidura muy marcada la parte basal es gruesa y la apical es filiforme, presentan seis placoides sencillas muy visibles; los ojos se tornan de color guinda, presentan tres espuelas en la parte terminal de las tibias posteriores y dos segmentos tarsales y un par de uñas, el abdomen es de forma semicircular (Becerra, 1989).

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 (Pletsch, 1947). 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.

Alternativas de control

Con la finalidad de evitar daños económicos en los cultivos atacados por este insecto, se considera como básico el monitoreo de la población con la finalidad de diseñar las estrategias a seguir en cada una de las etapas vegetativas del cultivo. Un Manejo Integrado de los Psilidos es indispensable (Avilés *et al.*, 2002).

Control cultural

Hartman (1937) señala que los plantíos de papa en etapa temprana son severamente dañados por el psilido del tomate, mientras que los tardíos son menos dañados. Lo anterior indica que es necesario generar información referente al comportamiento del insecto para conocer cuales son las etapas más susceptibles al ataque de este insecto.

Algunos autores señalan que el suelo y la fertilización pueden ayudar a disminuir los daños ocasionados por este insecto: se considera que si una

planta se encuentra sana es difícil que sea atacada severamente por las plagas (Avilés *et al.*, 2002).

Control biológico

Avilés *et al.* (2002) menciona que una de las mejores alternativas desde varios puntos de vista es el control biológico: este tipo de control ayuda a equilibrar el medio ambiente, al mantener las poblaciones de las principales plagas reguladas por los parasitoides, depredadores, etc.

Desde muchos años atrás existen reportes sobre la presencia de enemigos naturales de este insecto. Romney (1939) observó parasitismo en *P. cockerelli* por un himenóptero (Eulophidae), *Tetrastichus* sp. Que después fue descrito por B. D. Burks como *T. triozae* (Pletsch, 1947). El principal parasitoide de ninfas del pulgón saltador es la avispa *Tamarixia triozae* (Bujanos *et al.*, 2005).

Montero (1994) identificó un importante control de ninfas de cuarto y quinto estadio por avispas parasitoides del género *Tetrastichus* (Himenóptera: Eulophidae), en Buenavista, Saltillo, Coahuila, observando un control superior al 95% sobre *B. Cockerelli*.

Control químico

Una de las alternativas para el control de insectos es el método químico, donde responde de forma inmediata, sin embargo, lo interesante de este método es saber utilizarlo para así evitar el incremento de contaminantes en el medio ambiente que tanto daño ocasiona. Existen varios productos que ejercen buenos controles para este insecto, los cuales deben de utilizarse adecuadamente para evitar en un futuro que esta especie adquiriera resistencia a estas alternativas de solución (Aviles *et al.*, 2003).

Vargas (2005) señala que *B. Cockerelli* es tolerante a altas dosis de insecticidas, al observar poblaciones altas en lotes comerciales de papa a pesar del elevado número de aplicaciones de insecticidas en Arteaga Coahuila.

Descripción de los insecticidas

Abamectina

Las abamectinas pertenecen al grupo de las Lactonas Macroclícas, constituyen un amplio número de moléculas producidas por actinomicetos que viven en el suelo, pertenecientes al género *Streptomyces*, y que poseen estructura de lactona macroclíca (Bayer, 2005).

Generalidades. Es un acaricida-insecticida de origen natural cuyo movimiento es translaminar, actuando por ingestión y por contacto directo. Se usa para tratamientos de prevención y/o curativos. Controla ácaros e insectos

(estados adultos e inmaduros). Es de acción lenta, los ácaros e insectos quedan inmovilizados luego de ser tratados, período durante el cual el daño a la planta es casi nulo, pero se necesitan entre 3 y 7 días, dependiendo de la temperatura, para alcanzar la mortalidad máxima (DEAQ, 2004).

Modo de acción. Inhibe la transmisión de señales en las conexiones neuromusculares. El insecto o ácaro afectado deja de moverse de forma irreversible. Penetrante, con marcada capacidad translaminar, pasa rápidamente al interior de la hoja donde mantiene su actividad perdiéndola en la superficie. Es fijado por el suelo y degradado rápidamente. Los insectos y ácaros sensibles a la abamectina son paralizados y mueren (Soderlund *et al.*, 1989).

Profenofos

Pertenece al grupo de los insecticidas organofosforados (IOP) y son aquellos productos derivados de la molécula del ácido fosfórico. Forman parte de los insecticidas “de contacto” al absorberse por intermedio de los lípidos del caparazón de los insectos (Baños, 1992).

Generalidades

En insectos el efecto de los organofosforados y carbamatos es principalmente afectar el sistema nervioso central, desde la unión neuromuscular no colinérgica como en mamíferos. La única sinapsis colinérgica conocida en insectos es en el sistema nervioso central. La unión

neuromuscular química transmitida en insectos es ácido glutámico (Lagunes, 1989).

Modo de acción

El Profenofos es un insecticida y/o acaricida organofosforado con acción de contacto e ingestión. Controla insectos masticadores en algodón como: gusano bellotero, soldado, perforador de la hoja, peludo y medidor, incluyendo chupadores como: pulgones, trips, conchuela, pulga saltona, chinche lygus, mosquita blanca y araña roja. Comercialmente se conoce con el nombre de CURACRON® 8 CE, que es un producto con acción traslaminar en la planta, lo que significa que las plagas que están en el envés de la hoja (lado no tratado) y que no reciben directamente la aspersion, también son controladas. Para mejores resultados, es recomendable monitorear las plagas en el cultivo bajo un programa de 1 a 2 veces por semana.

Resistencia

El termino de resistencia es complejo y controvertido, ya que es un fenómeno muy relativo (Brattsten, 1989). Brown (1941) definió a la resistencia, como el desarrollo de una habilidad adicional, en una raza de insectos, a tolerar dosis de tóxicos que son letales para la mayoría de los individuos de una población. Tomando en cuenta que la resistencia adquirida, no es específica

para el producto usado, si no que generalmente se extiende a productos similares.

La resistencia se manifiesta como un fenómeno de selección en el cual sobreviven los organismos mejor adaptados (Georghiou, 1983).

Generalidades de resistencia

Georghiou (1965) clasificó a la resistencia en tres tipos: por comportamiento, morfológica y fisiológica.

Resistencia por Comportamiento

Dentro de la resistencia por comportamiento se refiere a los patrones que siguen los insectos, que contribuyen a la resistencia. Estos patrones pueden ser como la preferencia en descansar en áreas no tratadas con insecticida, en lugar de áreas tratadas. O bien la tendencia de detectar el insecticida y tratar de evitarlo (Carrillo, 1984).

La mayoría de los casos de resistencia por comportamiento se da en aquellas especies muy hiperactivas donde pequeños cambios en cualquiera de las etapas del comportamiento provocan cambios en la interacción insecto-insecticida. Así como el mayor porcentaje de resistencia por comportamiento reportada se registra en mosquitos (16,4%), moscas domésticas (20%) y otros

dípteros (22,7%). El resto se reparte entre cucarachas y otros insectos (Sparks, 2000).

Resistencia Morfológica

En cuanto a la resistencia morfológica se presenta por ejemplo cuando las estructuras cuticulares (pubescencia, ceras, etc.) no permiten que el toxico penetre el integumento del insecto (Barbera, 1976).

También se conoce como mecanismo físico de resistencia y contempla muchos casos de penetración reducida que causan resistencia en los insectos. La velocidad de penetración depende de las características moleculares del insecticida y de las propiedades del tegumento del insecto, las cuales varían considerablemente entre los estadios de vida y de una especie a otra. Una penetración demorada provee un mayor tiempo para la detoxificación de una dosis tomada (Brattsten *et al.*, 1986).

Resistencia Fisiológica

La resistencia fisiológica es el tipo más importante de resistencia que los insectos adquieren. Esta puede ser de dos formas: por adición de un mecanismo protector (enzimas); o por la insensibilidad en el sitio de acción. A estos dos sistemas también se les denomina como mecanismos de resistencia

metabólicos y mecanismos de resistencia no metabólicos (Lagunes y Villanueva, 1994).

Resistencia Metabólica

Este tipo de resistencia se refiere a que los productos insecticidas pueden ser metabolizados y transformados en productos menos tóxicos. Como una consecuencia de la acción de sistemas enzimáticos presentes en los insectos. Los principales sistemas enzimáticos responsables del metabolismo de los insecticidas son: las oxidasas microsómicas (Wilkinson, 1983), Esterases y Carboxiesterasas (Yasutomi, 1983) y Glutación s-transferasas (Dauterman, 1983).

Resistencia No Metabólica

Al respecto Lagunes y Villanueva (1994) señalan que estos mecanismos no dependen del metabolismo del insecto, pero por su participación, algunos insectos son capaces de producir altos niveles de resistencia a los productos químicos. Los principales mecanismo de resistencia no metabólicos son los siguientes: resistencia al derribo (Plapp, 1976), Acetil Colinesterasa Insensible (Hama, 1983), Insensibilidad al sitio de acción (Narahashi, 1983), Penetración reducida (Matsumura, 1983) y Excreción y mayor almacenamiento (Georghiou, 1997).

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del experimento

El presente estudio se realizó en el Laboratorio de Toxicología en el Departamento de Parasitología que se encuentra dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Material biológico

Para el establecimiento del pie de cría de *B. cockerelli*, se realizaron muestreos en las principales zonas productoras de papa de la región sureste de Coahuila (Saltillo (Sa), Huachichil (Hu)) y Nuevo León (Raíces (Ra), San Rafael (SR)), así como una línea susceptible (Ls). Para la región productora del estado de Coahuila, las muestras tomadas del ejido de Huachichil, fueron de cuatro lotes comerciales de papa variedad Alpha, Gigant y Atlantic, mientras que las poblaciones de Saltillo fueron de seis invernaderos donde se produce tomate saladett. Para la región productora de Nuevo León, las muestras

tomadas del ejido de Raíces fueron de seis lotes comerciales de papa variedad Golden y Atlantic, mientras que las muestras del Ejido de San Rafael fue de cuatro lotes de papa variedad Gigant. Para cada sitio de muestreo se recolectaron al menos 200 hojas infestadas con ninfas de *B. cockerelli*, así como de 100 redazos entomológicos para la captura de adultos. Como línea susceptible se utilizó una población recolectada en invernaderos de investigación de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, sobre plantas de chile y mantenidas sin presión de selección desde el año 2004.

Cría del material biológico

El material biológico recolectado se trasladó al invernadero de Parasitología Agrícola de la UAAAN, donde se colocaron en cinco camas de siembra (una cama para cada localidad) de 2.5 x 1 m, cubiertas con tela organza; cada cama contenía 50 plantas de papa variedad Alpha. 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 inmersión de hoja para el psílido del peral (*Psylla* spp) con ligeras modificaciones (IRAC, 2005; Vega-Gutiérrez, 2008). Para ello, de una cama con plantas de papa variedad Alpha libres de infestación con *B. cockerelli*, se seleccionaron hojas del estrato medio,

en las cuales se colocaron en la parte del envés 20 ninfas de cuarto estadio; a los 30 min las hojas se sumergieron durante 5 segundos en la concentración respectiva de insecticida; las hojas tratadas se dejaron secar en papel absorbente y posteriormente se colocaban en charolas de plástico con papel húmedo. Los insecticidas utilizados fueron seleccionados de acuerdo al manejo reportado por los productores, así como por el Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Coahuila y del Estado de México (Manejo Integrado de la *Paratrioza*, 2004). Siendo los insecticidas seleccionados Abamectina (Agrimec CE® 18 gr de i.a. L⁻¹, lactona macrocíclica) y Profenofos (Curacron 8 CE® 960 gr de i.a. L⁻¹, organofosforado).

Determinación de la CL₅₀

Para la preparación de las diferentes concentraciones se utilizó agua destilada y el producto Bionex® como dispersante, en una proporción 1mL: 1L de agua. El intervalo de concentraciones utilizadas fue de 0.01 a 2000 ppm. Las lecturas de mortalidad se realizaron a las 24 h excepto para la abamectina que se obtuvo a las 48 h, ya que es un producto que actúa más lento a nivel del ácido aminobutírico. Se consideró ninfa muerta aquella que presentaba los apéndices pegados al cuerpo, deshidratada o no reaccionaba al estímulo del pincel. Para cada plaguicida se realizaron seis concentraciones, además cada ensayo constó de tres repeticiones y cada repetición incluyó un testigo sin tratar. El máximo nivel de mortalidad aceptable para el testigo absoluto fue 10%

y se corrigió mediante la fórmula de 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 y Cerna *et al.*, 2009).

Análisis de resultados

Los datos obtenidos se analizaron por un análisis Probit, mediante el método de máxima verosimilitud (Finney, 1971) utilizando el programa SAS para Windows ver 9.0 (2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se dan a conocer los resultados obtenidos en los bioensayos realizados. Presentando el siguiente orden: Valores de CL₅₀, CL₉₅. Finalmente se muestran las líneas Dosis-Mortalidad y límites fiduciales.

Concentración letal (CL₅₀)

Con respecto a los valores correspondientes a la concentración letal media, podemos observar en el Cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos de la línea susceptible (Ls) de *B. cockerelli*, en relación a dos plaguicidas de diferente grupo toxicológico. Como se puede observar la CL₅₀ fue de 0.06 y 1.67 ppm para los plaguicidas abamectina y profenofos respectivamente. Al comparar los resultados de esta investigación la CL₅₀ para abamectina y profenofos con otras investigaciones se observan que son similares a las reportadas por Vega *et al.* (2008) quienes para una línea susceptible recolectada en plantas silvestres en Celaya, Guanajuato y mantenida libre de presión de selección desde 2002 con CL₅₀ de 0.01 hasta 76.5 ppm para insecticidas con similar grupo toxicológico a los de esta investigación. Por lo que se puede mencionar que línea susceptible (Ls) se

puede considerar como línea de referencia para estudios de susceptibilidad de *B. cockerelli*.

Cuadro 1.- Concentración letal y límites fiduciales de dos insecticidas aplicados a la línea susceptible (Ls) de ninfas de cuarto estadio de *Bactericera cockerelli* (Sulc).

Línea susceptible (Ls)					
Plaguicida	n	g.l.	Ppm		
			CL ₅₀	Límites fiduciales 95 %	CL ₉₅
Abamectina	480	5	0.06	(0.0367-0.1169)	0.9614
Profenofos	480	5	1.67	(0.6570-3.4305)	48.3460

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

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de la línea de campo de *B. cockerelli* recolectada en lotes comerciales de la región de Huachichil. Como se observa la CL₅₀ para los productos abamectina y profenofos fue de 0.02 y 1.85 ppm respectivamente.

Cuadro 2.- Concentración letal y límites fiduciales de dos insecticidas aplicados a ninfas de cuarto estadio de *Bactericera cockerelli* (Sulc) de la línea de Huachichil (Hu) y su proporción de resistencia contra la línea susceptible.

Línea Huachichil (Hu)						
Plaguicida	n	g.l.	ppm			Hu vs Ls
			CL ₅₀	Límites fiduciales 95 %	CL ₉₅	
Abamectina	480	5	0.02	(0.0127-0.0401)	0.3729	0.3 X
Profenofos	480	5	1.85	(0.7909-3.8374)	34.858	1.1 X

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

En el Cuadro 3 se observa que la concentración letal media (CL₅₀) para las poblaciones de ninfas de *Bactericera cockerelli* de Saltillo, que fue de 0.22 y 2.79 ppm para abamectina y profenofos respectivamente.

Cuadro 3.-Concentración letal y limites fiduciales de los insecticidas aplicados a ninfas de cuarto estadio de *Bactericera cockerelli* (Sulc) de la línea de Saltillo (Sa) y su proporción de resistencia contra la línea susceptible.

Línea Saltillo (Sa)						
Plaguicida	n	g.l.	ppm			Sa vs Ls
			CL ₅₀	Limites fiduciales 95 %	CL ₉₅	
Abamectina	480	5	0.22	(0.0632-0.6271)	5.7799	3.2 X
Profenofos	480	5	2.79	(1.0458-7.2165)	77.023	1.6 X

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

Para la población de Raíces (Cuadro 4) se observa que la CL₅₀ fue de 0.29 y 3.63 ppm, para los dos productos abamectina y profenofos.

Cuadro 4.-Concentración letal y limites fiduciales de los insecticidas aplicados a ninfas de cuarto estadio de *Bactericera cockerelli* (Sulc) de la línea de Raíces (Ra) y su proporción de resistencia contra la línea susceptible.

Línea Raíces (Ra)						
Plaguicida	n	g.l.	ppm			Ra vs Ls
			CL ₅₀	Limites fiduciales 95 %	CL ₉₅	
Abamectina	480	5	0.29	(0.2241-0.3720)	4.2277	4.2 X
Profenofos	480	5	3.63	(0.8589-9.1608)	60.295	2.1 X

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

Finalmente para la línea de San Rafael (Cuadro 5) se observó una CL₅₀ de 0.29 y 2.29 ppm para los productos en estudio.

Cuadro 5.- Concentración letal y límites fiduciales de los insecticidas aplicados a ninfas de cuarto estadio de *Bactericera cockerelli* (Sulc) de la línea de San Rafael (SR) y su proporción de resistencia contra la línea susceptible.

Línea San Rafael (SR)						
Plaguicida	n	g.l.	Ppm			SR vs Ls
			CL ₅₀	Límites fiduciales 95 %	CL ₉₅	
Abamectina	480	5	0.29	(0.1800-0.4219)	3.1669	4.2 X
Profenofos	480	5	2.29	(0.2765-7.3794)	44.961	1.3 X

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

Para el producto abamectina, la línea de Huachichil presentó los valores más bajos de CL₅₀ (0.02), seguida de las poblaciones de Saltillo (0.22), Raíces (0.29) y San Rafael (0.29), con una diferencia entre 11 y 14.5 veces de menor CL₅₀. Al comparar estos resultados con otras investigaciones; Bujanos y Marín (2007) reportan una CL₅₀ de 0.03 ppm para ninfas de cuarto instar de *B. cockerelli*, Mientras que Vega *et al.* (2008) reporta una CL₅₀ de 0.03 y 0.04 ppm para poblaciones provenientes de San Luís Potosí y Nuevo León respectivamente. Por lo que los resultados observados para las poblaciones de Saltillo, Raíces y San Rafael son de 9.6 a 5.5 veces mayor a lo reportados por estos autores; Mientras que la población de Huachichil presenta resultados de 1.5 y 2 veces menor a lo reportado por estos mismos autores. La razón de encontrar diferencia de valores de CL₅₀ entre las líneas de campo y la susceptible (excepto la población de Huachichil), se debe a que se realizan de

tres a cuatro aplicaciones por temporada de abamectina, presentando este insecticida una alta selectividad en campo, al respecto Clark *et al.* (1995) mencionan que altas dosis o aplicaciones frecuentes de abamectinas el incremento de la resistencia puede ser hasta en un 159 %. Así mismo Bujanos y Marín (2007) mencionan una CL₅₀ de 41 ppm, siendo los resultados de esta investigación muy superiores a los reportados por estos dos autores.

Mientras que para el insecticida profenofos, la CL₅₀ más baja fue para la población de Huachichil (1.85), seguida de San Rafael (2.29), Saltillo (2.79) y Raíces (3.63). Al respecto Bues *et al.* (2000) reportan una CL₅₀ de 27 ppm para el producto organofosforado monocotrofos sobre el psílido del peral (*Cacopsyla pyri*) recolectado de la región de Avignon. Siendo este resultado 14.5 a 7.4 veces mayor a lo reportado para las cuatro poblaciones de este estudio. Bues *et al.* (1999) reporta una CL₅₀ de 7 ppm para el insecticida monocotrofos, para una población de *C. pyri* recolectada en la región productora del Sur de Francia, siendo de 3.7 a 1.9 veces mayor a lo reportado para las cuatro poblaciones de este estudio.

De manera general se puede mencionar que la población de la región de Raíces y San Rafael presentaron el valor más alto de CL₅₀ para la abamectina y la población de Raíces para profenofos. Esta variación de respuestas se debe a la gran diversidad de productos y métodos de aplicación que realiza cada uno de los productores, al respecto Vega *et al.* (2008) mencionan que la falta de control se puede deber a factores como deficiente calibración, equipo de

aplicación en mal estado, la gran diversidad de manejo y uso irracional de productos contra esta plaga.

Proporción de resistencia

En las tablas 2, 3, 4 y 5 se presentan los resultados de la proporción de resistencia de las líneas de campo Huachichil, Saltillo, Raíces y San Rafael en función a la línea susceptible. Esta proporción de resistencia permite discriminar poblaciones con problemas de resistencia, considerando resistentes aquellas que presentan un factor de 10 veces al comparar las CL_{50} de las poblaciones de campo con la susceptible.

Como se observa en el Cuadro 2 para la población de Huachichil ninguno de los insecticidas supero el umbral de resistencia de 10 veces al comparar la CL_{50} de la población de campo con la susceptible. Para la población de Saltillo (Cuadro 3) los productos presentan valores bajos de proporción. Caso similar se presentó para la población de Raíces (Cuadro 4). Finalmente la población de San Rafael (Cuadro 5), presenta valores bajos de resistencia para los dos insecticidas. La razón de encontrar niveles bajos de proporción de resistencia en la población de Huachichil y valores mas elevados en algunos de los productos para las otras poblaciones, esto se debe a las fechas de siembra que se manejan en las cuatro regiones. Siendo la región de Huachichil la que se caracteriza por presentar siembras tempranas (Marzo-abril), presentando poblaciones migrantes del estado de San Luís Potosí y posteriormente estas poblaciones migran para las regiones de Saltillo, San

Rafael y Raíces. Por lo que se puede mencionar que poblaciones migrantes de *B. cockerelli*, ya han pasado por una alta selectividad en campo. Al respecto Liu y Trumble (2007) reportan diferencia en la susceptibilidad en poblaciones nativas del Estado de Texas e invasivas del Estado de California, con valores de CL₅₀ para los productos imidacloprid, Spinosad y Spiromesifen de 20.3, 7.6 y 15.4 ppm para la población de Texas y de 26.1, 24.3 y 25.1 ppm para la población de California.

Línea de respuesta Dosis/Mortalidad

En la figura 1 se muestran las líneas de respuesta dosis/mortalidad de la abamectina. Por lo que se puede mencionar que las líneas Susceptible (Ls) y Huachichil (Hu) son las líneas más susceptibles hacia este producto, mientras que la línea Saltillo (Sa), Raíces (Ra) y San Rafael (SR) muestran una respuesta casi similar en relación al valor de la CL₅₀; así mismo se puede mencionar que todas las líneas de respuesta son heterogéneas.

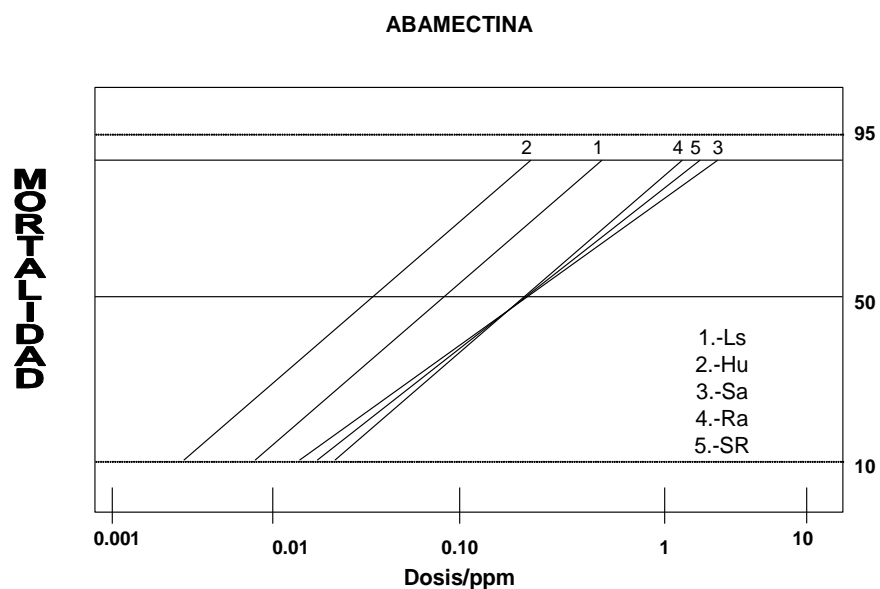


Figura 1.- Líneas de respuesta dosis/mortalidad de abamectina sobre cinco poblaciones de *B. cockerelli*.

En la figura 2 se expone las líneas de respuesta dosis/mortalidad de profenofos. Por lo que se puede mencionar que las líneas susceptible (Ls), Huachichil (Hu) y Saltillo (Sa), presentan los valores más bajos de CL50. Mientras que la línea San Rafael (SR) y Raíces (Ra) presentan mayor tolerancia a profenofos. En términos generales podemos mencionar que todas las líneas presentan una tendencia heterogénea.

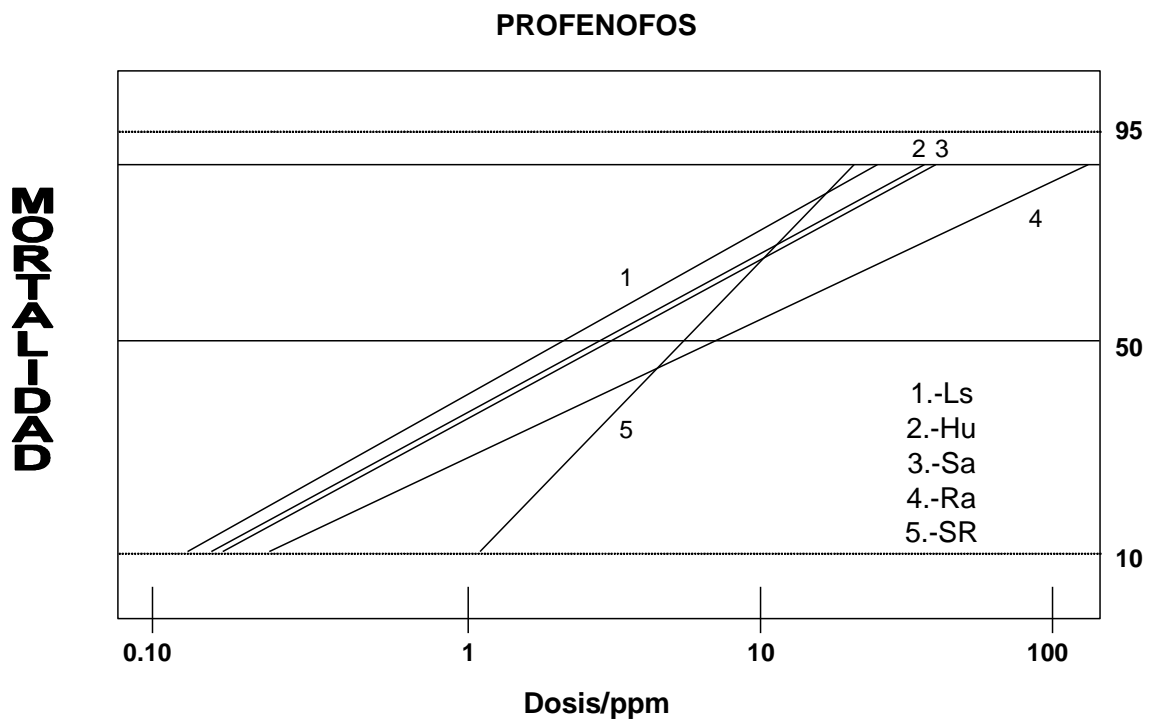


Figura 2.- Líneas de respuesta dosis/mortalidad de profenofos sobre cinco Poblaciones de *B. cockerelli*.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados de esta investigación se concluye que:

1. La línea susceptible utilizada en este estudio se puede considerar como línea de referencia para estudios de susceptibilidad de *Bactericera cockerelli*.
2. La población de campo *Batericera cockerelli* proveniente de Huachichil mostraron susceptibilidad a los insecticidas abamectina y profenofos. Con respecto a las poblaciones de Saltillo, Raíces y San Rafael se muestran valores mas elevados que la población de Huachichil, pero sin rebasar los umbrales de resistencia.
3. Sin embargo se recomienda no utilizar más de dos aplicaciones por temporada de abamectina, ya que sus valores de proporción de resistencia aunque están bajos pueden subir rápidamente si se aplica este producto con una mayor frecuencia.

LITERATURA REVISADA

- Alonso, A. F. 1996. El cultivo de la patata. 1ª, Edición, Editorial Mundi Prensa España. 272 p.
- Anaya, R. S. y Romero, N. J. 1999. Hortalizas plagas y enfermedades. Primera edición. Editorial Trillas. México. P 229.
- Arce, F. A. 1996. El cultivo de la papa. Editorial Mundi-prensa. Madrid España. 179 p.
- Avilés G.M.C.; Garzón T.J.A., Marín J.A. y Caro M.P.H. 2002. El Psilido del tomate *Paratrioza cockerelli* (Sulc): biología, ecología y su control. Memorias del taller sobre *Paratrioza cockerelli* Sulc: como plaga y vector de fitoplasma en hortalizas. Culiacán, Sinaloa, México. Pp 21-35.
- Aviles, G., M. C.; J. A. Garzón. T.; A. Marín. J.; P.H. Caro. M. 2003. El Psylido del tomate *Paratrioza cockerelli* (Sulc): Biología, Ecología y su control. Memoria. Campos experimentales Bajío y Norte de Guanajuato. pp. 21-35.
http://www.inifap.gob.mx/pagina_web/campos/500/bajio/archpub/puttc32.htm.
- Baez, P.M. 1983. La papa (*Solanum tuberosum* L.). Monografía. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 3-7p.
- Barberá, C. 1976. Pesticidas Agrícolas. 3a edición. Editorial OMEGA. Barcelona, España. Pp 43-45.
- Bayer 1983. Manual Fitosanitario de la papa. México.
- Bayer 1995. Manual de protección. México 15-18 p.

- Bayer 2005. Manual productos fitosanitarios. México.
- Becerra A. Flora 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.
- 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.
- Brattsten LB, Holyoke CV, Leeper JR, Raffa KF. 1986. Insecticide resistance: challenge to pest management and Basic Research. Science; 2:1255-60.
- Brattsten, L.B.1989. Insecticide resistance: research and management. Pestic. Sci. 26: 329-332 pp
- Brown, A.W.A. and R. Pal. 1941. Insect resistance in Arthropods. World health organization. Ginebra, Suiza.
- Bujanos, M. R.; J. A. Garzón. T.; A. Marín. J. 2005. Manejo integrado del pulgón saltador *B. (=Paratrioza) cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae) en los cultivos de solanáceas en México. Segunda convención mundial del chile 2005.
- Burckhardt, D. and P. Lauterer. 1997. A taxonomic reassessment of the trioziid genus *B.* (Hemiptera: Psylloidae). Journal of Natural History. U. K. 31(1):99-153.
- Campos, C. A. y Villarreal J. H. 1989. El cultivo de la papa. Monografía. Trabajo final del curso intensivo. I.T.S.M. Monterrey, Nuevo León. México. 132 p.
- Carrillo, R.H. 1984. Análisis de acción conjunta de insecticidas en larvas del gusano cogollero del maíz (J.E. Smith) (Lepidóptera: Noctuidae) Tesis

- de maestría en ciencias. Centro de entomología y acarología. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México, 82 pp.
- Centro Internacional de la Papa (CIP), 1985. Principales enfermedades, Nematodos, insectos y Ácaros de la papa. Lima Perú. 3-36 p
- Cepeda, S. M. y Gallegos, M. G. 2003. La papa. El fruto de la tierra. Editorial Trillas. Primera Edición. Octubre.
- Cerna, E., Ochoa Y., Aguirre U., Badii M., Gallegos G. y Landeros J. 2009. Niveles de resistencia en poblaciones de *Tetranychus urticae* en el cultivo de la fresa. *Revista Colombiana de Entomología*. 35 (1): 47 – 51.
- Clark, J. K., J. G. Scott, F. Campos and J. R. Bloomquist. 1995. Resistance to avermectins: extent, mechanisms, and management implications. *Annual Review Entomology*. 40: 1-30.
- Cremllyn, R. 1995. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. Ed. Limusa, Noriega Editores. 355 p.
- Daniels, L. B. 1934. The tomato Psyllid and control of Psyllid yellows of the potatoes. Colorado Agricultural College. Bulletin 410. June.
- Dauterman, W. C. 1983. Role of hydrolases and glutathione s-transferases in insecticides resistance. In G.P. Georghious and T. Saito (eds.) Pest Resistance Pesticides. Plenum Press. New York. pp. 229-247.
- Davila Medina, M. D. 2008. Resistencia Metabólica de *Bactericera (Paratrioza) cockerelli* Sulc. (Hemiptera: Sternorrhyncha) a insecticidas de diferentes grupos toxicológicos utilizando sinergista. Tesis. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Davis, A. C. 1931. Observations on the life history of *P. cockerelli* (Sulc) in Southern California. J. Econ. Entomology 30:891-898.

Diccionario de Especialidades Agroquímicas. 2004.

Edmond, J. B. 1981. Principios de hortalizas. Quinta impresión. Editorial Continental. México. 575 p.

Finney, D. J. 1971. *Probit Analysis*. Cambridge at the Univ. Press. 3rd Ed. 120 p.

FAO.2009. FAOESTAT. El mundo de la papa. En: <http://www.poto2008.org/es/mundo>; consulta:noviembre de 2009

García, M. A. 2004. Actividad Antagonista In vitro de cinco cepas de *Bacillus ssp.* Sobre *Collectotrichum coccodes* Agente causal de Paño de Papa (*Solanum tuberosum* L.). Tesis de Licenciatura UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. p 15.

García, N. B. C. 2007. Transmisión de fitoplasmas por *Bactericera cockerelli* (Sulc) a plantas de chile, papa y tomate. Tesis Doctoral. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N. Unidad de Biotecnología e Ingeniería Genética de Plantas.

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, T.J.A., Garza, C.A. y Bujanos, M.R. 1986. Determinación del insecto vector de la enfermedad de tipo viral “permanente del tomate” (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en la región del Bajío. In: Congreso

Nacional de Fitopatología. Tuxtla Gutiérrez, Chis. Resúmenes Soc. Méx. de Fitopatología, A.C. p 30.

Garzón, T. J. A. 2002. El “pulgón saltador” o la *Paratrioza*, una amenaza para la horticultura de Sinaloa, memorias del taller sobre la *Paratrioza cockerelli* Sulc: como plaga y vector de fitoplasma en hortalizas. Culiacán, Sinaloa, México Pp 9-12.

Garzón, T. J.; Bujanos, M. R.; Valdez, F. S.; Marín, J. A.; Parga, V.; Aviles, G. M. C., Almeida, L. H.; Sánchez, A.; Martínez, C. J. L. 2004. *Bactericera (Paratrioza cockerelli)* Sulc), vector de fitoplasma en México. Memoria de la XXI semana del Parasitólogo: simposium punta morada de la papa. Saltillo, Coahuila, México. P 64.

Georghiou, G.P. 1965. Genetic studies on insecticide resistance. Adv. Pest Control Res. 6: 171.

Georghiou, G.P. 1971. Resistance of insects and mites to insecticides and acaricidas and the future of pesticide chemicals. En: swift, J.E. (ed.) Agricultural Chemical Harmony or Discord for Food People and Environment. Univ. California Div. Agr. Sci. 151 p.

Georghiou, P. G. and T. Saito. 1983. Resistance to pesticides. Plenum Press. New York. 809 p.

Hama, H. 1983. Resistance to insecticides due to reduced sensitivity of acetylcholinesterase. In Georghiou, G.P. and T. Saito. (eds.). Plenum Press. New York. USA. pp. 299-301.

Hartaman, G. 1937. A study of psyllids yellows. Wyoming Agricultural Experiment Station. Bulletin 220. May.

Hooker, W. J. 1980. Compendio de enfermedades de la papa. Centro Internacional de la papa. Lima Peru.

Hooker, W. J. 1986. Compendium of potato Diseases. 3^a, Edition. Ed, Amer. Phytopathol. Soc. St. Paul. Minn. USA. 125p.

<http://www.ine.gob.mx/dgicurg/plaguicidas>

IRAC (Insecticide Resistance Action Committee). 2005. *Susceptibility Test Methods Series: Method 2 "Psylla spp.* In: www.iraconline.org/documents/method2.pdf (fecha de consulta: octubre 08,2009).

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

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.

Leyva, L. N. E., J. C. Ochoa, D. Leal, and J. P. Martinez. 2002. Multiple phytoplasmas associated with potato diseases in Mexico. Canadian J. Microbiology 48: 1062-1068.

Lopez LNE, Sanchez OJC, Klevezas LDS, Soriano MJP (2002). Multiple phytoplasmas associated with potato diseases in Mexico. Can. J. Microbiol. 48: 1062-1068.

Lorus, M., and M. Marguery. 1980. Field guide to North American insects and spiders. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, New Cork. p 499.

McLarty, H.R. 1984. Killing of pear trees. Ann. Rep. Can. Plant Dis. Sur. P. 28-77.

- New, T. R. 1975. The biology of Chrysopidae and Hemerobiidae (Neuroptera) with reference to their usage as biocontrol agents. *Trans. Royal Entomol. Soc. London.* 127: 115-140.
- 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.
- Matsumura, F. 1983. Penetration, binding and target insensitivity as causes of resistance to chlorinated hydrocarbon insecticides. En: Georghiou, G.P. and T. Saito (eds.). *Pest Resistance to Pesticides.* Plenum Press. New York. Pp. 367-386.
- Mier, H. A. 1986. Prueba de comportamiento de 10 clones avanzados de papa (*Solanum tuberosum* L.) en regiones de Derramadero, Coahuila y Navidad, Nuevo León. Tesis. UAAAN. 70 p.
- Millar, G., L., D.R. Millar, and R. W. Carson. 2000. Psylloidea Wed page. <http://www.sel.barc.usda.gov/Psyllid/psyllidframe.html>.
- Montero, R., L. 1994. Ciclo de vida y factores de mortalidad del Psilido del tomate *Paratrioza cockerelli* (Sulc) (Homóptera: Psyllidae). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. p 50.
- Munyaneza J. E., J. M. Crosslin and J. E. Upton. 2007. Association of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae) with “Zebra Chip” a new potato disease in Southwestern United States and México. *Journal of Economic Entomology.* 100: 656-663.
- Narahashi, T. 1971. Effects of insecticides on nervous conduction and synaptic transmission. In : Wilkinson, C.F. (ed.) New York. USA. pp 327-352.

- Narahashi, T. 1983. Resistance to insecticides due to reduced sensitivity of the nervous system. In: Georghiou, G. P. and T. Saito (eds.). Pest Resistance to Pesticides. Plenum Press. New York. USA. Pp 333-366.
- Parsons, D. 1989. Manual para la educación agropecuaria, editorial SEP Trillas p 11.
- Plapp, F.W. Jr. 1976. Biochemical Genetics of insecticide Resistance. Ann. Rev. Entomol. 31: 179-197.
- Pletsch, D. J. 1947. The potato psyllid *Paratrioza cockerelli* (Sulc), its biology and control. Montana Agric. Expt. Stn. Bull. 446: 95 pp.
- Rangel, A. M. R. 1987. El cultivo de la papa y su mejoramiento genético. Monografía. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 8p.
- 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.
- Richards, B., L.1928. A new and destructive disease of the potato in Utah and its relation to the potato Psylla. Phytopathology. 18:140-141.
- Romney, V. E. 1939. Breeding areas of the tomato psyllid, *Paratrioza cockerelli* (Sulc). J. Econ. Entomol. 32: 150-151.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación).2002. *Anuario estadístico agropecuario*. SAGARPA, México, D. F. 258 pp.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación).2008. *Anuario estadístico agropecuario*. SAGARPA, México, D. F. 276 pp.
- SAS Institute Inc. 2002. Guide for personal computers. SAS institute, Cary, N.C.

- Secretaria de Educación Publica. 1990. Manual de la Producción Agropecuaria. Papas. Área de Producción Vegetal. Editorial trillas.
- Secretaria de Educación Publica. 1982. Papas. Manual para la educación Agropecuaria. Editorial trillas. México. 54p.
- Soderlund, D., M.; J. R. Bloomquist.; F. Wong.; L. L. Payne and D. C. Knipple. 1989. Molecular Neurubiology: Implications for Insecticide Action and Resistence. Pestic. Sci. 26: 359-374.
- Tamaro, G. 1980. Manual de Horticultura. Novena edición. Editorial G. Gilli. S. A. México. p 56.
- Tamaro, G. 1981. Manual de Horticultura. Novena edición. Editorial G. Gilli. México. 514 p.
- Triplehorn, C., H. and N. F. Johnson 2005. Borror and DeLong's introduction to the study of insects. Seventh edition. Thomson books/cole. pp. 268-332.
- Tuthill, L. D. 1943. The psyllids of America north of Mexico, (Psyllidae: Homoptera). Iowa State College J. of Sci. 17: 443-660.
- UAAAN. 1997. Guía Técnica para el cultivo de papa. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Fitomejoramiento. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pp. 3 y 26.
- Van Der Zaag. D. E. Horton. 1982. Potato production and utilization in world perpetive with especial reference to the tropic and Subtropic. Proceeding International Congress. International potato centen, Lima, Peru. 45-48 p.
- Vargas, C., I. 2005. Especies y fluctuación poblacional de cicadelidos y psilidos positivos a fitoplasmas en el cultivo de la papa y maleza aledaña en

Arteaga Coahuila. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 89 p.

Vega Gutiérrez, Rodríguez Maciel, Díaz Gómez, Bujanos Muñiz, Mota Sánchez, Martínez Carrillo, Lagunes Tejeda Garzón Tiznado. 2008. Susceptibilidad a insecticidas en dos poblaciones Mexicanas del salerillo, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). Artículo publicado en *Agrociencia*. Vol. 42. Número 4. pp. 463-471.

Velásquez, V. R., E. González, C. A. García, F. Esquivel, and M. M. Medina. 2005. Avances de investigación sobre *Bactericera cockerelli* Sulc., en Aguascalientes, pp. 130-135. *In* Proceedings, Second World Pepper Convention.

Wilkinson, C.F. 1983. Role of mixed-function oxidases in insecticide resistance. En. Georghiou, G.P. and T. Saito (eds.). *Pest Resistance to Pesticides*. Plenum Press. New York. pp. 175-205.

Yasutomi, K. 1983. Role of detoxication esterases in insecticide resistance. En. Georghiou, G.P. and T. Saito (eds.). *Pest Resistance to Pesticides*. Plenum Press. New York. pp. 249-263.

APENDICE

Cuadro A1. Mortalidad corregida de ninfas de *B. cockerelli* de la población Susceptible (Sus), evaluadas con el insecticida Abamectina a 24 hrs de exposición.

CONC (ppm)	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	% MORT	MC
TESTIGO	63	3	4.76	
0.01	88	23	26.14	14.90
0.05	68	27	39.71	30.53
0.08	98	54	55.10	48.27
0.1	132	100	75.76	72.07
0.5	92	82	89.13	87.48
0.8	141	135	95.74	95.10

Cuadro A2. Mortalidad corregida de ninfas de *B. cockerelli* de la población de Huachichil (Hu), evaluadas con el insecticida Abamectina a 24 hrs de exposición.

CONC (ppm)	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	% MORT	MC
TEST	53	5	9.43	
0.01	60	17	28.33	24.69
0.03	57	30	52.63	50.22
0.06	52	41	78.85	77.77
0,1	58	50	86.21	85.51
0.5	60	56	93.33	92.99
1	62	61	98.39	98.31

Cuadro A3. Mortalidad corregida de ninfas de *B. cockerelli* de la población de Saltillo (Sal), evaluadas con el insecticida Abamectina a 24 hrs de exposición.

CONC (ppm)	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	% MORT	MC
TEST	67	8	11.94	
0.01	61	11	18.03	13.86
0.1	58	15	25.86	22.09
0.25	66	28	42.42	39.50
0.5	65	46	70.77	69.28
1	71	56	78.87	77.80
2.5	61	59	96.72	95.55

Cuadro A4. Mortalidad corregida de ninfas de *B. cockerelli* de la población de Raíces (Ra), evaluadas con el insecticida Abamectina 24 hrs de exposición.

CONC (ppm)	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	% MORT	MC
TEST	53	7	13.21	
0.1	58	20	34.48	24.51
0.5	88	57	64.77	59.41
1	107	94	87.85	86.00
2.5	143	126	88.11	86.30
5	102	98	96.08	95.48
7.5	143	141	98.60	98.39

Cuadro A5. Mortalidad corregida de ninfas de *B. cockerelli* de la población de San Rafael (Raf), evaluadas con el insecticida Abamectina 24 hrs de exposición.

CONC (ppm)	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	% MORT	MC
TEST	62	3	4.84	
0.1	77	26	33.77	30.40
0.25	84	35	41.67	38.70
0.5	66	39	59.09	57.01
1	94	80	85.11	84.35
2.5	105	99	94.29	94.00
5	61	60	98.36	98.28

Cuadro A6. Mortalidad corregida de ninfas de *B. cockerelli* de la población Susceptible, evaluadas con el insecticida Profenofos 24 hrs de exposición.

CONC (ppm)	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	% MORT	MC
TEST	58	4	6.90	
0.1	78	12	15.38	9.12
3	74	22	29.73	24.52
5	70	31	44.29	40.16
10	62	32	51.61	48.03
15	62	47	75.81	74.01
30	66	61	92.42	91.86

Cuadro A7. Mortalidad corregida de ninfas de *B. cockerelli* de la población de Huachichil (Hu), evaluadas con el insecticida Profenofos 24 hrs de exposición.

CONC (ppm)	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	% MORT	MC
TEST	49	2	4.08	
0.1	50	6	12.00	8.62
0.5	49	15	30.61	27.94
1	54	18	33.33	30.77
5	54	28	51.85	50.00
20	59	53	89.83	89.44
20	59	56	94.92	94.72
30	57	56	98.25	98.18

Cuadro A8. Mortalidad corregida de ninfas de *B. cockerelli* de la población de Saltillo (Sal), evaluadas con el insecticida Profenofos 24 hrs de exposición.

CONC (ppm)	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	% MORT	MC
TEST	60	4	6.67	
0.1	58	6	10.34	6.90
0.5	67	19	28.36	25.60
1	52	17	32.69	30.10
5	52	22	42.31	40.09
7.5	72	43	59.72	58.17
10	60	51	85.00	84.42
30	55	54	98.18	98.11

Cuadro A9. Mortalidad corregida de ninfas de *B. cockerelli* de la población de Raíces (Ra), evaluadas con el insecticida Profenofos 24 hrs de exposición.

CONC (ppm)	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	% MORT	MC
TEST	56	0	0.00	
0.1	68	4	5.88	-1.09
1	74	13	17.57	11.46
10	80	44	55.00	51.67
20	64	58	90.63	89.93
30	62	58	93.55	93.07
50	66	64	96.97	96.75

Cuadro A10. Mortalidad corregida de ninfas de *B. cockerelli* de la población de san Rafael (Raf), evaluadas con el insecticida Profenofos 24 hrs de exposición.

CONC (ppm)	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	% MORT	MC
TEST	54	2	3.70	
0.1	70	11	15.71	12.47
1	86	19	22.09	19.10
5	60	31	51.67	49.81
10	56	46	82.14	81.46
15	69	62	89.86	89.46
20	60	59	98.33	98.27