

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Efectividad Biológica de Extractos Vegetales para el Control del Psilido de la Papa  
(*Bactericera cockerelli* Sulc) (HEMIPTERA: PSILIDAE)

Por:

**RAMÓN VARGAS VARGAS**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Saltillo, Coahuila, México

Marzo 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Efectividad Biológica de Extractos Vegetales para el Control del Psilido de la Papa  
(*Bactericera cockerelli* Sulc) (HEMIPTERA: PSILIDAE)

Por:

**RAMÓN VARGAS VARGAS**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
Dr. Ernesto Cerna Chávez

Asesor Principal

  
Dra. Yisa María Ochoa Fuentes

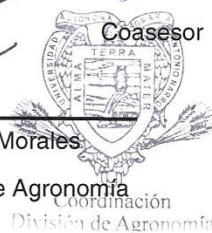
Coasesor

  
Ing. José Francisco Rodríguez Rodríguez

Coasesor

  
Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Marzo 2018

## AGRADECIMIENTOS

**A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por cobijarme desde el momento en que llegue por primera vez a esta institución y formarme profesionalmente.

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

**Al Dr. Ernesto Cerna Chávez** Por la disponibilidad de su tiempo e interés brindado en la revisión del presente trabajo.

**Al Ing. José Francisco Rodríguez Rodríguez** Por su tiempo disponible y sugerencias aportadas en la realización del presente trabajo.

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

**A la Dra. Yisa Ma. Ochoa Fuentes.** Por ser parte del jurado en este trabajo de investigación.

## **DEDICATORIAS**

### **A MI MADRE**

FRANCISCA VARGAS TERRONES. Gracias por haberme dado la vida, amor, cariño y ser parte fundamental en mi desarrollo profesional, estoy infinitamente agradecido por tu apoyo incondicional en todo momento, por haberme dado las mejores lecciones de la vida, por tus esfuerzos, oraciones y desvelos, por ser el pilar de mi vida y por darme la mejor herencia de mi vida “una profesión” por haber tenido confianza en mí, gracias

### **A MIS HERMANOS**

MARIELA VARGAS Y LUIS ENRRIQUE VARGAS. Con cariño para ustedes, Gracias por llenar mi vida de su amor, comprensión, alegría, por sus consejos y por el apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida.

### **A CITLALLI MATUS TRISTE.**

Gracias por aparecer en el momento que más te necesitaba siempre encuentras las palabras que me hacen sentir bien gracias por tu cariño y amor y por todos los momentos buenos que me has regalado.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS .....	i
DEDICATORIAS .....	ii
ÍNDICE GENERAL .....	iii
ÍNDICE DE CUADROS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN .....	vii
INTRODUCCIÓN .....	1
<i>Objetivo general</i> .....	2
<i>Objetivos específicos</i> .....	3
<i>Hipótesis</i> .....	3
REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc.....	4
Origen y distribución.....	4
Ubicación taxonómica .....	4
Biología y hábitos.....	5
Ciclo de vida.....	6
Importancia económica .....	11
Síntomas y daños que ocasiona el insecto .....	11
Métodos de control.....	13
<i>Insecticidas</i> .....	15
Abamectina .....	15
Deltametrina .....	16
Movento (Spirotetramat).....	16
Rotaprid (Imidacloprid) .....	17
<i>Mostaza (Sinapis arvensis)</i> .....	17

Descripción botánica.....	17
Clasificación taxonómica.....	18
Propiedades.....	18
<i>Canela (Cinnamomum verum)</i> .....	18
Clasificación taxonómica.....	19
MATERIALES Y MÉTODOS .....	20
<i>Ubicación del experimento</i> .....	20
<i>Colecta del Material Biológico</i> .....	20
<i>Extractos vegetales</i> .....	20
<i>Insecticidas</i> .....	21
<i>Combinación de Extractos Vegetales e Insecticidas</i> .....	21
<i>Bioensayos</i> .....	21
<i>Análisis estadístico</i> .....	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
CONCLUSIONES.....	27
BIBLIOGRAFÍA .....	28

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b>	Insecticidas evaluados sobre cuarto estadio ninfal de <i>Bactericera cockerelli</i> .....	21
<b>Cuadro 2.</b>	Concentración Letal Media (CL <sub>50</sub> ) de los extractos de Mostaza ( <i>Sinapis arvensis</i> ) y Canela ( <i>Cinnamomum verum</i> ) sobre el cuarto estadio ninfal de <i>Bactericera cockerelli</i> a 24 horas de exposición.....	23
<b>Cuadro 3.</b>	Concentración Letal Media (CL <sub>50</sub> ) de los insecticidas: Deltametrina, Abamectina, Spirotetramat, Imidacloprid, sobre el cuarto estadio ninfal de <i>Bactericera cockerelli</i> a 24 h de exposición.....	24
<b>Cuadro 4.</b>	Concentración Letal Media (CL <sub>50</sub> ) de la combinación de extracto de mostaza ( <i>Sinapis arvensis</i> ) + insecticida sobre el cuarto estadio ninfal de <i>Bactericera cockerelli</i> a 24 h de exposición.....	25
<b>Cuadro 5.</b>	Concentración Letal Media CL <sub>50</sub> de la combinación de extracto de Canela ( <i>Cinnamomum verum</i> ) + insecticida sobre el cuarto estadio estadio ninfal de <i>Bactericera cockerelli</i> a 24 h de exposición.....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Huevo de <i>Bactericera cockarelli</i> .....	6
<b>Figura 2.</b>	Primer estadio ninfal de <i>Bactericera cockerelli</i> .....	7
<b>Figura 3.</b>	Segundo estadio ninfal de <i>Bactericera cockerelli</i> .....	8
<b>Figura 4.</b>	Tercer estadio ninfal de <i>Bactericera cockerelli</i> .....	8
<b>Figura 5.</b>	Cuarto estadio ninfal de <i>Bactericera cockerelli</i> .....	9
<b>Figura 6.</b>	Quinto estadio ninfal de <i>Bactericera cockerelli</i> .....	10
<b>Figura 7.</b>	Adulto hembra de <i>Bactericera cockerelli</i> .....	10
<b>Figura 8.</b>	Macho adulto de <i>Bactericera cockerelli</i> .....	11



## RESUMEN

El psílido de la papa, *Bactericera cockerelli*, se ha convertido en motivo de gran preocupación debido a su impacto destructivo sobre la papa y otros cultivos de solanáceas. El uso de insecticidas sintéticos, como método principal de control de insectos ha provocado el surgimiento de resistencia en estos organismos. Por lo antes mencionado el objetivo de esta investigación fue evaluar la efectividad biológica de dos extractos vegetales y cuatro insecticidas de diferente grupo toxicológico para el control de *Bactericera cockarelli* en condiciones de laboratorio. Se determinó la CL<sub>50</sub> de dos extractos vegetales: Canela (*Cinnamomum verum*) y Mostaza (*Sinapis arvensis*) y cuatro insecticidas de diferente grupo toxicológico los cuales fueron: Abamectina, Deltametrina, Spirotetramat e imidacloprid. Una vez obtenidas las CL<sub>50</sub> tanto de los extractos como de los insecticidas se evaluaron mezclas de extracto + insecticida. Los resultados muestran que la CL<sub>50</sub> más alta se reporta para el extracto de canela con un valor de 188.892 ppm, en cuanto para el extracto de mostaza reporta una CL<sub>50</sub> de 106.528 ppm siendo esta la que tiene mayor toxicidad. De los insecticidas Spirotetramat fue el que mostro la CL<sub>50</sub> más baja de 109.786 ppm, lo que indica que este insecticida es el que tiene una mayor eficacia para el control de *Bactericera cockarelli*. En el caso de las mezclas de extracto + insecticida, Canela + abamectina que reporto la CL<sub>50</sub> más baja de 6.90 ppm, por lo que se puede considerar que el extracto de canela potencializa la toxicidad de este insecticida.

**Palabras clave:** *Bactericera cockarelli*, Extractos Vegetales, Canela, Mostaza, CL<sub>50</sub>

## INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es el cuarto cultivo alimenticio de mayor importancia a nivel mundial, presente en la dieta de muchas culturas, rico en carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas, y por los beneficios en la salud humana que esta especie proporciona, ya que algunos de sus constituyentes poseen ciertas propiedades antioxidantes (Suttle, 2008).

El cultivo de la papa ocupa en México el cuarto lugar en la producción de alimentos. En la región sureste de Coahuila y Nuevo León, ésta especie ocupa una superficie mayor de 3 000 ha, con un rendimiento medio comercial de 35 ton ha<sup>-1</sup>, con un costo por hectárea de casi \$170 000 (SAGARPA, 2009).

El psílido de la papa, *Bactericera cockerelli*, se ha convertido en motivo de gran preocupación debido a su impacto destructivo sobre la papa y otros cultivos de solanáceas en los Estados Unidos, México y América Central (Munyanza *et al.*, 2007).

Los psílicos eran considerados como plagas secundarias hasta hace algunos años, pero recientemente en varias regiones de México y Centroamérica, se ha asociado a la especie *B. cockerelli*, como responsable de la transmisión de enfermedades fitopatógenas en cultivos de solanáceas (chile, papa y tomate), como la transmisión de la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* la cual también se asocia con la enfermedad en papa Zebra chip (Hansen *et al.*, 2008).

Las plantas afectadas por *B. cockerelli*, muestran una disminución en el crecimiento, desarrollo prematuro, clorosis o amarillamiento. Otros síntomas son la formación de tubérculos aéreos, entrenudos cortos enroscamiento apical, coloración púrpura en folíolos y oscurecimiento en el interior de los tubérculos (Munyanza *et al.*, 2007)

En Coahuila y Nuevo León (Noreste de México) los rendimientos del cultivo de papa se redujeron hasta 90% durante los años 2003 y 2004, a causa del fitoplasma, que provoca la enfermedad punta morada de la papa, transmitido por *B. cockerelli*, (Flores *et al.*, 2004)

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

Una de estas alternativas es el uso de extractos vegetales que actúan como biocontroladores, debido a la presencia de metabolitos secundarios (Ducrot, 2005). Los insecticidas vegetales presentan la ventaja de ser compatibles con otras opciones de bajo riesgo aceptables en el control de insectos, como feromonas, aceites, jabones, hongos entomopatógenos, depredadores y parasitoides, lo que aumenta enormemente sus posibilidades de integración a un programa de Manejo Integrado de Plagas (Molina, 2001).

## **Objetivo general**

Evaluar la efectividad biológica de dos extractos vegetales y cuatro insecticidas de diferente grupo toxicológico para el control de *Bactericera cockerelli* en condiciones de laboratorio.

## **Objetivos específicos**

1. Determinar la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) de los extractos vegetales de canela y mostaza sobre el cuarto estadio ninfal de *Bactericera cockarelli*.
2. Determinar la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) de Abamectina, Deltametrina, Spirotetramat e Imidacloprid sobre el cuarto estadio ninfal de *Bactericera cockarelli*.
3. Determinar la efectividad biológica de los extractos vegetales de canela (*Cinnamomum verum*) y mostaza (*Sinapis arvensis*) mezclados con los diferentes insecticidas sobre el cuarto estadio ninfal de *Bactericera cockarelli*.

## **Hipótesis**

Se espera que la combinación de extractos vegetales con insecticidas presenten un mejor control para *Bactericera cockarelli*.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### **Bactericera cockerelli Sulc**

#### **Origen y distribución**

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 *Trloza cockerelli*, y más tarde se confirmó taxonómicamente como *Paratrioza cockerelli*. Recientemente, el genero de esta especie se ha revisado y se le ha asignado el nombre de *Bactericera cockerelli* (Millar *et al.*, 2000).

En México existen antecedentes de este insecto desde 1947, cuando Pletsch reportó haberlo encontrado en los estados de Durango, Tamaulipas, y Michoacán; posteriormente se detectó en los Estados de México y Guanajuato, donde se le nombró como “pulgón saltador” (Garzón *et al.*, 2005).

#### **Ubicación taxonómica**

De acuerdo a Hodkinson (2009), la ubicación taxonómica del Psílido del tomate es la siguiente.

Reino...Animal

Phyllum...Arthropoda

Clase...Hexápoda

Orden...Homóptera

Suborden...Sternorrhyncha

Familia...Psyllidae

Género...*Bactericera*

Especie...*B. cockerelli* Sulc

## **Biología y hábitos**

Los adultos del psílido se encuentran en cualquier parte de la planta, se ubican en el envés de las hojas inferiores al amanecer, al atardecer y cuando el día está nublado o lluvioso. Sin embargo, el adulto gusta de la energía solar y por lo tanto se le puede ubicar en el envés de las hojas altas, medias y hasta en el haz de las hojas más altas de la planta (Castellanos, 2004).

De acuerdo a Montero (1994), el ciclo de vida de *B. cockerelli* Sulc requiere de 20 a 23 días de huevecillo-adulto, dándose la máxima emergencia de adultos a los 21 y 22 días, los que sumaron en total 139.3 unidades calor de huevecillo a adulto con: 31.07, 34.85, 19.4, 22.82, 17.22, 14.07 UC respectivamente, en el orden de huevecillo a adulto. Por su parte Marín (2002) menciona que esta plaga requiere una temperatura mínima determinada en 7°C y temperatura superior de 35°C. Fuera de estos umbrales las ninfas mueren.

## Ciclo de vida

### Huevo

Bújanos *et al.* (2005) menciona que los huevos son de color amarillo-naranja, de forma ovoide, en el extremo basal presenta un filamento con el cual se adhieren a las hojas, presentan cinco estadios ninfales con forma oval, dorso-ventralmente aplanados, con los ojos bien definidos, requieren de 8 a 10 días para su incubación. Figura 1.



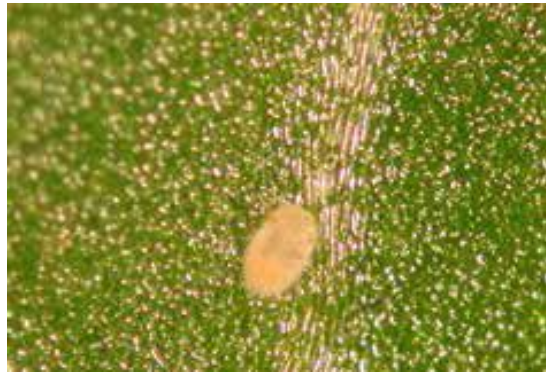
**Figura 1.** Huevo de *Bactericera cockerelli*.

### Ninfas

*B. cockerelli* presenta cinco estadios ninfales con forma oval, dorso-ventralmente aplanados, con ojos bien definidos, en forma de escamas, presentan filamentos alrededor del cuerpo, cerosos los cuales forman toda la orilla del cuerpo y a menudo viven en el envés de las hojas; son casi inmóviles en los tres primeros estadios y en los otros dos siguientes, adquieren cierta movilidad (Bravo *et al.* 2006).

## Primer estadio

Es aplanado dorsoventralmente, de forma oval, cabeza y cefalotórax redondeado, antenas con segmentos basales cortos, paquetes alares poco visibles, abdomen bien definido con segmentación poco evidente, setas a la periferia del tegumento y la división del cuerpo no está bien diferenciada (Marín *et al.*, 2002).  
Figura 2.



**Figura 2.** Primer estadio ninfal de *Bactericera cockerelli*.

## Segundo estadio

Es aplanado dorsoventralmente; las divisiones entre cabeza, tórax y abdomen son evidentes. La cabeza de color amarillento con antenas con segmentación no diferenciada. Los ojos presentan un color anaranjado oscuro. El tórax es de color verde-amarillento y los paquetes alares se hacen visibles. Abdomen de coloración amarilla (Marín, 2008). Figura 3.





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

### **Tercer estadio**

Aplanada dorsoventralmente; las divisiones parecidas al segundo estadio, pero la diferenciación entre cabeza, tórax y abdomen es más notoria (Marín *et al.*, 2002;). Los ojos son rojos, el tórax de color verde amarillento, se distinguen los paquetes alares y se presenta la segmentación en las patas. Los ojos presentan una coloración rojiza. El tegumento de las ninfas se observa blando. Y los paquetes alares se hacen visibles (Marín, 2008). Figura 4.



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

## Cuarto estadio

En este estadio la cabeza y las antenas presentan las mismas características del estado anterior. El tórax es de color verde-amarillento, la segmentación de las patas está bien definida y se aprecian en la parte terminal de las tibiae posteriores, los segmentos tarsales y un par de uñas; estas características se aprecian fácilmente en ninfas aclaradas y montadas. Los paquetes alares están bien definidos. La coloración del abdomen es amarilla y cada uno de los cuatro primeros segmentos abdominales presenta un par de espiráculos. La separación entre el tórax y el abdomen es notoria (Marín *et al.*, 1995). Figura 5.



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

## Quinto estadio

Cuerpo aplanado dorsoventralmente, cabeza, tórax y abdomen bien definidos, cabeza con antenas engrosadas en su base, reduciéndose sucesivamente hacia su parte terminal, en esta se encuentra 2 setas sensoras insertadas a diferentes niveles. Paquetes alares anteriores presentan los ángulos humerales proyectadas hacia las partes anteriores del cuerpo (Marín *et al.*, 2002). Figura 6.



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

### **Adulto**

A la emergencia el adulto presenta una coloración verde amarillenta; es inactivo, alas blandas, que al paso de 3 o 4 horas se tornan transparentes. La coloración cambia de ligeramente ámbar a café oscuro o negro, el cambio se presenta en los primeros 7 a 10 días. Las hembras presentan cinco segmentos visibles, más el segmento genital, este es de forma cónica en vista lateral y en la parte media dorsal se presenta una mancha en forma de “Y” con los brazos hacia la parte terminal del abdomen (Figura 7). Los machos presentan seis segmentos visibles más el genital; al ver este insecto dorsalmente se distingue las valvas genitales con estructuras en forma de pinza que caracteriza a este sexo (Marín, 2008). Figura 8.



**Figura 7.** Adulto hembra de *Bactericera cockerelli*.



**Figura 8.** Macho adulto de *Bactericera cockerelli*.

### **Importancia económica**

Actualmente la *Paratrioza* o pulgón saltador (*B. cockerelli*), se ha convertido en una de las plagas más importantes de la papa, al ocasionar dos tipos de daños en el cultivo; daño directo al inyectar toxinas que dañan las células que producen clorofila en las hojas y daño indirecto en la transmisión de fitoplasma que merma hasta en un 45 % la producción en México (Garzón, 2002).

*B. cockerelli* que es capaz de limitar a la producción nacional y puede destruir el 95% de la producción debido a que disminuye la calidad de tubérculos al provocar manchado interno, así como la ausencia de brotación o brote de hilo de los mismos cuando se destina a producción de semilla (Cadena *et al.*, 2003).

### **Síntomas y daños que ocasiona el insecto**

El psílido de la papa es una plaga importante que bajo infestaciones severas causa serios daños. Se puede comentar que este insecto causa dos tipos de daños: el directo y el indirecto.

Durante los años 2003 y 2004, la incidencia de esta enfermedad se incrementó considerablemente, llegando al 100% en las áreas productoras de papa, como ocurrió en la región sur de Coahuila y Nuevo León (Flores, 2004).

### **Directo**

Diversos investigadores han aportado mayores elementos sobre el efecto de la toxina de *Bactericera* en las plantas de papa y tomate, sin embargo, en algunos casos estos son contradictorios y provocan confusión, pues algunos investigadores dicen que además del amarillamiento en papa, “las hojas apicales tienen folíolos ondulados y morados”, síntomas que están más relacionados con los de la punta morada de la papa que fueron causados por la toxina. Otros aspectos contradictorios son los referidos a la disminución y acumulación de almidón en papa (Garzón, 2002).

### **Indirecto**

La principal enfermedad de la papa es la punta morada, originalmente descrita en Estados Unidos y transmitida por chicharritas. A una enfermedad similar en papa observada en México, se le asignó el mismo nombre y estudios moleculares del ADN concluyeron que es causada por un fitoplasma del grupo del áster yellows (Leyva-López y Col, 2002) y que, a diferencia de los reportes de Estados Unidos, en México la punta morada de la papa parece ser transmitida por *B. cockerelli* y no por chicharritas (Salas-Marina, 2006).

Estudios recientes han mostrado que una nueva especie de una bacteria no cultivable denominada *Candidatus Liberibacter solanacearum (psyllaourous)*, es responsable de la enfermedad “Permanente del tomate” y “Punta morada de la papa o manchado del tubérculo” (Zebra chip) y es transmitida por *B. cockerelli* (Garzón-Tiznado *et al.*, 2009).

## **Métodos 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**

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.

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*.

El principal parasitoide de ninfas del pulgón saltador es la avispa *Tamarixia triozae* (Bujanos *et al.*, 2005).

## Control legal

Aun no existe una norma oficial para evitar la proliferación y dispersión de *B. cockerelli*, pero se ha considerado la Norma Oficial Mexicana (NOM-081-FITO-2001), referente al manejo y eliminación de focos de infestación de plagas, mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos debido a que los daños de esta plaga repercuten en forma directa sobre los rendimientos obtenidos por unidad de superficie y en la calidad fitosanitaria y comercial (SAGARPA, 2001).

## Control químico

Vargas (2005) mencionó 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.

La mayoría de los piretroides y organofosforados proporcionan controles aceptables para este insecto. Una de las alternativas para el control de insectos es el método químico, el cual actúa de forma inmediata; sin embargo, lo interesante de este método es saber utilizarlo. Entre las deficiencias puede ser la mala calibración, baja cobertura de aspersión, y equipo en mal estado lo que provoca un mal manejo y contaminantes en el medio ambiente (Avilés *et al.*, 2002).

Algunas especies de azufre en polvo pueden promover el control, así como también sales potásicas de ácidos grasos (jabones insecticidas al 2%) las cuales pueden ser útiles contra las ninfas, aunque el control más errático (Cranshaw, 2007).

Entre los insecticidas más comunes para el control de *B. cockerelli* como por ejemplo, Endosulfan (Thiodan), Imidacloprid (Confidor 350 SC), Thiacloprid (CaLypso), Imidacloprid y cyfluthrin. (Leverange), Spiromesifen (Oberon),

Methamidophos (Tamaron), Thiametoxam (Actara), Permetrina (Ambush, Pounce), pueden ser de gran utilidad en el manejo integrado de plagas (Bayer, 2006).

## **Insecticidas**

### **Abamectina**

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

## **Deltametrina**

### **Características**

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

### **Modo de acción**

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

### **Movento (Spirotetramat)**

Es un insecticida, sistémico que actúa por ingestión inhibiendo la síntesis de los lípidos. Spirotetramat actúa sobre el insecto plaga vía ingestión. Es por ello que su eficacia dependerá mucho de la penetración del ingrediente activo en las hojas y su translocación dentro de la planta. Movento OD debe ser aplicado durante el crecimiento activo de la planta, evitando periodos de estrés fisiológico e hídrico del cultivo. Se debe aplicar sobre ramas jóvenes con follaje verde y en crecimiento, asegurando una buena cobertura para garantizar su translocación dentro de la planta. (DEAQ, 2004).

### **Modo de Acción**

Inhibidor de la síntesis de lípidos en los insectos, que actúa por ingestión, afecta principalmente estdos inmaduros de plagas chupadoras, como mosquita blanca (*Bemisia sp*) y *Bactericera cockerelli*. Adicionalmente las hembras adultas de esas plagas muestran una reducción en la fecundidad y la fertilidad de los huevecillos. (Liñan, 1997).

### **Rotaprid (Imidacloprid)**

#### **Características**

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

### **Modo de Acción**

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

### **Mostaza (*Sinapis arvensis*)**

#### **Descripción botánica**

La mostaza es un cultivo anual, raíz delgada y fusiforme, tallos erectos de hasta 1,5 m de altura, hojas anchas, lobuladas. Se adapta bien a suelos próximos a la neutralidad. Es de crecimiento muy rápido. Algunas variedades tienen acción

antinematodos. Se cultiva por el aceite de sus semillas, como forrajera y por sus hojas que pueden comerse como verdura, se propaga por semillas (Rosario, 2011).

### **Clasificación taxonómica**

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Familia: Brassicaceae

Género: *Sinapis*

Especie: *arvensis* (Michels, 2011)

### **Propiedades**

Las propiedades aromáticas de la mostaza y su utilización más abundante son debidas a su riqueza en glucosinolatos, donde la enzima mirosinasa hidroliza los glucosinolatos hasta isotiocianatos, los cuales permiten la reducción en la población de los nematodos además mejora la productividad de los suelos agrícolas (López, *et al.*, 2003)

### **Canela (*Cinnamomum verum*)**

Es una de las especias más antiguas, se conoció y usó antes de la era cristiana por los chinos. La comercializaron los fenicios, fue utilizada por los egipcios y los romanos como aromatizante, conservador y embalsamante. Fue una de las especias que motivaron, con el conjunto de otras, a descubrir nuevas rutas geográficas e inspirar grandes hazañas (Gonzales, 2010).

Se trata de una planta perteneciente a la familia de las Lauráceas. Su nombre técnico es *Cinnamomun zeylanicum* Nees. Conocida comúnmente en México como canela (Gonzales, 2010).

### **Clasificación taxonómica**

Según Gómez (2012) la canela se clasifica:

Reino: Plantae

Division: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Laurales

Familia: *Lauraceae*

Género: *Cinnamomum*

Especie: *verum*

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Ubicación del experimento**

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de toxicología, ubicado en el Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

### **Colecta del Material Biológico**

El material biológico, se recolecto en los invernaderos del departamento de parasitología agrícola. Se cortaron foliolos de plantas con daños y presencia de ninfas de *Bactericera cockerelli*. Una vez obtenidas las muestras se colocaron dentro de recipientes de plástico de 500 mL para llevarlos al laboratorio de toxicología para su posterior estudio.

### **Extractos vegetales**

Se evaluaron extractos vegetales de canela y mostaza, a diferentes concentraciones (188, 94, 47, 23, 12, 6 y 106, 53, 26, 13, 6, 3 ppm respectivamente).

## **Insecticidas**

Se evaluaron cuatro insecticidas de diferente grupo toxicológico como son: Deltametrina, Abamectina, Spirotetramat, imidacloprid, a diferentes concentraciones Cuadro 1.

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

<b>No</b>	<b>Insecticida</b>	<b>Grupo Toxicológico</b>
1	Deltametrina	Piretroide
2	Abamectina	Avermectina
3	Spirotetramat	Acidos Tetronicos
4	Imidacloprid	Neonicotinoides

## **Combinación de Extractos Vegetales e Insecticidas**

Una vez obtenida la  $CL_{50}$  de los extractos vegetales y de los insecticidas evaluados, estas se mezclaron para determinar su efecto insecticida, estas se fueron reduciendo de manera proporcional en un 50% hasta la obtención de seis concentraciones.

## **Bioensayos**

Se realizaron de acuerdo a la técnica de inmersión de hoja (IRAC, 2005; Vega *et al.*, 2008). Para ello, las hojas provenientes del invernadero se seleccionaron y cortaron en rectángulos aproximadamente de 5cm por 6cm con ayuda de una tijera y cada rectángulo de hoja contenía al menos entre 20 y 35 ninfas de cuarto estadio; los

rectángulos se sumergieron durante cinco segundos en las concentraciones en estudio. Posteriormente se dejaron secar 5 segundos aproximadamente en papel absorbente y se colocaron dentro de cajas Petri de 7.5 cm de diámetro, donde previamente se colocó papel filtro humedecido, se mantuvieron en condiciones controladas de  $24 \pm 2$  °C de temperatura, 70% de H.R y 12:12 horas luz: oscuridad. Los datos de mortalidad se tomaron a las 24 h, considerándose ninfas muertas aquellas que estaban deshidratadas o no reaccionaban a un estímulo en la parte dorsal con un pincel. El máximo nivel de mortalidad aceptable para el testigo fue del 10%.

### **Análisis estadístico**

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

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se pueden apreciar los valores de la  $CL_{50}$  para los extractos evaluados de Mostaza y Canela a las 24 h de exposición, donde la  $CL_{50}$  mas alta se reporta para el extracto de canela con un valor de 188.892 ppm, en cuanto para el extracto de mostaza muestra una  $CL_{50}$  de 106.528. Esto se puede relacionar a la presencia de aceites esenciales, glucósidos (Sarmany *et al.*, 2011) y glucosinolatos ya que estos son compuestos que se encuentran en forma natural en las plantas de la familia Brassicaceae, y forman parte de su mecanismo de defensa frente a insectos (Thomas y Kuruvilla, 2004). Sarmany *et al.* (2011) menciona que los compuestos secundarios de las plantas pueden afectar a los insectos de varias maneras alterando sus principales vías metabólicas y causando una muerte rápida, actuar como atrayentes, disuasivos y anti alimentarios.

**Cuadro 2.** Concentración Letal Media ( $CL_{50}$ ) de los extractos de Mostaza (*Sinapis arvensis*) y Canela (*Cinnamomum verum*) sobre el cuarto estadio ninfal de *Bactericera cockerelli* a 24 h de exposición.

Extracto	n	$CL_{50}$ (ppm)	LFI-LFS	$CL_{90}$ (ppm)	Ecu. Predicción	PR>
Mostaza	100	106.528	29.72-252.84	13299	$y=0-1.239+0.611$	<.0001
Canela	100	188.892	48.49-502.67	10032	$y=0-1690+0.742$	<.0001



La CL<sub>50</sub> de los insecticidas evaluados se presentan en el Cuadro 3, donde la CL<sub>50</sub> mas alta es para imidacloprid con un valor de 201.623 ppm, este resultado difiere con Castellanos (2009) quien reporto una CL<sub>50</sub> de 107.42 para *Bactericera cockarelli*. Abamectina reporto una CL<sub>50</sub> de 140.405 ppm, estos resultados son superiores a los reportados por Cerna *et al.* (2012) en el estudio sobre de la resistencia a insecticidas en poblaciones *B. cockerelli* donde la CL<sub>50</sub> mayor fue 0.29 ppm. Por otra parte la Deltametrina presento una CL<sub>50</sub> de 114.085 ppm, este resultado es mayor a lo reportado por Davila *et al.* (2012) con una CL<sub>50</sub> de 31.2 ppm para *Bactericera cockarelli*. Spirotetramat fue el que mostro la CL<sub>50</sub> más baja de 109.786 ppm la cual es superior a lo reportado por Martínez (2015) con una CL<sub>50</sub> de 20 ppm en una población de *Bemisia tabaci*.

**Cuadro 3.** Concentración Letal Media (CL<sub>50</sub>) de los insecticidas: Deltametrina, Abamectina, Spirotetramat, Imidacloprid, sobre el cuarto estadio ninfal de *Bactericera cockerelli* a 24 h de exposición.

Insecticida	n	CL <sub>50</sub> (ppm)	LFI-LFS	CL <sub>90</sub> (ppm)	Ecu. Predicción	PR>
Deltametrina	100	114.085	31.26-274.40	16097	y=0-1.226+0.596	<.0001
Abamectina	100	140.405	42.28-330.32	12972	y=0-1.400+0.652	<.0001
Spirotetramat	100	109.786	68.63-163.98	8374	y=0-1.389+0.680	<.0001
Imidacloprid	100	201.623	132.68-293.01	14512	y=0-1.590+0.690	<.0001

De las mezclas de extracto de mostaza + insecticidas la que corresponde a Mostaza + Imidacloprid mostro el valor de más alto con 17.22 ppm, por otro lado la mezcla con la CL<sub>50</sub> más baja fue la de Mostaza + Spirotetramat con un valor de 9.44 ppm. Por lo que se puede apreciar que si hay un efecto positivo en la combinación

del extracto de mostaza + insecticidas ya que se ve mejorada su toxicidad de ambos insecticidas.

**Cuadro 4.** Concentración Letal Media (CL<sub>50</sub>) de la combinación de extracto de mostaza (*Sinapis arvensis*) + insecticida sobre el cuarto estadio ninfal de *Bactericera cockerelli* a 24 h de exposición.

Extracto + insecticida	n	CL <sub>50</sub> (ppm)	LFI-LFS	CL <sub>90</sub> (ppm)	Ecu. Predicción	PR>
Mostaza + deltametrina	100	10.13 <sup>1</sup>	6.17-14.32	291.25	y=0-0.884+0.878	<.0001
Mostaza + abamectina	100	11.05 <sup>2</sup>	6.56-15.88	397.2	y=0-0.859+0.824	<.0001
Mostaza + Spirotetramat	100	9.44 <sup>3</sup>	5.52-13.66	368.55	y=0-0.785+0.805	<.0001
Mostaza + Imidacloprid	100	17.22 <sup>4</sup>	10.86-24.01	574.78	y=0-1.040+0.841	<.0001

Proporción extracto+insecticida: <sup>1</sup>48+52%; <sup>2</sup>43+57%; <sup>3</sup>49+51%; <sup>4</sup>34+65%.

En el cuadro 5 se puede observar la CL<sub>50</sub> de las mezclas de Canela + insecticida, donde se reportó la CL<sub>50</sub> mas alta para la mezcla de Canela + imidacloprid con un valor de 26.71 ppm, en tanto que la mezcla con el valor más bajo fue la de Canela + Abamectina con una CL<sub>50</sub> de 6.90 ppm. Se puede observar que la toxicidad de la combinación del extracto de canela + insecticidas mejoro en menos cantidad comparada con la mezcla de mostaza + insecticidas excepto la combinación de canela más Abamectina.

**Cuadro 5.** Concentración Letal Media CL<sub>50</sub> de la combinación de extracto de Canela (*Cinnamomum verum*) + insecticida sobre el cuarto estadio estadio ninfal de *Bactericera cockerelli* a 24 h de exposición.

Extracto + insecticida	n	CL <sub>50</sub> (ppm)	LFI-LFS	CL <sub>90</sub> (ppm)	Ecu. Predicción	PR>
Canela + deltametrina	100	26 <sup>1</sup>	17.99-34.73	770.61	y=0-1.232+0.870	<.0001
Canela + abamectina	100	6.90 <sup>2</sup>	2.81-11.72	357.89	Y=0-0.627+0.747	<.0001
Canela + spirotetramat	100	25.65 <sup>3</sup>	19.60-32.21	345.13	y=0-1.600+1.135	<.0001
Canela + imidacloprid	100	26.71 <sup>4</sup>	16.52-37.72	1310	Y=0-1.081+0.758	<.0001

Proporción extracto+ insecticida: <sup>1</sup>62+38%; <sup>2</sup>57+43%; <sup>3</sup>63+37%; <sup>4</sup>48+52%

En los cuadros 4 y 5 se observan los valores de CL<sub>50</sub> para las mezclas de los extractos vegetales + insecticidas, las mezclas de mostaza + insecticida presentan los valores de la CL<sub>50</sub> más bajos en comparación a las mezclas de Canela + insecticida, excepto la mezcla de Canela + abamectina que reporto una CL<sub>50</sub> de 6.90 ppm, por lo que se puede considerar que el extracto de canela potencializa la toxicidad de este insecticida. Terralia (2017) menciona que el extracto de canela tiene efectos de repelencia, disuasión de alimentación y excitación del sistema nervioso; causa un enmascaramiento de las feromonas involucradas en el proceso de apareamiento; como regulador de crecimiento, interfiere en los procesos de muda además altera la conducta y la fisiología de la reproducción causando la muerte por disrupción del aparato reproductivo.

## CONCLUSIONES

El extracto de *Sinapis arvensis* fue el que presentó la CL<sub>50</sub> más baja (106.528 ppm) en comparación al extracto de *Cinnamomum verum*, por lo que se puede considerar que es efectivo para el control *Bactericera cockarelli*.

Spirotetramat fue el que presentó la CL<sub>50</sub> más baja con un valor de 109.786 ppm, en comparación a los demás insecticidas, lo que indica que este insecticida es el que tiene una mayor eficacia para el control de *Bactericera cockarelli* por lo que se recomienda para aplicaciones en campo.

Las mezclas de *Sinapis arvensis* + los diferentes insecticidas obtuvieron las CL<sub>50</sub> más bajas en comparación a las mezclas de *Cinnamomum verum* + los diferentes insecticidas, excepto la mezcla de *Cinnamomum verum* + Abamectina siendo esta mezcla la que presentó mayor toxicidad sobre *Bactericera cockarelli*.

## BIBLIOGRAFÍA

- Avilés G.M.C.; Garzón T.J.A., Marín J.A. y Caro M.P.H. (2002). El Psílido 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.
- Avilés G.M.C.; Garzón T.J.A., Marín J.A., Caro M. P. H. (2002). El psílido del tomate Barberá, C. 1976. Pesticidas Agrícolas. 3a edición. Editorial OMEGA. Barcelona, España. Pp 43-45.
- Bayer (2005). Manual productos fitosanitarios. México.
- Bayer. (2006). La paratrioza o pulgón saltador del tomate y la papa. Boletín técnico, Bayer Crop Science. México 19-24p.
- 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.
- 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.

- Bujanos, R., Garzón, J. A. y Marín, A. (2005). Manejo Integrado del pulgón saltador *Bactericera* (=Paratrioza) *cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae) en los cultivos de solanáceas en México. Second World Pepper Convention pp. 93-99.
- Cadena H., M. A.; Guzmán P., I. R.; Díaz V., M.; Zavala Q., T. E.; Magaña T., O. S.; Almeyda L., I. H.; López D., H.; Rivera P., A. y Rubio C., O. A. (2003). Distribución, incidencia y severidad del pardeamiento y la brotación anormal en los tubérculos de papa en Valles Altos y Sierras de los estados de México, Tlaxcala y el Distrito Federal, México. Rev. Mex. Fitopatol. Vol. 21(3): 248-259.
- Castellanos, J. M. (2004). Para una agricultura orgánica sustentable e inocua; Paratrioza. Boletín informativo de ORGANIC. S.A. de C.V. 6 p.
- Castellanos, R.S.(2009). Determinación a la tolerancia de tres poblaciones de *Bactericera cockarelli* (Sulc) a insecticidas de diferente grupo toxicológico. UAAAN Saltillo, Coahuila. P 30
- Cerna E, Y Ochoa, LA Aguirre, M Flores, J Landeros. (2012). Determinación de la resistencia a insecticidas en cuatro poblaciones del psílido de la papa *Bactericera cockerelli*(Sulc.) (Hemiptera: Triozidae) Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-56572013000100009](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-56572013000100009)
- Cranshaw, W. and M. Camper. (2007). Management of poplar twiggall fly on nursery-grown aspen. *J. Env. Hort.*25 (1): 33-35.
- Diccionario de Especialidades Agroquímicas. (2004).
- Ducrot, P.H. (2005). Organic chemistry's contribution to the understanding of biopesticida activity of natural products from higher plants. pp. 47-58. En: Regnault, R.C., B.J.J. Philogene y C. Vincent (eds.). Biopesticides of plant origin. Lavoiser and Intercept, Ltd., Paris and Andover. 313 p.

- Flores, O. A.; Alemán, N. I. A.; y Notario, Z. M. I. (2004). Alternativas para el manejo de la punta morada en papa. *In*: Flores, O. A.; Gallegos, M., y García, M., O. (eds.). Memorias de simposio Punta Morada de la papa p.40-63.
- Garzón, T. J. A. (2002). Asociación de Paratrioza *cockerelli* Sulc. con enfermedades en papa (*Solanum tuberosum*) y tomate (*Lycopersicon lycopersicum* Mil. Ex Fawnl) en México. *In*: Memoria del Taller sobre Paratrioza *cockerelli* (Sulc.) como plaga y vector de fitoplasma en hortalizas. Culiacán, Sinaloa, México. pp: 79–87.
- Garzón, T. J. A. (2002). El pulgón saltador o la *Paratrioza*, una amenaza para la horticultura de Sinaloa. Memorias del taller sobre *Paratrioza cockerelli* Sulc: Como plaga y vector de fitoplasma en Hortalizas. Culiacán, Sinaloa, México. Pp. 9-12.
- Garzón-Tiznado JA., Cárdenas-Valenzuela OG, Bujanos-Muñiz R, Marín Jarillo A, Becerra-Flora A, Velarde-Felix S, Reyes-Moreno C, González Chavira M y Martínez-Carrillo JL. (2009). Asociación de Hemiptera: Triozidae con la enfermedad “Permanente del tomate” en México. *Agricultura Técnica en México*, 35:1:58-69.
- Gómez G. (2012). Estimación del efecto inhibitorio de *Aternaria solani* y *Aspergillus flavus* Con cinco extractos vegetales. Sutillo Coahuila, México. Tesis.
- Gonzales C. V. (2010). Conservación de Mora, uvilla y frutillas mediante la utilización de aceite esencial de canela. (*Cinnamomum zeynalicum*). Riobamba Ecuador, Tesis
- Hansen, A. K.; Trumble, J. T.; Stouthamer, T.; Paine, T. D., (2008). “A new huanglongbing species, Candidatus Liberibacter psyllaourous, found to infect tomato and potato, is vectored by the psyllid *Bactericera cockerelli* Sulc”. *Appl. Environ. Microbiol*, 74(18):5862-5865.
- Hodkinson, I. D. (2009). Life cycle variation and adaptation in jumping plant lice (Insecta: Hemiptera: Psylloidea): global synthesis *J. Nat. Hist.* 43: Pp. 65-179.

- Leyva-López, NE., Ochoa-Sánchez JC, Leal-Klevezas DS y Martínez Soriano JP. (2002). Multiple phytoplasma Associated with potato diseases in Mexico. *Canadian journal of Microbiology*, 48:1062-1068.
- Liñan, C:(1997). *Farmacología vegetal*. Ed. Agrotecnicas, S. L. España. 1194 pp.
- López, J.; Aymerich, B. y González, S. (2003). Efecto de la Biofumigación sobre la Actividad Deshidrogenásica y las Poblaciones del Nematodo Fitoparásito Globodera. su Repercusión en la Mejora del Suelo. *edafología*, 10(2), 255–260.
- Marín J. A. (2008). Biología, Ecología e identificación de insectos vectores en cultivo de papa. *In: Detección, diagnóstico y manejo de la enfermedad punta morada de la papa*. Ed. Parnaso. Málaga España. Departamento de Parasitología UAAAN. Pp 115-135.
- Marín, J. A., J. A. Garzón, A. Becerra, C. Mejía, R. Bujanos, y K. F. Byerly. (2002). Ciclo biológico y morfología del salerillo *Paratrioza cockerelli* (Sulc) (Homoptera: Psyllidae), como vector de la enfermedad “permanente del jitomate” en el Bajío. *In: Memoria del Taller sobre Paratrioza cockerelli* (Sulc.) como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Culiacán, Sinaloa, México. pp: 37-45.
- Marín, J. A.; Garzón, T. J. A.; Becerra, F. A.; Mejía, A. C.; Bujanos, M. R.; Byerly, M. K. F., (1995). “Ciclo biológico y morfología del salerillo *Paratrioza cockerelli* (Sulc.) (Homoptera: Psyllidae) vector de la enfermedad permanente del jitomate en el Bajío”. *Catie, Manejo Integrado de Plagas, Revista Técnica* No. 38, 25-32 p.
- Martínez, P. J. O (2015). Evaluación de la tolerancia de cuatro insecticidas en poblaciones de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera:Aleyrodidae) de algodón en san pedro, Coahuila. Tesis de licenciatura. P 31 disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7759/63802%20MART%C3%8DNEZ%20PUENTE,%20JORGE%20ORLANDO%20TESIS.pdf?sequence=1>



- Michels, L. (2011). Clasificación y propiedades de la Mostaza (*Sinapis arvensis*). Recuperado de: <http://www.saludybuenosalimentos.es/alimentos/index.php?s1=Verduras%2FHortalizas&s2=Semillas&s3=Mostaza>
- Millar, G., L., D.R. Millar, and R. W. Carson. (2000). Psylloidea Web page. <http://www.sel.barc.usda.gov/Psyllid/psyllidframe.html>.
- Miriam Desireé Dávila Medina, Ernesto Cerna Chávez, Luis Alberto Aguirre Uribe, Oswaldo García Martínez, Yisa María Ochoa Fuentes, Gabriel Gallegos Morales y Jerónimo Landeros Flores. (2012). Susceptibilidad y mecanismos de resistencia a insecticidas en *Bactericera cockerelli* (Sulc.) en Coahuila, México Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342012000600007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000600007)
- Molina, N. (2001). Uso de extractos botánicos en el control de plagas y enfermedades. pp. 56-59. En: Avances en el fomento de productos fitosanitarios no sintéticos. Manejo integrado de plagas. CATIE, Costa Rica.
- Montero R. L. (1994). Ciclo de vida y factores de mortalidad del psílido del tomate *Paratrioza cockerelli* (Sulc). (Homóptera: Psyllidae). Tesis de licenciatura. Saltillo, Coahuila, México. 48 p.
- Montero, R., L. (1994). Ciclo de vida y factores de mortalidad del Psílido del tomate *Paratrioza cockerelli* (Sulc) (Homóptera: Psyllidae). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. p 50.
- Munyaneza J. E.; Crosslin J. M.; LEE I. M., (2007). "Phytoplasma diseases and insect vectors in potatoes of the pacific northwest of the United States". Bulletin of Insectology, 60(2):181-182. En línea: <http://www.bulletinofinsectology.org/pdfarticles/vol60-2007-181-182munyaneza.pdf>.

- 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 Mexico. *Journal of Economic Entomology* 100(3): 656-663.
- Rodríguez, H. C. & D. Nieto A. (1997). Anonáceas con propiedades insecticidas. In. Anonáceas, produção e mercado (pinha, graviola, atemóia e cherimólia). A. Rebouças, São Jose, I. Vilas Boas S., O. Magalhaes M. e T. N. Hojo R. (Eds). Bahia, Brasil. Pp.229- 239.
- Rosario, J. (2011). Resistencia de *Sinapis arvensis* L. a herbicidas inhibidores de la ALS: bases agronómicas bioquímicas y moleculares. UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación). (2001). Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Norma Oficial Mexicana NOM-081-FITO-2001, Manejo y eliminación de focos de infestación de plagas, mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos.
- Salas-Marina, M. A., Flores-Olivas, A., Sánchez-Arizpe, A., García-Martínez, O., Almeida-León, I. H. y Garzón-Tiznado, J. A. (2006). Eficiencia de insectos vectores en la transmisión de fitoplasma de la punta morada de la papa, pp. 1 *in*: Memoria de XXII Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa, 30 Julio - 4 Agosto 2006. ALAP, Toluca, México.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2009). Anuario Estadístico Agropecuario. México, D. F. 276 p.
- 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.
- Suttle, J. (2008). Symposium introduction: enhancing the nutritional value of potato tubers. *American Journal of Potato Research* 85: 266.

Thomas, K., Kuruvilla, M. & Hrideek, T.K. Mustard. (2004) Handbook of Herbs and Spices. CRC Press. Boca Raton. Fla. EE.UU. 2004; 360-373.

Vargas, C. I. I. (2005). Especies y fluctuaciones poblacionales de cicadelidos y psílidos positivos a fitoplasmas en el cultivo de papa y maleza aladaña en Arteaga, Coahuila. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 89p