

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**



**Proceso de Arribo de *Bactericera cockerelli* (Sulc) y su Relación con la  
Aparición de Síntomas de Punta Morada en el Cultivo de la Papa  
*Solanum tuberosum* L. en Coahuila y Nuevo León.**

**Por:**

**ELIDA BERENICE SCHAPER SIFUENTES**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para obtener el título de:  
INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

**Saltillo, Coahuila, México  
Agosto del 2012**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Proceso de Arribo de *Bactericera cockerelli* (Sulc) y su Relación con la  
Aparición de Síntomas de Punta Morada en el Cultivo de la Papa  
*Solanum tuberosum* L. en Coahuila y Nuevo León.

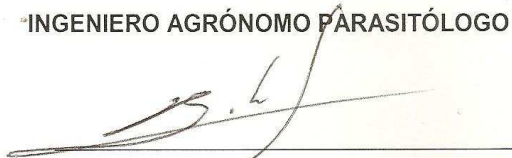
Presentada Por:

Elida Berenice Schaper Sifuentes

TESIS

Presentada como requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO



MC. Víctor Manuel Sánchez Valdez

Asesor Principal




Dr. Alberto Flores Olivas

Coasesor



Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda

Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía  
Coordinación  
División de Agronomía  
Saltillo, Coahuila, México.

Agosto del 2012

## AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por haberme brindado la oportunidad mi formación académica y personal y de lograr mis metas propuestas.

Al **personal académico del departamento de Parasitología**, por haber compartido conmigo sus experiencias y conocimientos, pilares de mi formación profesional.

Al **M.C. Víctor Manuel Sánchez V.** por concederme la oportunidad de realizar esta investigación por su apoyo, tiempo e interés, sin olvidar su valiosa colaboración durante la realización y corrección de la investigación.

Al **M.C Jorge Corrales Reynaga**. Por su conocimiento y dedicación en la realización de este trabajo.

Al **Dr. Alberto Flores Olivas** por sus aportaciones y disponibilidad para la revisión de este trabajo.

A la **Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda** por su colaboración brindada durante el lapso de elaboración de esta tesis.

A la **Ing. Mary Cruz Carreño** Expreso mi humilde y profundo agradecimiento por su magnífica asesoría y por su gran apoyo para la culminación de mi carrera.

Al **MS. Ignacio A. González Cepeda** Por su colaboración del presente trabajo.  
Presidente de Fundación Produce Coahuila.

## DEDICATORIAS

Le agradezco a **DIOS** por no abandonarme, por demostrarme que soy uno de sus hijos preferidos. Gracias por ayudarme a levantarme en mis fracasos, por aprender de ellos y principalmente por permitirme realizar el sueño más importante de mi vida.

A mis padres **Ramón Schaper Morín** y **María Elida Sifuentes Moreno** con el más profundo amor, respeto y cariño, gracias por darme la vida, por esa entrega de ustedes hacia mí, por sus oraciones que hicieron posible lograr mi mayor anhelo, ustedes son lo más grande y valioso de mi ser, los llevaré por siempre en mi corazón. "Los amo mucho y que Dios los bendiga siempre".

A mis hermanos **Ramón Schaper Sifuentes** y **Lorena Viviana Schaper Sifuentes** les dedico de todo corazón la culminación de esta etapa en mi vida, por darme ese cariño que siempre siento el cual me motiva a seguir adelante.

A mis sobrinos **Ramón Schaper Gallegos** y **Diego José Schaper Gallegos** por ayudarme a recolectar insectos.

A mis abuelos **Carolina Morín** y **Enrique Schaper Operman** por ser ejemplo de vida.

A la Maestra **Martha Valdez Moreno** por su apoyo constante a lo largo carrera.

A las familias **Schaper Contreras, Schaper Pecina, Gallegos García**, por brindarme ayuda cuando lo requerí, mostrándome verdadero afecto con sus sabios consejos.

A mis primos **Roberto Schaper, Verónica Moreno, José Enrique Schaper, Otto Schaper, Yadira Schaper, Gladis Schaper, Julián Gómez, Nora Schaper, Cesar Rodríguez, Jonathan Rodríguez, Ramsés Rodríguez**. Gracias por la confianza y apoyo incondicional que siempre me han brindado.

A mis amigos (as) **Laura Montañez, Alejandra Prado, Fernanda Calderón, Rebeca Dávila, Karla Rodríguez, Diana Govea, Mary Victorino Jasso, Gaby Victorino Jasso, Cesar Palacios, Emmanuel Pardo, Mayo Hernández, Roberto Buendia**. ¡A todos gracias por su amistad!

A mi prima **Sonia Schaper** Por su grata compañía y por estar siempre conmigo en los momentos más difíciles te quiero.

A mi amigo **Javier Lucio Del Toro** por brindarme su amistad y valiosos consejos, recordando los bellos y malos momentos que hemos pasado juntos.

A mi amiga **Sandra Barraza** por vivir innumerables experiencias durante la elaboración de la tesis, gracias por tu amistad te quiero.

A mis grandes amigos por su valiosa amistad por ser más que mis amigos por haberme compartido sus conocimientos durante la estancia en la universidad, y por brindarme su apoyo, comprensión durante la formación como: **Ingeniero Agrónomo Parasitólogo**:

**Ing. Rosivel Ángel Bautista**

**Ing. Laura Echeverría Utrilla**

**Rosario Molina Hidalgo**

**Ing. Jorge A. Pérez Limones**

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
INDICE DE CUADROS.....	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN.....	XI
INTRODUCCION.....	1
LITERATURA REVISADA.....	3
El Cultivo de la Papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.).....	3
Origen y Distribución.....	3
Importancia del cultivo.....	3
Posición taxonómica.....	4
Descripción botánica.....	4
Las plagas insectiles del cultivo.....	6
Antecedentes de <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc).....	6
Ubicación taxonómica.....	7
Impacto económico.....	7
Distribución geográfica.....	7
Dispersión de la plaga.....	7
Hospederos.....	8
Desarrollo biológico.....	8
Morfología de los estadios.....	9
Desarrollo ninfal.....	9
Morfología del Adulto.....	11
Tamaño del insecto.....	13
Ciclo de vida.....	13
Hábitos y comportamientos.....	14
Síntomas y daños que ocasiona el insecto.....	15
Directos.....	15
Indirectos.....	15
Antecedentes de la Punta Morada de la Papa (PMP).....	17

Síntomas.....	17
Agente causal.....	18
Técnicas de monitoreo.....	20
Estrategias de Control.....	21
Control cultural.....	21
Control biológico.....	21
Control químico.....	21
MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
Ubicación del experimento.....	23
Selección de localidades.....	23
Monitoreo del arribo de adultos de <i>Bactericera cockerelli</i> .....	24
Incidencia de la enfermedad.....	25
RESULTADOS Y DISCUSION.....	26
Dinámicas poblacionales de <i>B cockerelli</i> para dos fechas de siembra temprana en El Huachichil Arteaga Coahuila y fecha intermedia para El Prado, Galeana N.L. y su relación con el desarrollo de síntomas de la Punta Morada en papa.....	27
Análisis de riesgos (FODA).....	35
CONCLUSIONES.....	38
LITERATURA CITADA.....	39
A P E N D I C E.....	46

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Huevecillos de <i>Bactericera cockerelli</i> , fuente: Trumble 2006.....	9
2	Presentación de los estadios ninfales de <i>Bactericera cockerelli</i> , fuente: Garzón (2004).....	10
3	Ala de <i>Bactericera cockerelli</i> , fuente: Marín (2008).....	11
4	Hembra de <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc).....	12
5	valvas genitales del macho de <i>B. cockerelli</i> fuente: Marín (2008).....	12
6	Ciclo de vida de vida de <i>Bactericera cockerelli</i> fuente: Trumble 2006.....	14
7	Enrollamiento apical en hojas. Fuente: Colegio de Posgraduados (2005) y aparición de tubérculos aéreos fuente: Flores (2004).....	18
8	Localización Geográfica de las áreas experimentales en el Huachichil Arteaga Coahuila y El Prado Galeana nuevo león.	24
9	Localización de trampas amarillas y parcelas útiles en Arteaga Coahuila y El Prado Galeana N.L.....	25
10	Figura 10. Dinámica poblacional de <i>B. cockerelli</i> para dos fechas de siembra temprana en El Huachichil Arteaga Coahuila y fecha intermedia para El Prado, Galeana N.L. y su relación con el desarrollo de síntomas de la Punta Morada en papa.....	27
11	Dinámica poblacional de <i>B. cockerelli</i> para dos fechas de siembra, la temprana en El Huachichil, Arteaga, Coahuila e intermedia para el Prado, Galeana, N.L. y su relación con el desarrollo de síntomas de la punta morada en papa.....	28



12	Dinámica poblacional de <i>B cockerelli</i> para dos fechas de siembra temprana en El Huachichil, Arteaga, Coahuila e intermedia para El Prado, Galeana, N.L. y su relación con el desarrollo de síntomas de la Punta Morada en papa.....	30
13	Dinámica poblacional de <i>B cockerelli</i> para dos fechas de siembra temprana en El Huachichil, Arteaga, Coahuila y fecha intermedia para El Prado, Galeana, N.L. y su relación con el desarrollo de síntomas de la punta morada de la papa.....	33

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
1 Medidas en los diferentes estadios de <i>Bactericera cockrelli</i> .....	13

## RESUMEN

En las áreas paperas de Coahuila y Nuevo León se ha manifestado el “síndrome de la punta morada de la papa” provocada por *Bactericera cockerelli*, el cual en poblaciones elevadas provoca serios daños ocasionando hasta el 95 % de la producción debido a que disminuye la calidad de los tubérculos. Los objetivos del presente trabajo fueron: relacionar los eventos de arribo de *Bactericera cockerelli* (Sulc) y determinar el periodo de incubación de la aparición de síntomas de la enfermedad punta morada de la papa *Solanum tuberosum* L. en dos localidades de Coahuila y Nuevo León. Se utilizaron dos pivotes de plantación de papa, el primero ubicado en Huachichil Arteaga Coahuila, el segundo pivote se ubicó en San Juan del Prado Galeana N.L. Los muestreos se realizaron en forma semanal desde la etapa de emergencia al desvare de la planta, utilizando en cada lote cuatro trampas amarillas con pegamento las trampas se ubicaron en la periferia del lote en cada punto cardinal con el color amarillo orientado hacia el lado externo para monitorear el arribo de la *B. cockerelli*, se revisaron y cuantificaron en el laboratorio de la UAAAN. Para determinar la incidencia de la enfermedad se instalaron cuatro parcelas de 10 surcos y de 10 m orientadas hacia los cuatro puntos cardinales. Se cuantificó el número total de plantas por parcela lo que representó el 100 %. Una vez obtenida la fluctuación poblacional se determinó el porcentaje acumulado de arribos de los picos registrados entre el 22 de abril al 20 de mayo y se comparó gráficamente contra el porcentaje acumulado de aparición de síntomas para establecer el paralelismo entre el arribo de insectos y la incidencia de la enfermedad. Los resultados se presentaron en 3 generaciones a lo largo del cultivo, donde el segundo y tercer vuelo pico de *B. cockerelli* resultó ser el responsable de la transmisión de la punta morada de la papa. El periodo de incubación de la enfermedad punta morada de la papa fue de  $41 \pm 2$  días en el Huachichil En la localidad de San Juan del Prado no se presentó sintomatología ni capturas relevantes dado que la presión de la plaga fue muy baja.

**Palabras clave:** psílido de la papa, *Solanum tuberosum* L, periodo de incubación, Fluctuación poblacional, síndrome de la punta morada de la papa.

## INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es una hortaliza muy importante, no solamente por la superficie que anualmente se destina a su cultivo, sino por la cantidad de carbohidratos que aporta a la alimentación del pueblo mexicano. Ofrece mayor producción de calorías por hectárea y el segundo lugar en cuanto a la producción por unidad de superficie de proteína diaria, después de la soya SARH (1994).

En México se siembran alrededor de 67 mil hectáreas. Según datos del SIAP (2010) en México, la superficie sembrada es de 54, 141.36 ha, con una producción anual aproximada de 1, 500,497.23 rendimiento promedio de 27.74 ton/ha. Desafortunadamente estos rendimientos y calidad son afectados por la presencia de enfermedades fungosas, bacterianas, virosas, nematodos, fitoplasmas e insectos.

García en 1996 señaló que para la década de los noventa en las áreas papeiras de Coahuila, Nuevo León se comenzó a manifestar una enfermedad, que ocasiona amarillamiento, enrollamiento de folíolos de color morado, formación de tubérculos aéreos, necrosis vascular en tallos, lo que actualmente se le llama “síndrome de la punta morada de la papa”.

Durante los años 2003 y 2004 la incidencia de esta enfermedad se incrementó considerablemente, llegando al 100 por ciento ya que los tubérculos obtenidos no tenían la calidad deseada, para la industria de la fritura (Flores *et al.*, 2004b).

Además de esta reducción, los tubérculos infectados pierden valor en el mercado por la necrosis interna y la baja calidad industrial (Salazar 1998).

Hoy en día se considera como principal vector al “pulgón saltador” *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae) afectando algunos cultivos de solanáceas (Marín *et al.*, 1995). Por su parte Sánchez y Almeyda (2004), consignan que este psílido es uno de los vectores de mayor importancia en las regiones papeiras de Coahuila y Nuevo León, por su relación con los fitoplasmas que causan la punta morada de la

papa. También mencionan que el control de este insecto se realiza durante el ciclo del cultivo. Detonado el abuso de insecticidas como única estrategia de combate, incrementando el costo de control del cultivo de la papa (Crosslin y Munyaneza, 2006; Nava *et al.*, 2004)

1. Por tal razón el objetivo del presente trabajo fue relacionar los eventos de arribo de *Bactericera cockerelli* (Sulc) con la aparición de síntomas de punta morada en el cultivo de la papa *Solanum tuberosum* L. en dos localidades de Coahuila y Nuevo León.
2. Determinar el periodo de incubación para la aparición de síntomas de la enfermedad punta morada de la papa en dos localidades de Coahuila y Nuevo León.

## LITERATURA REVISADA

### El Cultivo de la Papa (*Solanum tuberosum* L.)

#### Origen y Distribución

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es originaria de la región montañosa Andina en América del Sur. Se han realizado análisis de sitios antiguos y se ha confirmado que la papa ha sido cultivada por más de 8,000 años. Se conocen unas 2,000 especies del género botánico *Solanum*, de los cuales de 160-168 son plantas productoras de tubérculos, y ocho especies con fines alimenticios pero solo *S. tuberosum* es ampliamente cultivada en el mundo (Rowe, 1993).

La papa fue introducida de América del sur a España en el año de 1570 y fue distribuida hacia algunos países de Europa. Posteriormente Llegó a Norteamérica por medio de los migrantes en 1700 (Maiti and Singh, 2002).

#### Importancia del cultivo

Es uno de los cultivos de mayor importancia en el planeta, por su alto valor nutricional (Rhodes, 1982); La producción anual de este cultivo representa aproximadamente la mitad de la producción mundial de todas las raíces y tubérculos (Korschnerk, *et al.*, 1991).

El cultivo de la papa constituye una fuente importante de ingresos para los agricultores, además de generar empleos para los trabajadores agrícolas que abarcan todas las labores de siembra, escardas, riego, aplicación etc. Incluyendo labores de postcosecha como cargadores, transportistas y comerciantes (Rocha, 1985).

En el área que comprende a los municipios de los estados de Coahuila y Nuevo León, se siembran casi 5500 ha. Bajo condiciones de riego con rendimientos de aproximadamente 30 ton/ha. En México, el consumo per cápita de papa es de 12.5 kg el cual resulta bajo, comparado con el de otros países como Estados Unidos (5 kg) y Holanda (58.8 kg). La papa ocupa el sexto lugar de importancia como alimento de los mexicanos (Rangel, 1995).

### **Posición taxonómica.**

De acuerdo a Montaldo, (1984) la ubicación taxonómica de esta planta es la siguiente:

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Clase: Magnolipsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum*

Especie: *S. tuberosum*

### **Descripción botánica**

Es una planta suculenta, herbácea y anual por su parte aérea, perenne por sus tubérculos (tallos subterráneos) que se desarrollan al final de los estolones que nacen del tallo principal y a veces de varios tallos, según el número de yemas que hayan brotado del tubérculo (Montaldo, 1984).

**La raíz:** el sistema radical está formado por muchas ramificaciones, ya sea de planta originada de semillas o planta originada de tubérculo. La raíz es gruesa y pivoteante, su mayor aérea de desarrollo se encuentra entre los 60 y 80 de profundidad.

**Tallo:** son aéreos, gruesos, fuertes y angulosos, siendo al principio erguido y con el tiempo se van extendiendo hacia el suelo. Los tallos se originan en la yema del tubérculo, siendo su altura variable entre 0.5 y 1 m. Son de color verde pardo debido a los pigmentos asociados a la clorofila, estando presentes en todo el tallo.

**Rizomas:** son tallos subterráneos de los que surgen las raíces adventicias. Los rizomas producen unos hinchamientos denominados tubérculos, siendo éstos ovales o redondeados.

**Tubérculo:** son los órganos comestibles de la planta. Están formados por tejido parenquimatoso, donde se acumulan las reservas de almidón. En las axilas del tubérculo se sitúan las yemas de crecimiento llamadas “ojos”, dispuestas en espiral sobre la superficie del tubérculo.

**Hojas:** son compuestas, imparpinnadas y con folíolos primarios, secundarios e intercalares. La nerviación de las hojas es reticulada, con una densidad mayor en los nervios y en los bordes del limbo. Cuando la planta empieza a producir tubérculos la producción de hojas se reduce ligeramente para concentrarse en los tubérculos que crecen rápidamente, cuando los tubérculos alcanzan posteriormente su desarrollo las hojas se tornan amarillentas.

**Inflorescencias:** son cimosas, están situadas en la extremidad del tallo y sostenidas por un escapo floral. Es una planta autógama. Las flores tienen la corola rotácea gamopétala de color blanco, rosado, violeta, etc.

**Fruto:** en forma de baya redondeada de color verde de 1 a 3 cm. de diámetro, que se tornan amarillos al madurar. El fruto contiene en sus lóculos abundantes semillas, las cuales son pequeñas, lenticulares y blancas (Montaldo, 1984).



## Las plagas insectiles del cultivo

Las plagas son insectos que causan daño a la papa en las diferentes etapas del cultivo, atacan órganos como los tubérculos, tallos, hojas y raíces como Mosca blanca (*Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum.*), Mosca minadora (*Liriomiza huidobrensis*), Pulgón verde (*Myzus persicae* Sulz) Theodoracopoulos, 2008. Pulga saltona (*Epitrix argentinensis*), Gusano de alambre (*Melanotus spp.* y *Agriotes spp.*) Davidson, 1992.

Estos daños hacen que las plantas mermen su producción o la calidad de los tubérculos, lo que causa grandes pérdidas al agricultor.

Por tal razón es necesario identificar, evaluar el daño, diseñar una táctica de cómo controlarlas y mejor aún como poder prevenirlas. Una de las principales plagas del cultivo de la papa en la actualidad es *Bactericera cockerelli* (Rangel, 1995).

### Antecedentes de *Bactericera cockerelli* (Sulc)

*Bactericera cockerelli* en el cual se pueden encontrar con diferentes nombres comunes como el Psílido de la papa, Pulgón saltador, Salerillo, *Trioza cockerelli* (Sulc, 1909), psílido del nuevo mundo (Crawford, 1914), *Paratrioza cockerelli*, hasta la actualidad como *Bactericera cockerelli* muy cercano a los pulgones y a la mosquita blanca.

Posiblemente originaria de los Estados Unidos donde se colectó por primera vez en el estado de Colorado y Nuevo México en los Estados Unidos de Norteamérica, en 1894 y después se reportó en Arizona, California, Idaho, Kansas, Minnesota, Montana, Nebraska, Nevada, Dakota, Oklahoma y Texas (Pletsch, 1947).

En México se documentó la presencia del salerillo, *Bactericera cockerelli* (Sulc), en 1947 con efecto dañino en solanáceas en Durango, Estado de México, Michoacán y Tamaulipas (Pletsch, 1947).

### **Ubicación taxonómica**

De acuerdo a Triplehorn y Johnson (2005) la clasificación del psílido de la papa es la siguiente.

Orden: Hemiptera

Suborden: Sternorrhyncha

Superfamilia: Psylloidea

Familia: Psyllidae

Género: *Bactericera*

Especie: *B. cockerelli*

### **Impacto económico**

*Bactericera cockerelli* que puede limitar a la producción nacional (Cadena y Galindo, 1985;) y puede destruir el 95 % de la producción (Ramírez *et al.*, 1978; Cadena *et al.*, 2003) 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.*, 1986).

### **Distribución geográfica**

Este insecto se encuentra distribuido en diferentes partes de mundo como es Guatemala, México, Honduras, El Salvador (Molina *et al.*, 2004, Cadena *et al.* 2003), Canadá, Estados Unidos, Arizona, California, Colorado, Idaho, Kansas, Minnesota, Montana, Nebraska, Nevada, New Mexico, Norte de Dakota, Oklahoma, Sur de Dakota, Texas, Utah, Wyoming) (Molina *et al.*, 2004, Pavlista 2002, Ferguson *et al.*, 2001, Trumble, 2006)

### **Dispersión de la plaga**

La plaga por su naturaleza puede desplazarse por sí misma dentro de la plantación y puede migrar a otras cercanas. En el comercio internacional puede transportarse en frutos (en caso de tomates) o material propagativo (no en tubérculos) por ser una plaga que se alimenta de partes aéreas de la planta Systematic Entomology Laboratory (S.E.L. 2000).

## Hospederos

Es una plaga predominante de papa y tomate aunque se puede presentar en otras solanáceas, como berenjena o chile así como en solanáceas silvestres (Ferguson *et al.*, 2001), hojacen (*Flourensia cernua*), jarilla (*Conyza canadensis*), mezquite (*Prosopis* sp.), Hierba Mora (*Solanum nigrum*), Toloache (*Datura stramonium*), Jara (*Senecio salignus*) y Mala mujer o duraznillo (*Solanum rostratum*). Aunque el psílido no sólo ataca a la familia Solanaceae, también algunas familias como son: Amaranthaceae, Asclepiadaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Violaceae, Chenopodiaceae, Convolvulaceae etc (Pletsch, 1947; Wallis, 1995).

Vargas (2005), encontró 32 especies de malezas donde capturó adultos de *B. cockerelli* durante un año de muestreo en malezas aledañas al cultivo de la papa, las cuales fueron: *Gimnosperma glutinosu*, *Brickellia veronicaefolia*, *Sonchus oleraceus*, *Heliantus laciniatus*, *Partenium incanum*, *Siguiera dentata*, *Conyza bonariensis*, *Titihonia tubaeformis*, *Flourensia cernua*, *Hymenoxys odorata*, *Ageratina wrightii*, todas las anteriores de la familia Asteraceae; *Forestiera angustifolia* (Oleaceae), *Asistida curvifolia* (Poaceae), *Stipa eminens* (Poaceae), *Triticum estivum* (Poaceae), *Eruca sativa* (Brassicaceae), *Salvia lanceolada* (Lamiaceae), *Asphodelus Fistulosus* (Liliaceae), *Reseda luteola* (Resedaceae), *Ipomoea purpurea* (Convolvulaceae), *Salsola tragus* (Chenopodiaceae), *Pronus cercocarpifolia* (Rosaceae), *Mentzelia multiflora* (Loasaceae), *Larrea tridentata* (Zygophyllaceae), y de las malezas anteriores 12 *Flourensia cernua*, *Partenium incanum*, *Pronus cercocarpifolia* y *Reseda luteola* resultaron positivas a fitoplasma.

## Desarrollo biológico

Una hembra adulta puede ovipositar hasta más de 500 huevos durante un periodo promedio de 21 días. El tiempo promedio requerido para el desarrollo de huevo a adulto es de 15 a 30 días a una temperatura de 27°C la cual favorece el desarrollo y sobrevivencia, temperaturas bajo 15°C o sobre 32°C afecta adversamente el desarrollo y sobrevivencia, existen normalmente tres o cuatro generaciones por temporada las cuales se pueden traslapar (Pavlista 2002, Ferguson *et al.*, 2001).

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. Las ninfas se ubican normalmente en el envés de las hojas donde el follaje es más denso pero unas cuantas pueden ser encontradas por el haz; cuando son jóvenes pueden ser encontradas cerca del lugar donde fueron depositados los huevecillos o permanecen inactivas (Becerra, 1989) Daniels (1934).

### **Morfología de los estadios**

El huevecillo: Es de forma ovoide de color anaranjado-amarillento, corion brillante, presentando en uno de sus extremos un pequeño filamento, con el cual se adhieren a la superficie de las hojas como se observa en la figura 1 (Marín *et al.*, 1995). Al eclosionar dan lugar a las ninfas (Molina *et al.*, 2004).



Figura 1.- Huevecillos de *Bactericera cockerelli*, fuente: Trumble 2006.

### **Desarrollo ninfal**

Presentan cinco estadios de desarrollo como se muestra en la Figura 2.

**Primer estadio ninfal.** Es aplanada dorsoventralmente de forma oval, cabeza y cefalotórax redondeada, definido con segmentación poco evidente, setas a la periferia del segmento y la división del cuerpo no está bien diferenciado (Marín *et al.*, 2002; Marín, 2008).

**Segundo estadio ninfal.** Es aplanado dorsoventralmente las divisiones entre cabeza, tórax y abdomen son evidentes. La cabeza de color amarillento con antenas con segmentación no diferenciada, antenas con segmentos basales cortos, paquetes

alares poco visibles y el abdomen bien definido, los ojos presentan un color anaranjado oscuro, el tórax de color verde-amarillento y los paquetes alares se hacen visibles (Marín, 2008).

**Tercer estadio ninfal.** 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. (Becerra, 1989).

**Cuarto estadio ninfal.** Ojos de color rojo oscuro, antenas adelgazadas y la parte media terminando con dos setas sensoras, la segunda segmentación de las patas está definida, 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). El tegumento de psillido se observa integro, los paquetes alares y la segmentación están bien definidos.

**Quinto estadio.** Cuerpo aplanado dorsoventralmente, cabeza, tórax y abdomen bien definidos, la cabeza con antenas engrosadas en su base, reduciéndose sucesivamente hacia su parte terminal, en esta se encuentran dos setas sensoras insertadas a diferentes niveles. Paquetes alares anteriores presentan los ángulos humerales proyectadas hacia la parte anterior del cuerpo (Marín *et al.*, 2002).

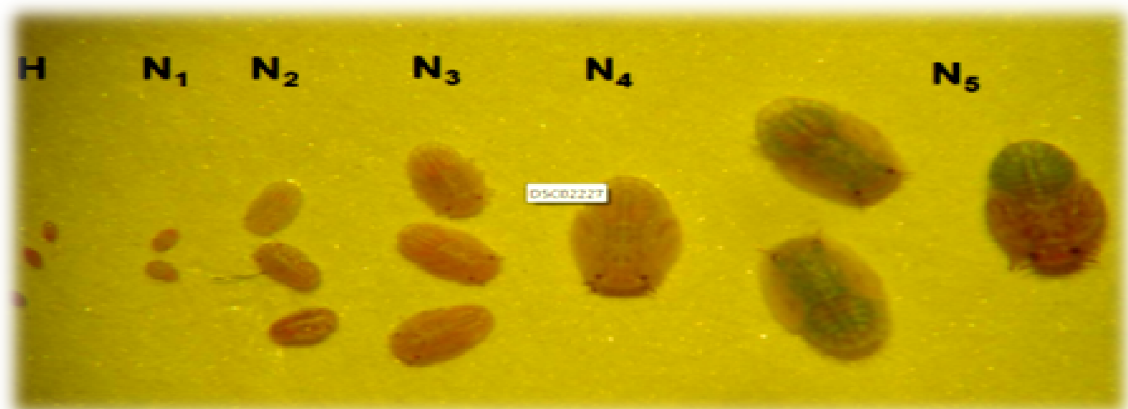


Figura 2.- Presentación de los estadios ninfales de *Bactericera cockerelli*, fuente: Garzón (2004).

### **Morfología del Adulto**

Miden como 2 mm, se reproduce sexualmente por copulación entre la hembra y el macho, lo que da como resultado la oviposición de varios huevecillos, al emerger presenta una coloración verde amarillenta; es inactivo presenta alas blancas como lo podemos ver en la figura 3, que al paso de 3 ó 4 hr se tornan transparentes. La coloración del cuerpo pasa de ligeramente ámbar a café oscuro o negro; el cambio se presenta en los primeros 7 a 10 días de alcanzar este estadio.

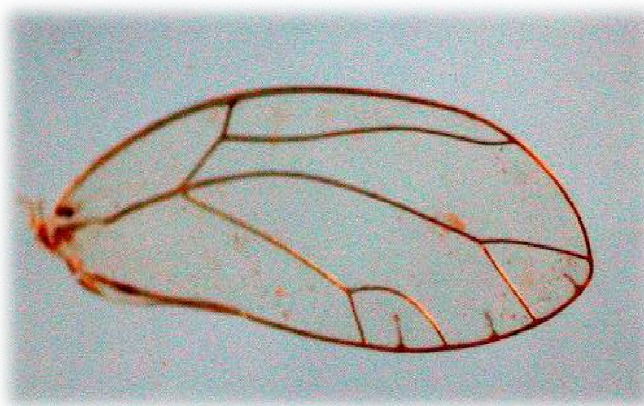


Figura 3.- Ala de *Bactericera cockerelli*, fuente: Marín (2008).

**La Cabeza:** mide un decimo de la longitud total del largo del cuerpo, con una mancha de color café que marca la división del tórax, ojos grandes de color café y antenas filiformes.

**El tórax:** blanco amarillento con manchas café bien definidas, la longitud de las alas es aproximadamente 1.5 veces más largo del cuerpo.

**El abdomen:** en las hembras con cinco segmentos visibles mas 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 como se puede apreciar en la figura 4 (Marín *et al.*, 1995).



Figura 4.- Hembra de *Bactericera cockerelli* (Sulc).

Los machos presentan seis segmentos visibles más el genital; al ver este insecto dorsalmente se distinguen las valvas genitales con estructuras en forma de pinzas que caracteriza a este sexo como lo podemos ver en la figura 5 (Marín, 2008).



Figura 5.- valvas genitales del macho de *B. cockerelli* fuente: Marín (2008).

**Tamaño del insecto:** A continuación se presenta un cuadro con las dimensiones del pulgón saltador en diversas fases de su ciclo biológico, según Becerra (1989).

Cuadro 1. Medidas en los diferentes estadios de *Bactericera cockrelli*.

<b>Estadio</b>	<b>Largo (mm)</b>	<b>Ancho (mm)</b>
<b>Huevecillo</b>	<b>0.4</b>	<b>0.2</b>
<b>Ninfa 1</b>	<b>0.4</b>	<b>0.2</b>
<b>Ninfa 2</b>	<b>0.5</b>	<b>0.3</b>
<b>Ninfa 3</b>	<b>0.7</b>	<b>0.5</b>
<b>Ninfa 4</b>	<b>1.0</b>	<b>0.8</b>
<b>Ninfa 5</b>	<b>1.5</b>	<b>1.0</b>
<b>Adulto</b>	<b>1.6</b>	<b>0.7</b>

### **Ciclo de vida**

Marín (2002a), señala que después de la eclosión *B. cockerelli* pasa por cinco estadios ninfales hasta llegar al adulto. Como su velocidad de desarrollo depende en gran parte de la temperatura, Marín *et al.*, 2002 determinó sus requerimientos térmicos en tiempo fisiológico o unidades calor obteniendo.

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

List (1939) afirma que el insecto completó su ciclo biológico en aproximadamente 30 días, sin indicar la temperatura a la que se mantuvo, ni las unidades calor requeridas por el insecto; la proporción sexual obtenida, fue de 1:1.

Montero (1994) menciona que este insecto requiere de 20 a 23 días de huevecillo a adultos, dándose la máxima emergencia de adultos a los 21 y 22 días.





Figura 6. Ciclo de vida de vida de *Bactericera cockerelli* fuente: Trumble 2006.

### Hábitos y comportamientos

La *Bactericera cockerelli* tiene hábitos migratorios su vuelo alcanza hasta 1.5 km de altura, incide más en zonas agrícolas bajo monocultivo de papa, tomate, chile y algunas otras solanáceas, llegando a estos desde otros cultivos y hospedantes silvestres. El insecto desaparece en el invierno, sin que se conozca aún su forma invernante. Sin embargo, se sospecha que emigra a grandes distancias en busca de alimento o rehuendo a las temperaturas extremas.

Así en regiones con veranos calientes, el insecto emigra hacia sitios frescos generalmente en aéreas montañosas, y cuando allí baja la temperatura emigra hacia los valles que son menos fríos. En las primeras horas de la mañana después de la salida del sol, el adulto migrante llega a las hojas apicales de las plantas, que es donde primero se localiza (Pletsch, 1947).

En todas las etapas de desarrollo la *Bactericera cockerelli* se alimenta de las hojas mediante un estilete del tamaño de su cuerpo. La hembra vive unos 21 días; tres veces más que los machos después del apareamiento empiezan a ovipositar en el follaje, prefiriendo hacerlo primero entre la 1ª y 4ª hoja verdaderas de la planta de papa. Por esta razón, las ninfas más viejas se encuentran en el tercio inferior de la planta, lo que hace más fácil su control químico. Los adultos vuelan unas 2 hr al día, por lo que observando la dirección de los vientos dominantes se pueden prevenir por donde entran a la plantación. Las primeras hembras en llegar a las plantaciones ovipositan en tan solo 4 a 10 días, lo que hay que considerar para su control químico. Las ninfas pre-

fieren vivir en la parte inferior de las hojas. Son casi inmóviles en los tres primeros estadios, aunque en los siguientes adquieren cierta movilidad (Pletsch, 1947).

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

El psilido 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 aéreas productoras de papa, como ocurrió en la región sur de Coahuila y Nuevo León (Flores *et al.*, 2004a).

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

### **Directos**

El primer daño reconocido se dio a conocer al mundo como toxinífero por el Dr. Richards en el año de 1928. El mencionó que la enfermedad de “amarillamiento de la papa” se debía a los procesos de la alimentación de las ninfas en la planta, ya que inyectan toxinas con su estilete; esto se confirmó al retirar las ninfas de la hoja, pues los síntomas desaparecen lentamente, y la planta tiende a recuperar su color verde normal.

### **Indirectos**

Considera la transmisión por las ninfas y adultos de agentes asociados con diversos desordenes fisiológicos en papa. El primero como vector, incubador y trasmisor de patógenos, tales como fitoplasmas, uno de los agentes que provocan el síntoma del complejo de “Punta Morada” donde las plantas más jóvenes son más susceptibles a su ataque. (Garzón *et al.*, 2004). También menciona que al transmitir

fitoplasmas producen la enfermedad punta morada de la papa y permanente del tomate en jitomate (Garzón, 2002).

El segundo daño indirecto es reportado por (Munyanza *et al.*, 2007) mencionando los síntomas como papa manchada o rayada conocida regionalmente como “Zebra chip” y cita como agente en la transmisión de la bacteria *Candidatus liberibacter*.

## **Antecedentes de la Punta Morada de la Papa (PMP)**

Esta enfermedad por muchos años fue diagnosticada en todo el mundo como virosis, en algunos países se le considera como un problema nutricional, enmascarando los síntomas con la aplicación de fertilizantes foliares, también ha sido vista como daño de hongos como *Fusarium* y *Verticillium*.

Las plantas que lograron desarrollar no produjeron adecuadamente (Cadena, 1993 y Lee *et al.*, 2004) reportaron que la Punta Morada de la Papa como una epidemia muy severa en Washington y Oregón, USA., durante los años 2002 y 2003.

Recientemente investigadores de los Estados Unidos de Norteamérica, la reportan como daño causado por una toxina transmitida por *Bactericera cockerelli* que nadie la ha podido aislar (Salazar, 1996).

### **Síntomas**

Se detectaron en México desde hace 50 años sin embargo, su importancia se ha incrementado en los últimos cinco años (Almeyda *et al.*, 1999). Los síntomas de la enfermedad aparecen aproximadamente a los 75 a 80 días después de la siembra antes de este lapso únicamente se observan infecciones provenientes de semilla, y esto varía dependiendo de las condiciones en que se desarrolle el cultivo.

Los primeros síntomas aparecen en los brotes terminales y en las hojitas, estas se enrollan y toman un color morado de donde la enfermedad recibe su nombre. Es común observar en algunos casos la aparición primero de una tonalidad amarilla en la parte aérea de la planta, posteriormente adquiere un color morado, a medida que avanza la enfermedad, la planta detiene su crecimiento y desarrollo se produce una brotación anormal de las yemas axilares, también se observa el engrosamiento de nudos y la formación de pequeños tubérculos aéreos.

Los tubérculos producidos por las plantas infectadas pueden ser flácidos y producir brotes ahilados, al realizar cortes transversales de tubérculos infectados, se observa un rayado generalizado conocido como papa rayada o papa manchada (Almeyda *et al.*, 1999).



Figura. 7.- Enrollamiento apical en hojas. Fuente: Colegio de Posgraduados (2005) y aparición de tubérculos aéreos fuente: Flores (2004)

### **Agente causal**

Sin embargo, Garzón (1986) y Becerra (1989), consignan que este psílido en México está relacionado con la enfermedad “permanente del tomate” y consideraban que su agente causal fue de etiología viral.

Zabala y Cadena (1989), mencionan que la punta morada de la papa es una de las enfermedades más importantes de este cultivo en México, la cual se encuentra distribuida en gran parte de las zonas paperas, en el cual afecta la calidad y rendimiento al grado que dificulta o imposibilita la comercialización para consumo en fresco, fritura o para su uso como semilla. Lo anterior pone en manifiesto los problemas que enfrentan los productores del cultivo de la papa, debido a que estos insectos son portadores y fuentes de inóculo de la punta morada de la papa desde el inicio.

En estudios posteriores realizados por Delgadillo (1999), estableció que esta enfermedad estaba relacionada con organismos del tipo fitoplasmas. Almeyda *et al.* (2002b), menciona que *B. cockerelli* colectado en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), en el estado de Morelos y que presentaba los síntomas del permanente fue positivo a un fitoplasma del grupo I, el cual es considerado como uno de los agentes causales de la enfermedad punta morada de la papa. Por lo anterior la producción de

papa es afectada por diversos problemas parasitológicos, entre los que afecta la baja calidad fitosanitaria de la semilla y se constituye como fuente de inóculo primario de enfermedades (Flores *et al.*, 2004b) causadas por hongos, virus, bacterias y fitoplasmas, estos diseminados principalmente por insectos vectores y a través de la semilla (INIFAP, 2001)

Al especular sobre el origen del fitoplasma y algunos otros patógenos involucrados al menos del que más se ha estudiado en México, coinciden como el causante de la punta morada de la papa a un fitoplasma (Leyva y Martínez, 2001)

Por falta de elementos es difícil confirmar sobre el origen de estas enfermedades. Sin embargo al considerar que *P. cockerelli* fue reportado como vector del agente causal de la punta morada de la papa, entonces es posible suponer que el fitoplasma causa la punta morada.

Cranshaw (2002), indicó que el psílido *Bactericera cockerelli* (Sulc), anteriormente *Paratrioza cockerelli*, es un insecto altamente migrante que causa daño a la papa al alimentarse y succionar la savia de la planta e inyectar una toxina sistémica, causando una enfermedad denominada amarillamiento del psílido.

Garzón *et al.*, (2004), reportó a *Bactericera cockerelli* como vector de los fitoplasmas que infectan a la papa, causando la punta morada de la papa.

Por su parte Sánchez y Almeyda (2004), consignan que este psílido es uno de los vectores de mayor importancia en las regiones paperas de Coahuila y Nuevo León, por su relación con los fitoplasmas que causan la punta morada de la papa. También mencionan que el control de este insecto se realiza durante el ciclo del cultivo. Sin embargo en muestreos realizados durante el ciclo del cultivo se detectó que las poblaciones se incrementan en los hospederos alternantes aledaños al cultivo, desconociéndose si estas poblaciones son trasmisoras de algún patógeno.

Almeyda *et al.*, (2002a, 2002b, 2004, 2005), en trabajos realizados en estos mismos estados, para identificar el agente causal de la punta morada de la papa, así como agentes relacionados con esta, determinaron que son dos los fitoplasmas que están implicados como agentes etiológicos en el síndrome de esta enfermedad y señalan a *Bactericera cockerelli* como incubador a estos fitoplasmas por lo que constituye como vector potencial.

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” (Munyanza *et al.*, 2007 y Munyanza y Crosslin, 2008).

### **Técnicas de monitoreo**

La inspección cuidadosa semanal de las partes de la planta se debe hacer para detectar la presencia de huevecillos y ninfas de *P. cockerelli* que pueden ocurrir en las superficies superiores o bajas de la hoja. Los métodos comunes para supervisar el psílido en cosechas al aire libre han incluido el uso de redes para detectar adultos, si se captura un individuo o más en 100 redadas es recomendable comenzar el tratamiento con plaguicidas (Davidson, 1992).

Las trampas pegajosas amarillas colocadas en los márgenes del campo cerca de las plantas se pueden utilizar como indicador del movimiento del psílido. Si observa psílicos en trampas, examine el follaje de la planta. Si los adultos están presentes, un tratamiento puede ser autorizado (Wallis, 1946).

Cranshaw (1989), menciona que los síntomas de la punta morada de la papa se detectan primeramente en los bordes del cultivo y posteriormente hacia el centro, por lo tanto, las capturas de los vectores se deben realizar en las orillas del cultivo.

## **Estrategias de Control**

En el brote de pílidos en 1938, en Montana se observó que las siembras tempranas se ven seriamente afectadas en comparación a las siembras tardías, se sugirió tomar en cuenta las fechas de siembras para evitar que los psílidos dañaran. (Pletsch, 1947).

### **Control cultural**

Las prácticas culturales empleadas en el manejo de los insectos vectores es la destrucción de focos de infestación, eliminando plantas hospederas que están en el margen del cultivo y lotes adyacentes destruyendo plantas viejas después de la cosecha. Las características del suelo, la riqueza del mineral y del fertilizante puede ayudar a reducir el efecto de la infestación (Eyer, 1937).

### **Control biológico**

Este control ayuda a equilibrar el medio ambiente, ya que ayuda a mantener las poblaciones de las principales plagas reguladas por los parasitoides, depredadores, entomopatógeno. Los principales entomopatógenos a considerar para el control de *B. cockerelli* son el uso de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces fumosoroseus*. Se han encontrado parásitoides como *Tamarixia triozae* Himenoptero principalmente ataca a ninfas de cuarto estadio de los psílidos en otoño. Así mismo la chinche ojona *Geocoris decoratus* (Hemiptera: Lygaeidae) y *Nabis fesus* (Hemiptera: Nabidae) atacan a los psílidos adultos y ninfas (Wallis, 1951). Knowlton (1933), reportó a el león de los afidos, *Chrysoperla spp.* como depredador al ver como se alimentaba de las ninfas de *B. Cockerelli*. Además el mismo autor reportó que en laboratorio adultos y ninfas de *B. cockerelli*, fueron atacadas por larvas y adultos de *Hippodamia convergens*

### **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 (Cranshaw, 2007), así como también sales potásicas de ácidos grasos (jabones insecticidas al 2 %) las cuales pueden ser útiles contra las ninfas, aunque el control es más errático (Bujanos *et al.*, 2005, Cranshaw, 2007). También se han mencionado a otros productos a base de Azadiractina (Bujanos *et al.*, 2005)

Se debe tener en cuenta que los carbamatos de amplio espectro pueden incrementar la densidad de psílidos (Cranshaw 1985), y que otros insecticidas como Fenvalerato, endosulfan, methamidofos etc han demostrado reducir las densidades de agentes de control biológico, lo cual provoca brotes de plagas secundarias como *Liriomyza* spp y ácaros (Cranshaw y Liewehr 1990, Trumble 1990, 1998).

Entre los insecticidas más comunes para el control de *B. cockerelli* como por ejemplo, Endosulfan (Thiodan), Imidacloprid (Confidor 350 SC), Thiacloprid (CaLypso), Imidacloprid & cyfluthrin. (Leverange), Spiromesifen (Oberon), Methamidophos (Tamaron), Thiametoxam (Actara), Permetrina (Ambush, Pounce) pueden ser de gran utilidad en el manejo integrado de plagas (Bayer, 2006).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Ubicación del experimento**

#### **Selección de localidades**

El presente experimento se realizó durante el ciclo primavera verano del 2011 en dos localidades agrícolas de producción de papas de distintas variedades (Fiana, Vivaldi). La selección de los sitios fue con base a fechas de siembra temprana e intermedia y a los ambientes agroecológicos para el cultivo de la papa.

El primer lote se estableció en el Huachichil que se localiza en el municipio de Arteaga del estado de Coahuila de Zaragoza México y se encuentra en las coordenadas 25 ° 11 '0 "Norte, 100 ° 47' 0" Oeste. La localidad se encuentra a una mediana altura de 2100 metros sobre el nivel del mar. El lote se sembró el 7 de febrero del 2011 y contaba con una variedad de papa Fiana.

El segundo lote se estableció en San Juan del Prado es una localidad perteneciente al municipio de Galeana, en el estado de Nuevo Leon. Está situada a 1.890 metros de altitud sobre el nivel del Mar, sus coordenadas geográficas son 25 4'36 " Norte, 100 ° 42' 55" Oeste. El lote se sembró 4 abril 2011 y contaba con una variedad de papa Vivaldi.



Figura 8. Localización Geográfica de las áreas experimentales en el Huachichil Arteaga Coahuila y El Prado Galeana nuevo león.

### **Monitoreo del arribo de adultos de *Bactericera cockerelli***

Los muestreos se realizaron en forma semanal desde la etapa de emergencia hasta el desvare del cultivo, utilizando en cada predio cuatro trampas amarillas con pegamento entomológico (stickem) colocadas sobre estacas de madera con una altura de un metro. Las trampas se ubicaron en la periferia del lote en cada punto cardinal con el color amarillo orientado hacia el lado externo para monitorear el arribo de la *Bactericera cockerelli*. Posteriormente cada una de las trampas debidamente etiquetadas se revisaron en el laboratorio de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro para la identificación de los insectos capturados utilizando un microscopio estereoscópico. Mientras se realizó el conteo en laboratorio se colocaron trampas alternas en los puntos de monitoreo de cada lote.

Con los datos de captura obtenidos se realizó una fluctuación poblacional por punto de monitoreo y entre picos poblacionales registrados se estimaron las unidades calor transcurridas de acuerdo al modelo reportado por Marín *et al* 2002. Se selecciono los picos de arribos del 7 y 14 de mayo para transformar los datos en porcentaje acumulado y describir en forma lineal el evento.

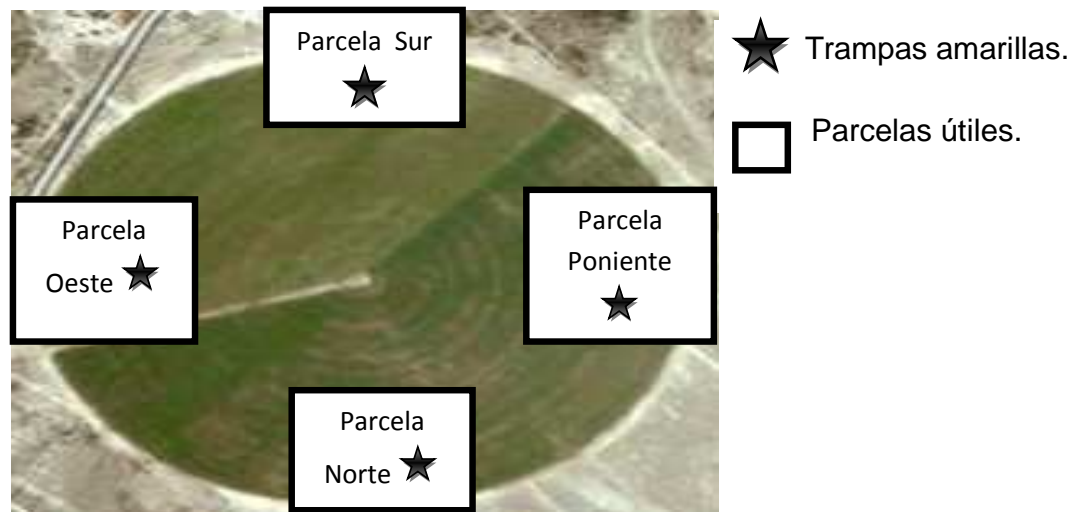


Figura 9. Localización de trampas amarillas y parcelas útiles en Arteaga Coahuila y El Prado Galeana N.L.

### **Incidencia de la enfermedad**

Para la determinación de aparición de síntomas se tomaron en cuenta enrollamientos en brotes terminales y en las hojas una coloración morada, plantas achaparradas y brotación anormal de las yemas axilares, engrosamiento de nudos y la formación de pequeños tubérculos aéreos. Se instalaron cuatro parcelas de 10 surcos y de 10 m orientadas hacia los puntos cardinales. Se cuantificó el número total de plantas por parcela en 10 surcos y 10 m lineales lo que representó el 100 %. Cada semana se inspeccionó la parcela y se marcaron las plantas con la sintomatología de la PMP etiquetando y contabilizando en cada fecha. Para su interpretación cuantitativa el número de plantas sintomáticas fue progresivo para su transformación al porcentaje acumulado del evento.

Una vez obtenido el porcentaje acumulado de arribos contra el porcentaje acumulado de aparición de síntomas se determinó la correlación entre el arribo de insectos y la incidencia de la enfermedad.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados se presentan en forma de fluctuaciones poblacionales para cada punto de monitoreo y su relación con la presencia de plantas sintomáticas de punta morada. Los datos se graficaron mediante la técnica de porcentaje acumulado del evento tanto para el arribo de vectores como la aparición de los síntomas. Y si entre ambas curvas se presenta un paralelismo estrecho se infiere que el proceso de aparición de síntomas es producto o está relacionado con el proceso de arribo de vectores.

En la figura 10 se presenta la dinámica poblacional de *B. cockerelli* y su desarrollo de síntomas de punta morada en el punto de monitoreo norte de dos localidades. Las capturas fueron en aumento para el mes de mayo y primeros de junio en cantidades que oscilaron entre 20 a 95 capturas semanales con picos significativos el 7 de mayo y 2 de junio correspondientes a desarrollo vegetativo a inicio de formación de tubérculos, sin embargo durante el mes de junio la presencia del insecto disminuye presentándose un quinto pico al desvare de la planta.

Al graficar el tercer pico mediante la técnica del porcentaje acumulado de capturas del vector *Bactericera cockerelli* se desarrolla una recta la cual es paralela a la recta que describe la aparición de síntomas de punta morada a partir del 10 de junio hasta el 24 de junio alcanzando el 50.45 %. Al comparar visualmente ambas curvas de porcentaje acumulado se observa un estrecho paralelismo entre la curva que representa al arribo del vector y la curva que representa el desarrollo de la enfermedad lo que indica que el tercer arribo registrado probablemente es el responsable de la transmisión.

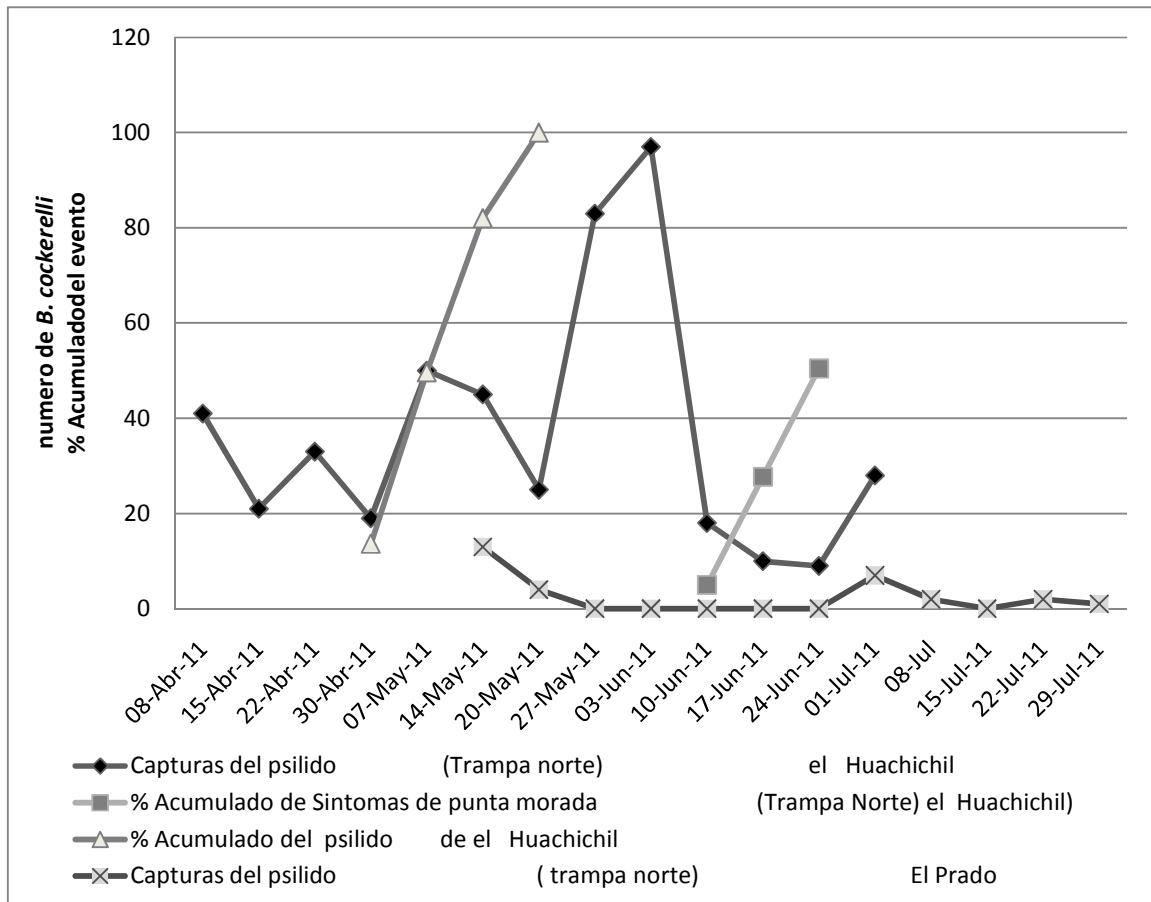


Figura 10. Dinámica poblacional de *B. cockerelli* para dos fechas de siembra temprana en El Huachichil Arteaga Coahuila y fecha intermedia para El Prado, Galeana N.L. y su relación con el desarrollo de síntomas de la Punta Morada en papa.

Entre las fechas correspondientes al 50 % arribos del vector (7 mayo) y 25 % de eventos acumulados de aparición de síntomas (17 junio) transcurren 41 días equivalentes al período entre la transmisión del patógeno por parte del vector y la aparición de síntomas (Figura 10). Comparando la dinámica poblacional de *B. cockerelli* en el Huachichil con la del lote de El Prado se observó que en este lote el número de insectos fue mínimo (2 a 13 capturas en solo dos picos) y no se detectó incidencia de punta morada. Aquí entra a discusión si la baja incidencia es el resultado del control realizado por la empresa cooperante o una respuesta a las condiciones ambientales. Se considera la segunda propuesta, dado que el lote del Huachichil también tuvo el mismo manejo del vector.

Al relacionar eventos pico de capturas de adultos en la zona de Huachichil en relación al calor acumulado de acuerdo a lo reportado por Marín *et al* 2002 se determina que entre los picos del 8 de abril al 7 de mayo transcurren 324.6 U.C en 30 días mientras que entre los picos del 7 de mayo al 3 de junio se registraron 370.1 U.C. en 27 días y finalmente entre los picos del 3 de junio al primero de julio se presentaron 362.25 U.C en 28 días. El promedio de estas tres estimaciones es de 352.3 U.C. en 86 días, coincidentes con las 355.8 U.C. reportadas por Marín *et al* 2002.

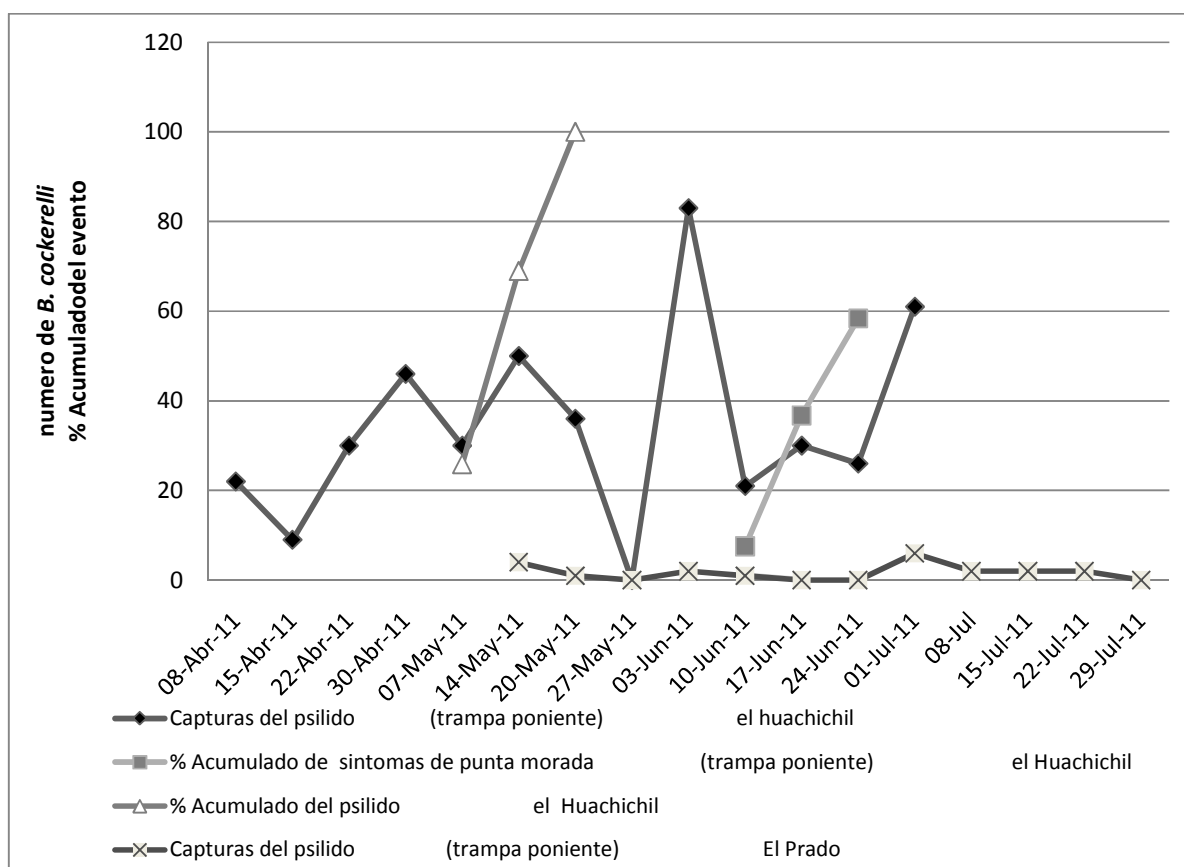


Figura 11. Dinámica poblacional de *B. cockerelli* para dos fechas de siembra, la temprana en El Huachichil, Arteaga, Coahuila e intermedia para el Prado, Galeana, N.L. y su relación con el desarrollo de síntomas de la punta morada en papa.

En la figura 11 se observa que la población de *B. cockerelli* presenta seis picos poblacionales desde el mes de abril hasta julio lo que corresponde al periodo fenológico del cultivo en el lote de el Huachichil, la presencia de *B. cockerelli*.

Inició con capturas de 21 adultos al momento de la emergencia del cultivo. Cabe mencionar que para la primera fecha de muestreo la plaga ya estaba presente en la etapa de emergencia lo que dificulta implementar una estrategia del manejo integrado en el cultivo. Posteriormente la población se disparó durante el mes de abril, con 30 a 45 adultos por semana, en dicho mes se presentó un pico poblacional significativo el 30 de abril. La importancia de este pico esta correlacionada con el proceso de aparición de síntomas de la punta morada. Para los otros picos la población fue en aumento para el mes de mayo y primeros de junio en grandes cantidades entre 20 a 83 capturas semanales en dichos meses se presentaron disparos poblacionales el 14 de mayo, 3, 17 de junio, además para las primeras fechas del mes de julio se registró el sexto pico al desvare de la planta.

La importancia del segundo arribo del 30 de abril se aplicó la misma técnica del porcentaje acumulado del vector *B. cockerelli* el cual desarrolla una recta paralela a la recta que describe la aparición de síntomas de punta morada durante las fechas del 10 de junio hasta el 24 de junio alcanzando el 58.37%. Al comparar visualmente ambas curvas de porcentaje acumulado se observó un estrecho paralelismo entre la curva que representa el arribo de *B. cockerelli* y la curva que representa el desarrollo de la enfermedad lo que nos indica que el segundo arribo probablemente es el responsable de la trasmisión de la enfermedad punta morada en el punto poniente de monitoreo. Entre las fechas correspondientes al 50% de eventos acumulados de arribos del vector (10 mayo) y la aparición de síntomas (20 junio) transcurren 41

días equivalentes al período entre la trasmisión del patógeno por parte del vector y la aparición de síntomas.

Comparando la dinámica poblacional de *B. cockerelli* de el Huachichil con la del lote de El Prado se observó que en éste lote prácticamente la presencia del vector se presentó en capturas muy bajas (1 a 6 psilidos) registrando solo un pico poblacional.

En el que se observó que no hubo plantas sintomáticas de punta morada de la papa claro las diferencias ambientales de ambos lotes ya que el manejo se llevó de manera semejante para este vector.



Al relacionar eventos de los picos de las capturas de adultos en la zona de el Huachichil en relación al calor acumulado de acuerdo a lo reportado por Marín *et al* 2002 se determina que: Entre los picos del 8 de abril al 14 de mayo transcurrieron 417.15 U.C en 36 días mientras que entre los picos del 14 de mayo al 3 junio transcurrieron 277.95 U.C en 20 días y finalmente que entre los picos del 3 junio al 1 julio se registraron 362.25 U.C. en 28 días el promedio de estas tres estimaciones es de 352.45 U.C. en 84 días que son coincidentes con las 355.8 U.C. reportadas por Marín *et al* 2002. Los dos primeros ciclos no son coincidentes por que el evento de referencia pudo haber transcurrido entre el 7 y 14 de mayo, pero por ser muestreos semanales se registró en el libro de campo hasta el 14 de mayo.

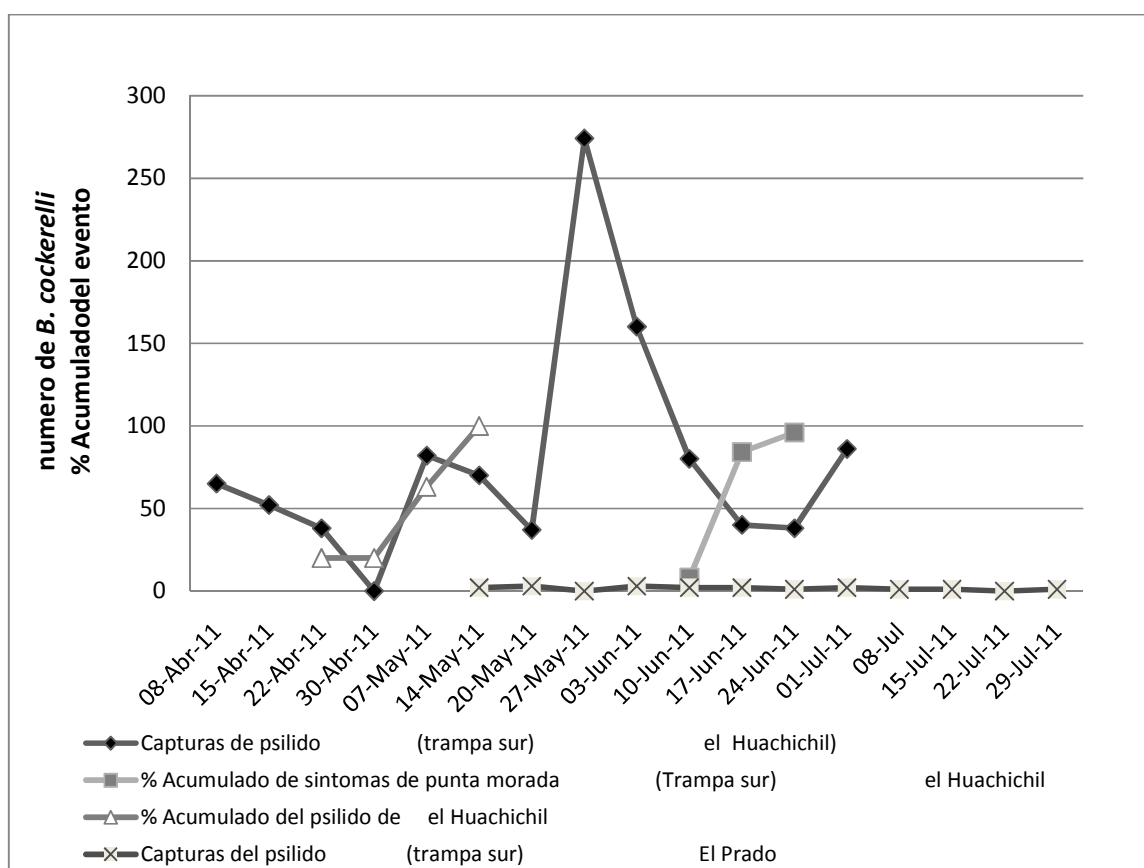


Figura 12. Dinámica poblacional de *B. cockerelli* para dos fechas de siembra temprana en El Huachichil, Arteaga, Coahuila e intermedia para El Prado, Galeana, N.L. y su relación con el desarrollo de síntomas de la Punta Morada en papa.

En la figura 12 se presentan las capturas de *B. cockerelli* con cuatro picos poblacionales desde el mes de abril hasta julio correspondientes al ciclo fenológico del cultivo de la papa desde la emergencia hasta el desvare del cultivo para la zona de el Huachichil. La presencia de *B. cockerelli* fue muy alta desde las primeras capturas en el mes de abril, iniciando con 65 adultos en la primera fecha de muestreo por lo que el psílido ya estaba presente antes de la etapa de emergencia de las papas lo que pone en gran riesgo el sistema de producción.

La población fue en aumento para el mes de mayo y primeros de junio en cantidades que oscilan entre 37 a 274 capturas semanales, sin embargo para mediados de junio la presencia del insecto disminuye. Al momento de el desvare en el cultivo el primero de julio se presentó el cuarto y último pico poblacional.

Al aplicar la misma técnica de transformar los datos de captura a porcentaje acumulado de *B. cockerelli* del segundo pico poblacional registrado el 7 de mayo, su desarrollo originó una recta la cual es paralela a la recta que describe la aparición de síntomas de la punta morada a partir del 10 hasta el 24 de junio alcanzando el 99.99% de plantas sintomáticas. Al comparar visualmente ambas curvas de porcentaje acumulado se observa un estrecho paralelismo en ambas curvas, lo que indica que el segundo arribo registrado es el responsable de la trasmisión. Al comparar las fechas 25% del evento acumulado del psílido (1 de mayo) y del evento acumulado de la aparición de síntomas (13 junio) transcurren 43 días, al comparar el 40% del evento acumulado del psílido (2 mayo) y el evento acumulado de la aparición de síntomas (14 julio) transcurren 43 días, al 60% del evento acumulado del psílido (6 mayo) y del evento acumulado de la aparición de síntomas (15 junio) transcurren 40 días y al 80% del evento acumulado del psílido (10 mayo) y del evento acumulado de la aparición de síntomas (21 junio) transcurren 42 días, estimando un promedio en las diferentes fechas obtuvimos que en 42 días es equivalentes al período entre la trasmisión del patógeno por parte del vector y la aparición de síntomas.

Comparando la dinámica poblacional de *B. cockerelli* de el Huachichil Arteaga, Coahuila con la de El Prado Galeana N.L se observó que éste último lote prácticamente no fue invadido por el psílido registrándose como las máximas capturas de 1 a 3 adultos en todo el ciclo del cultivo. Con lo que respecta a la aparición de síntomas

de punta morada de la papa no se presentaron, por lo que se puede asegurar que la baja incidencia del vector se refleja en la ausencia de plantas enfermas. Además el control realizado por la empresa cooperante mantiene baja la población independientemente de ser una respuesta de las condiciones ambientales de cada uno de los lotes. Se considera la segunda propuesta ya que el control del vector tuvo el mismo manejo.

Al relacionar eventos de los picos de las capturas de adultos en la zona de el Huachichil en relación al calor acumulado de acuerdo a lo reportado por Marín *et al* 2002 se determina que entre los picos del 8 de abril al 7 de mayo transcurrieron 324.6 U.C en 30 días mientras que entre los picos del 7 de mayo al 3 junio transcurrieron 370.1 U.C en 27 días y finalmente que entre los picos del 3 junio al 1 julio se registraron 362.25 U.C. 28 días. El promedio de estas tres estimaciones es de 352.3 U.C. coincidentes con las 355.8 U.C. reportadas por Marín *et al* 2002.

En la figura 13 se observa la dinámica poblacional de *B. cockerelli* y el desarrollo de síntomas de punta morada de la papa en el punto de monitoreo este en dos localidades con distintas fechas de siembra.

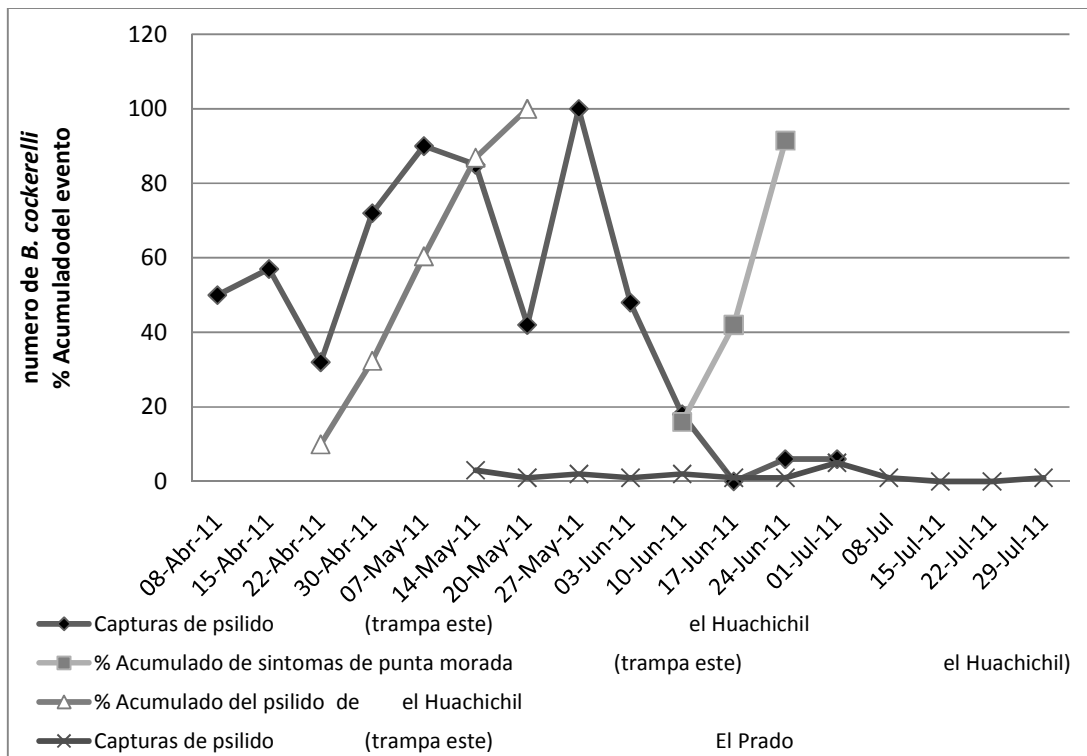


Figura 13. Dinámica poblacional de *B. cockerelli* para dos fechas de siembra temprana en El Huachichil, Arteaga, Coahuila y fecha intermedia para El Prado, Galeana, N.L. y su relación con el desarrollo de síntomas de la punta morada de la papa.

En la figura 13 se presentan las capturas de *B. cockerelli* con tres picos poblacionales distintivos correspondientes al período fenológico desde la emergencia al desvare del cultivo de la papa en la zona de el Huachichil. La presencia de este psilido fue muy alta desde las primeras capturas en el mes de abril, con 30 a 70 adultos por semana, Se destaca en la primera fecha de muestreo la plaga ya estaba presente en el lote antes de que emergiera el cultivo lo que pone en gran desventaja el sistema de producción.

La población fue en aumento para el 7 y 27 de mayo con cantidades que oscilan entre 42 a 100 capturas semanales, sin embargo durante el mes de junio la presencia del insecto disminuye, presentándose un pequeño pico poblacional al desvare de la planta el primero de julio.

Al graficar el segundo pico detectado mediante la técnica de porcentaje acumulado de capturas del vector *Bactericera cockerelli* se desarrolla una recta la cual es paralela a la recta que describe la aparición de síntomas de punta morada a partir del 10 de junio hasta el 24 de junio alcanzando un nivel de incidencia del 99.96%. Al comparar visualmente ambas curvas de porcentaje acumulado se observa un estrecho paralelismo entre la curva que representa el arribo del vector y la curva que representa el desarrollo de la enfermedad lo que indica que el segundo arribo registrado es el responsable de la transmisión. Al compararlas fechas del 25% del evento acumulado del psílido (26 abril) y el evento acumulado de la aparición de síntomas (12 junio) transcurren 47 días, al comparar el 40% del evento acumulado del psílido (4 mayo) y el evento acumulado de la aparición de síntomas (15 junio) transcurren 42 días y al comparar el 60% del evento acumulado del psílido (7 mayo), el evento acumulado de la aparición de síntomas (20 junio) y transcurren 44 días. Finalmente al establecer la relación entre el 80% del evento acumulado del psílido (13 mayo) y el evento acumulado de la aparición de síntomas (22 junio) transcurren 40 días. Estimando un promedio en las diferentes fechas se obtienen 43 días correspondientes al período entre la transmisión del patógeno por parte del vector y la aparición de síntomas.

Comparando la dinámica poblacional de *B. cockerelli* de el Huachichil Arteaga, Coahuila con la del lote de El Prado, Galeana N.L se observó que éste último lote prácticamente no fue invadido por el vector teniendo capturas desde 1 a 3 adultos. En este lote no se detectaron plantas sintomáticas de punta morada. Entrando en discusión si la baja incidencia es el resultado del control realizado por el productor cooperante o una respuesta a las condiciones de ambientales de cada uno de los lotes, se considera la segunda opción dado que el control fue muy semejante en ambos lotes.

Al relacionar eventos pico de capturas de adultos en la zona de el Huachichil en relación al calor acumulado de acuerdo a lo reportado por Marín *et al* 2002 se determina que entre los picos del 8 de abril al 14 de mayo transcurrieron 417.15 U.C en 36 días mientras que entre los picos del 14 de mayo al 3 junio transcurrieron 277.95 U.C en 20 días y finalmente que entre los picos del 3 junio al 1 julio se registraron

362.25 U.C. en 28 días El promedio de estas tres estimaciones es de 352.45 U.C. coincidentes con las 355.8 U.C. reportadas por Marín *et al* 2002.

Lo observado durante el experimento permite discutir numerosos elementos para desarrollar una estrategia preventiva y/o correctiva de dicho problema mediante un análisis de riesgos (FODA):

#### **FORTALEZAS:**

El control químico es efectivo según lo observado en el presente estudio de lo contrario la población crecería exponencialmente.

Investigaciones regionales y nacionales señalan un control natural altamente efectivo a través de *Tamarixia* y *Chrysoperla*.

#### **OPORTUNIDADES:**

El productor debe procurar en la medida de lo posible adquirir semilla sana como su primera línea de defensa lo cual puede reducir el desarrollo de la enfermedad, aún con la presencia del vector.

Por efecto de temperaturas extremas en el mes de febrero de 2011 no existieron hospederos alternantes en la periferia del lote por lo que se descarta la presencia de una fuente de invasión local de la enfermedad.

La zona de El Prado presenta menor presión de la plaga y por consecuencia de la enfermedad al menos para la fecha de siembra intermedia.

El desarrollo de la enfermedad va de la periferia hacia el interior de los lotes. En este caso específico aún cuando la parcela experimental en sus cabeceras oriente y sur llegó al 90 % de plantas sintomáticas, el interior del lote permaneció sano. Esto indica que el insecto tiene vuelos en pequeños saltos y va limpiando su aparato bucal conforme penetra al lote y que es más importante evitar que el insecto tenga acceso a la fuente de la enfermedad.

Las organizaciones y productores de papa deben promover el uso del control natural, biológico y microbioal fuera de los lotes de papa en los hospederos alternantes de *B. cockerelli* como el cilindrillo (*Lycium berlandieri*) solanáceas silvestres.

Es necesario probar a nivel experimental y controlada, con el uso de semilla sana sí las plantas de papa pueden desarrollarse solo con el daño físico del insecto pero sin la disponibilidad de la enfermedad de la punta morada.

Es necesario probar si el cilindrilla (*Lycium berlandieri*). o alguna maleza regional son hospederos de la enfermedad punta morada.

### **DEBILIDADES:**

El productor basa su manejo solo en el control químico y no en la calidad de la semilla o en mantener aislado su lote. Aún cuando se lograra una efectividad alta en el control, siempre se estarán capturando vectores en trampas y golpes de red entomológica. La población nunca se reducirá a cero y siempre habrá el resurgimiento de la población. Esto significa de 15 a 30 aplicaciones por ciclo independientemente de que esté presente o no la enfermedad.

El exceso de aplicaciones abate el control natural de la región como *Tamrixia trioza*, *Chrysoperlas*

### **AMENAZAS:**

En el lote de el Huachichil la *Bactericera cockerelli* siempre estuvo presente antes de la emergencia del cultivo aún cuando no se observaban hospederos alternantes o fuentes de invasión vivos.

Existe una alta probabilidad de que la enfermedad llegó en un bajo porcentaje en la semilla utilizada, siendo el punto de distribución original del patógeno al interior del lote.

La zona del Huachichil en su fecha temprana es la más infestada. El productor cooperante señala que la población siempre es alta independientemente de las fechas tempranas, intermedias y tardías.

Para este complejo se desconocen numerosos datos sobre aspectos bionómicos, sitios de hibernación, patrón de vuelo ´hospederos o fuentes de invasión de la enfermedad, tiempo de transmisión, pruebas de transmisión. Es necesario que los involucrados en este problema productores, asociaciones, empresas, instituciones de

investigación, fundación PRODUCE, productores de semilla, técnicos e investigadores.

El periodo de incubación es de 40 días en el cual el productor está invirtiendo fuertemente en el cultivo sin saber que sus plantas ya fueron infectadas. La enfermedad puede estar ya presente y no ser visible hasta la aparición de síntomas por lo que está enfrentando a un enemigo oculto. Esto lo obliga a realizar aplicaciones de insecticidas a los primeros indicios de la presencia del vector.

La discusión final es por cuanto tiempo el sistema de producción de papas en la región va soportar los altos costos de control de este complejo y del mismo sistema de producción. La solución haber una gran disposición de todos los involucrados en financiar proyectos de investigación que respondan a todas las inquietudes que están en el aire.



## CONCLUSIONES

1. El periodo de incubación para la determinación de la enfermedad punta morada de la papa es de 41 +/- 2 días en la zona de el Huachichil.
2. Los eventos de *B. cockerelli* en la zona del Huachichil se presentan en 3 generaciones a lo largo del cultivo.
3. Entre el segundo y tercer vuelo pico de *B. cockerelli* pueden ser los responsables de la transmisión de la punta morada de la papa registrándose entre el 7 y 14 de mayo ya que existe un gran paralelismo entre ambos eventos
4. Los eventos poblacionales de *B. cockerelli* en El Prado no tuvo disparos poblacionales relevantes a lo largo del ciclo de monitoreo por lo que no se detectaron plantas sintomáticas.

## LITERATURA CITADA

- Almeyda L., I. H., Sánchez S., J. A., Rubio C., O Y Rocha P., M. A. 2005. Detección por PCR-Secuencial de los fitoplasmas que ocasionan la enfermedad punta morada en insectos asociados al cultivo de la papa. XXIX Congreso internacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Chihuahua, México. Resumen: C-67.
- Almeyda, L. I. H; Rubio, O; Cadena, HMA; Díaz, M; Zavala, TE; Rocha, PMA; Díaz, A. 1999. Implementación de técnicas moleculares para la detección del agente causal de la punta morada de la papa en plantas e insectos vectores. Proyecto de investigación, Laboratorio de Patología Molecular-Monterrey. INIFAP, Informe de Avances. 19 p
- Almeyda, L., I. H., Sánchez S., J. A., Garzón T., J. A., 2004. Detección molecular de fitoplasmas en papa. Memorias de simposio punta morada de la papa. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. Pp: 4-24
- Almeyda, L., I. H., Sánchez S., J. A., Rubio C., O y Rocha P. M. A. 2002 b Detección molecular de fitoplasmas en insectos y maleza asociados al cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). Memorias del XXIX Congreso internacional de la Sociedad Mexicana de fitopatología Monterrey, Nuevo León, México. Resumen: F- 141.
- Almeyda, L., I. H.; Sánchez S., J. A.; Garzón, T. J. A.; Zavala, Q. T y Rubio, C. O. 2002a. Detección molecular del agente etiológico de la punta morada de la papa. *In*: CONPAPA (eds.). Memoria del XI Congreso Nacional de Productores de Papa. Pp. 52-57.
- 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* Suc: Como plaga y vector de fitoplasma en hortalizas. Culiacán, Sinaloa, México. Pp 21-35.
- Bayer. 2006. La paratrioza o pulgón saltador del tomate y la papa. Boletín técnico. Bayer Crop Science. México 19-24p.
- Becerra, F. A. 1989. Biología de *Paratrioza cockerelli* y su relación con la enfermedad “permanente del jitomate” en el Bajío. Tesis Químico Agrícola. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Bujanos, M. R., J. A. Garzon, y A Marín. 2005. Manejo itegrado del pulgon saltador *Bactericera (=Paratrioza) cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae) en los cultivos de solanáceas en mexico. Pp. 93-99, *In Segunda Convencion Mundial del chile*. Zacatecas, Mexico.
- Cadena H. M. A. y Galindo, A. J. 1985. Reducción de la incidencia de la Punta Morada de la papa por medio de fechas de siembra, genotipo de la planta y aplicación de insecticidas. *Rev. Mex. De fitopatol.* 3: 100-4
- Cadena H. M. A. y Galindo, A. J. 1986. Reducción de la incidencia de la punta morada de la papa por medio de fichas de siembra, genotipo de la planta de insecticidas. *Rev. Mex. De fitopatol.* 3: 100- 104
- Cadena, H, M.,O., Guzmán, P. R., Díaz, V. M., Zavala,Q. T., Magaña T. O., Almeyda, L. I., López, D. H., Rivera, P. A., Rubio, C. O.2003. Distribución, Incidencia y Severidad del Pardeamiento y la Brotación Anormal en los Tubérculos de Papa (*Solanum tuberosum* L.) en Valles Altos y Sierras de los Estados de México, Tlaxcala y el Distrito Federal, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* Vol. 21, 2003. pp. 248-259.
- Cadena-Hinojosa, M.A. 1993. La punta morada de la papa en México: I incidencia y búsqueda de Resistencia *Agrociencia* 4(2): 247-256
- Colegio de Postgraduados. 2005. Cultivos. Papa *Solanum tuberosum* *Entomología Agrícola*. Instituto de Fitosanidad. <http://www.colpos.mx/entomologia/plagas4.htm#Papa>
- Cranshaw, W. S. 1989. The potato-tomato psyllid as a vegetable insect pest. *Proc. 18 th Ann. Crio Prot. Inst. Colorado State University* p. 69-76.

- Cranshaw, W. S. 2002. Potato or tomato psyllids. Insects Series Home & Garden. No,5: 540. Consultado en línea [www.extcolostate.edu](http://www.extcolostate.edu)
- Cranshaw, W., AND d. j. Liewehr. 1990. Effects of colored sprays on aphid and psyllid colonization of potatoes. Southwest. Entomol. 15: 205-209.
- Crawford, D.L. 1914. *Paratyoza cockerelli* Sulc. The jumping plant-lice or psyllidae of the new world. Bulletin 85. United States National Museum. P70-73
- Crosslin, J. M., Vandemark, G. J. and Munyaneza, J. E. 2006. Development of a real-time quantitative PCR for detection of the Colombia basin potato purple top phytoplasma in plants and beet leafhoppers. Plant Dis. 90:663-667
- Daniels, L. B. 1934, The tomato psyllid and the control of psyllid yellows of the potatoes. Colorado Agricultural collage. Bulletin 410. June.
- Davinson, R. H. 1992. Plagas de insectos agrícolas y de jardín. Ed Limusa. Mexico. P:350
- Delgadillo, S. F. 1999. Alteraciones histológicas causadas por fitoplasmas asociados al “permanente del jitomate” en Guanajuato. XXVI Congreso Nacional de Fito-patología. 320 p.
- Eyer, J. R. 1937. Physiology of the yellows of psyllid of potatoes. J. Econ. Entomol. 30: 891–898.
- Ferguson, G., Banks, E., Fraser, H. 2001. Potato Psyllid - A New Pest in Greenhouse Tomatoes and Peppers. Ontario Ministry of Agriculture, Foods and Rural Affairs. [http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/potato\\_psyllid.htm](http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/potato_psyllid.htm)
- Flores, O. A.; Alemán, N. I. A.; y Notario, Z. M. I. 2004a. Alternativas para el manejo de la punta morada de la papa. *In*: Flores, O. A.; Gallegos, M., G. y García, M., O. (eds.). Memorias de Simposio Punta Morada de la Papa p.40-63.
- Flores, O. A.; Gallegos M. G.; and García M. O. 2004b. Memorias del simposio punta morada de la papa. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. 103p.
- García, Q., J. R. 1996. Etiología y transmisión del obscurecimiento interno del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum*) para industria. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 65p.

- Garzón, T. J. A. 1986. Determinación del insecto vector de la enfermedad del tipo viral “permanente del jitomate” en la región del Bajío. XIII Congreso Nacional de Fitopatología. 30 p.
- 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 fitoplasmas en hortalizas. Culiacán, Sinaloa, México. pp: 79–87.
- Garzón, T. J. A., R. Bujanos, F. S. Velarde, J. A. Marín, T. V. M. Parga, M. C. Avilés, L., I. H. Almeida, S., A. J. Sánchez, C., J. L. Martínez y C. J. A Garzón. 2004. *Bactericera (Paratrioza) cockerelli* Sulc, vector de fitoplasmas en México. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>
- INIFAP. 2001. Programa Nacional de papa. SAGAR-INIFAP. Toluca, Edo. De México. 16p.
- Korschinerk, I. *et al.* 1991. J. Virology. Methods. 31:139-146.
- Lee, I. M.; Bottner, K. D.; Munyaneza, J.E.; Sector, G.A. and GUDmestad, N. C. 2004. Clover proliferation group (16SrVI) subgroup A (16Sr VI-A) phytoplasma is a probable causal agent of potato purple top disease in Washington and Oregon. Plant Disease 88:429.
- Leyva L., N. E. y Martínez S., J. P. 2001<sup>a</sup>. PCR “nested” o anidado en la detección molecular de fitoplasmas relacionados con la punta morada de la papa. in: Sociedad Mexicana de Fitopatología (ed.). Memorias del curso: Fitopatología Molecular. Querétaro, Qro. P. 1-18
- List, G. M., and L. B. Daniels. 1934. A promising control for psyllid yellows of potatoes. Science: 79: 79.
- Maiti, R. K., and Singh, V. P. 2002. Advances in potato science. The Gaurav society of agricultural research information Centre Hisar, India. p 2.
- Marín, J. A., Garzón, T. J. A., Becerra, F. A., Mejía, A. C., Bujanos, M. R., Byerly, M. K. F. 1995. Control biológico y morfología del salerillo *Paratrioza cocerelli* (Sulc.) (Homóptera: Psyllidae) vector de la enfermedad “Permanente del tomate” en el bajo. Manejo Integrado de plagas. 38:25-32

- Marín, J. A. 2008. Biología, Ecología e identificación de insectos vectores en cultivo de papa. *Ln: Detección, diagnóstico y manejo de la enfermedad punta morada de la papa*. Ed. Parnaso. Malaga 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 *Paratyoza cockerelli* (sulc) (Homoptera: Psyllidae), como vector de la enfermedad "permanente de jitomate" en el bajo. *In: Memoria del taller sobre Paratyoza cockerelli* (sulc.) como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Culiacan, Sinaloa Mexico. Pp: 37-45
- Molina, J de D., Mairena, B. S., Aguilar, L. B. 2004. Guía MIP en el Cultivo de la Papa. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Montaldo, A. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa. Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura. San José, Costa Rica pp. 285-296.
- Montero R. L., 1994. Ciclo de vida y factores de mortalidad de psyllido del tomate *Paratyoza cockerelli* (Sulc)(Homoptera: Psyllidae). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Tesis de licenciatura.
- Munyanza, J. E. and Crosslin, J. 2008. Zebra chip, a new potato disease in North and Central America, is associated with the potato psyllid. pp. 124-127. *In: Chiru, S.; Olteanu, G.; Aldea, C. and Badarau, C. (eds.), "potato for a changing world". Transilvania University of Brasov Publishing House, Brasov, Romania.*
- 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. *J. Econ. Entomol.* 100:656-663.
- Nava-Camberos U., M. C. Avilés, A.A. Fu-Castillo. 2004. Muestreo y umbrales de acción de plagas en hortalizas. *In: Memoria de manejo de plagas en los cultivos de tomate, chile y pepino*. Culiacan, Sinaloa. Mexico. Pp: 17-24
- Pavlista, A. D. 2002. Nebraska Potato Eyes. Vol. 14. Issue 2. University of Nebraska Panhandle Research and Extension Center. <http://www.panhandle.unl.edu/pdf/peyessum02.pdf>

- Pletsch, D. J. 1947. The potato psyllid *Paratrioza cockerelli* (sulc), its biology and control. Montana Agric. Expt. Stn. Bull. 446:95pp
- Rangel, C. V., Control de malezas para retardar el arribo de mosquita blanca en el cultivo de la papa., tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, 1995, pág. 50.
- Rhodes, R. E. 1982. The incredible potato. National Geographic. 161: 668-694.
- Rocha, R. R. 1985. Guía para cultivar papa en el bajío SARH. INJA. CIAB, CAEB. Celaya, Guanajuato, México. 14p.
- Rowe, R.C. 1993. Potato Healt Management: A Holistic Approach. Departament of Plant Pathology Ohio State University Vooster. Planth Health Management Series.pp 3, 119-120, 128,130.
- S.E.L. 2000. Pshylloidea Web Page. Systematic Entomology Laboratory. <http://www.sel.barc.usda.gov/psyllid/mainCols.html>
- Salazar, L.F. 1996. Los virus de la papa y su control. Centro Internacional de la papa (CIP), Lima Peru. 226p
- Salazar, LF. 1998. Fitoplasmas un factor negativo para la producción de semilla de papa (en línea). *In* Info papa foro de discusión sobre investigación en papa en América Latina. CIP. Lima, Perú. Consultado: 20 julio 2003. Disponible en: <http://www.condesan.org/eforos/ infopapa/index.htm>
- Sánchez, S., J. A. y ALEYDA L., I. H., 2004. Diagnostico de las especies de vectores y su interrelación con el fitoplasma agente causal de la enfermedad punta morada en las regiones paperas de Coahuila y Nuevo León. Memorias de simposio punta morada de la papa. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo Coahuila, México. Pp 64-83.
- Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), "Cultivos de Hortalizas" INIFAP, Boletín técnico informativo, num. 5, México, 1994.
- SIAP. 2010. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y pesquera.
- Sulc, K. 1990. *Triozza Cockerelli* sp. Acta soc. Ent. Bohemia 6: 105-108
- Theodoracopoulos M.; Salvador A.; Avila H. 2008. Manual de Producción de papa. Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores. Honduras. Pp. 19-26.

- 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.
- Trumble, J. 2006. The Tomato Psyllid: a new problem on Fresh Market Tomatoes in California and Baja Mexico. University of California. Riverside. Department of Entomology.  
[http://ucce.ucdavis.edu/counties/countyadmin/printedprogpageshow.cfm?page\\_num=6056&progkey=1727](http://ucce.ucdavis.edu/counties/countyadmin/printedprogpageshow.cfm?page_num=6056&progkey=1727).
- Trumble, J. T. 1990. Vegetable insect control with minimal use of insecticides. Hort Science 25:159-164.
- Trumble, J. T. 1998. IPM: overcoming conflicts in adoption. Integ. Pest manag. Rev. 3:195-207.
- Vargas, C. I. I. 2005. Especies y fluctuaciones poblacionales de cicadelidos y psilidos positivos a fitoplasma en el cultivo de papa y maleza alada en Arteaga Coahuila. Tesis de Maestria. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo Coahuila. 89 p.
- Wallis, L. R. 1951. El psílido de la papa. Los insectos y las legumbres. p: 568-591.
- Wallis, R. L. 1946. Seasonal occurrence of psyllid of the potato in the valley of plate of the north. J ECON. Entomol. 39:689-694.
- Wallis, R. L. 1995. Ecological studies on the potato psyllid as a pest of potatoes. USDA Tech. Bull. 1107:25.
- Zavala, Q. T. E. Y Cadena, H. Ma. 1989. Punta morada de la papa, CONPAPA, INIFAP, Toluca, Edo. De México. Pp. 17-19.



## A P E N D I C E

Lote de el Huachichil Arteaga, Coahuila.

Cuadro 1. Registro de capturas de *Bactericera cockerelli* y porciento acumulado de plantas enfermas con punta morada de la papa y de *B. cockerelli*.

Fechas de captura	Capturas del psilido (Trampa norte) de El Huachichil)	% Acumulado de Síntomas de punta mo- rada (Trampa Nor- te) de El Huachichil)	% Acumulado del psilido de El Huachichil
08-abr-11	41		
15-abr-11	21		
22-abr-11	33		
30-abr-11	19		13.66
07-may-11	50		49.63
14-may-11	45		82
20-may-11	25		99.98
27-may-11	83		
03-jun-11	97		
10-jun-11	18	5	
17-jun-11	10	27.72	
24-jun-11	9	50.45	
01-jul-11	28		
08-jul			
15-jul-11			
22-jul-11			
29-jul-11			

Cuadro 2. Registro de capturas de *Bactericera cockerelli* y porcentaje acumulado de plantas enfermas con punta morada de la papa y de *B. cockerelli*.

fechas	Capturas del psilido (trampa poniente) El huachichil	% Acumulado de síntomas de punta mo- rada (trampa po- niente) El Huachichil	% Acumulado del psilido de El Huachichil
08-abr-11	22		
15-abr-11	9		
22-abr-11	30		
30-abr-11	46		
07-may-11	30		25.86
14-may-11	50		68.96
20-may-11	36		99.99
27-may-11	0		
03-jun-11	83		
10-jun-11	21	7.56	
17-jun-11	30	36.75	
24-jun-11	26	58.37	
01-jul-11	61		
08-jul			
15-jul-11			
22-jul-11			
29-jul-11			

Cuadro 3. Registro de capturas de *Bactericera cockerelli* y porcentaje acumulado de plantas enfermas con punta morada de la papa y de *B. cockerelli*.

Fechas de captura	Capturas de psílido de la papa (trampa sur) de El Huachichil	% Acumulado de síntomas de PMP (Trampa sur) El Huachichil)	% Acumulado del psílido El Huachichil
08-abr-11	65		
15-abr-11	52		
22-abr-11	38		20
30-abr-11	0		20
07-may-11	82		63.15
14-may-11	70		99.99
20-may-11	37		
27-may-11	274		
03-jun-11	160		
10-jun-11	80	7.96	
17-jun-11	40	84.06	
24-jun-11	38	96	
01-jul-11	86		
08-jul			
15-jul-11			
22-jul-11			
29-jul-11			

Cuadro 4. Registro de capturas de *Bactericera cockerelli* y porcentaje acumulado de plantas enfermas con punta morada de la papa y de *B. cockerelli*.

Fechas de captura	Capturas de psilido (trampa este El Huachichil)	% Acumulado de síntomas de PMP El Huachichil)	% Acumulado de psilido de El Huachichil
08-abr-11	50		
15-abr-11	57		
22-abr-11	32		9.96
30-abr-11	72		32.38
07-may-11	90		60.41
14-may-11	85		86.88
20-may-11	42		99.96
27-may-11	100		
03-jun-11	48		
10-jun-11	18	15.98	
17-jun-11	0	42	
24-jun-11	6	91.44	
01-jul-11	6		
08-jul			
15-jul-11			
22-jul-11			
29-jul-11			

Lote de San Juan del Prado Galeana N.L

Cuadro 5. Registro de capturas de *Bactericera cockerelli*

---

Fechas de captura	capturas de <i>Bactricera cockerelli</i> trampa norte
14-may	13
20-may-11	4
27-may-11	0
03-jun-11	0
10-jun	0
17-jun-11	0
24-jun-11	0
01-jul-11	7
08-jul	2
15-jul-11	0
22-jul-11	2
29-jul-11	1

---

Cuadro 6. Registro de capturas de *Bactericera cockerelli*

---

Fechas de captura	capturas de <i>Bactricera Cockerelli</i> trampa poniente
	4
14-may	
20-may-11	1
27-may-11	0
03-jun-11	2
10-jun	1
17-jun-11	0
24-jun-11	0
01-jul-11	6
08-jul	2
15-jul-11	2
22-jul-11	2
29-jul-11	0

---

Cuadro 7. Registro de capturas de *Bactericera cockerelli*.

Fechas de captura	capturas de <i>Bactricera Cockerelli</i> trampa sur
14-may	2
20-may-11	3
27-may-11	0
03-jun-11	3
10-jun	2
17-jun-11	2
24-jun-11	1
01-jul-11	2
08-jul	1
15-jul-11	1
22-jul-11	0
29-jul-11	1

Cuadro 8. Registro de capturas de *Bactericera cockerelli*

Fechas de captura	capturas de <i>Bactricera cockerelli</i> trampa este
14-may	3
20-may-11	1
27-may-11	2
03-jun-11	1
10-jun	2
17-jun-11	1
24-jun-11	1
01-jul-11	5
08-jul	1
15-jul-11	0
22-jul-11	0
29-jul-11	1

Temperaturas máximas y mínimas del área del Huachichil Arteaga, Coahuila.

Método de días-grado (Bayer, 2006).

UC= ( temp. Máxima+ temp. Mínima)- temp. Base 7°C

2

Fechas	temp. Máxima	temp. Mínima	Temp. Base	Calor Acumulado
01/03/2011	25.9	-1.5	7	5.2
02/03/2011	29.2	3.6	7	9.4
03/03/2011	28.8	3.8	7	9.3
04/03/2011	29.3	4.6	7	9.95
05/03/2011	21.7	6.7	7	7.2
06/03/2011	20.7	1.1	7	3.9
07/03/2011	26.1	0.2	7	6.15
08/03/2011	27	1.5	7	7.25
09/03/2011	23.6	2.6	7	6.1
10/03/2011	21.5	0.8	7	4.15
11/03/2011	24.7	-0.7	7	5
12/03/2011	25.5	2.3	7	6.9
13/03/2011	26.1	2.6	7	7.35
14/03/2011	24.8	4.2	7	7.5
15/03/2011	20.1	3.8	7	4.95
16/03/2011	25	2.2	7	6.6
17/03/2011	26.4	4	7	8.2
18/03/2011	27.8	5	7	9.4
19/03/2011	27.1	2.4	7	7.75
20/03/2011	27.5	4.1	7	8.8
21/03/2011	29	4.4	7	9.7
22/03/2011	29.6	2.7	7	9.15
23/03/2011	29.8	6	7	10.9
24/03/2011	29.4	4.5	7	9.95
25/03/2011	29.9	7.3	7	11.6
26/03/2011	30.1	6.7	7	11.4
27/03/2011	28.4	6.4	7	10.4
28/03/2011	29.3	6.4	7	10.85
29/03/2011	28.1	5.5	7	9.8
30/03/2011	26.7	5.3	7	9
31/03/2011	28.4	1.2	7	7.8
01/04/2011	29.9	2.8	7	9.35
02/04/2011	29.1	6.3	7	10.7
03/04/2011	30.4	3.2	7	9.8
04/04/2011	29.3	6.8	7	11.05
05/04/2011	28.1	2.2	7	8.15
06/04/2011	29.1	5.4	7	10.25
07/04/2011	30.7	6.1	7	11.4
08/04/2011	30.7	6.9	7	11.8

Fechas	temp. Máxima	temp. Mínima	Temp. Base	Calor Acumulado
09/04/2011	32.2	7	7	12.6
10/04/2011	33.3	6.4	7	12.85
11/04/2011	27.2	8.2	7	10.7
12/04/2011	28.6	2.2	7	8.4
13/04/2011	32.1	5.2	7	11.65
14/04/2011	31	6	7	11.5
15/04/2011	28.7	3.9	7	9.3
16/04/2011	25.6	4.6	7	8.1
17/04/2011	28.5	7.7	7	11.1
18/04/2011	30.5	6	7	11.25
19/04/2011	29.8	6.1	7	10.95
20/04/2011	30.4	7.1	7	11.75
21/04/2011	28.8	8.1	7	11.45
22/04/2011	30.6	5.9	7	11.25
23/04/2011	29.5	4.9	7	10.2
24/04/2011	30.3	5.8	7	11.05
25/04/2011	30.9	5.2	7	11.05
26/04/2011	31.9	2.6	7	10.25
27/04/2011	32.2	3.4	7	10.8
28/04/2011	30.4	6.1	7	11.25
29/04/2011	30.6	5.3	7	10.95
30/04/2011	32.2	8.1	7	13.15
01/05/2011	32.7	8.7	7	13.7
02/05/2011	30.3	7.2	7	11.75
03/05/2011	21	7.6	7	7.3
04/05/2011	24.3	1	7	5.65
05/05/2011	27.9	3.8	7	8.85
06/05/2011	29.5	8	7	11.75
07/05/2011	29.3	9.2	7	12.25
08/05/2011	32.7	10.7	7	14.7
09/05/2011	32.5	8.1	7	13.3
10/05/2011	31.3	8.7	7	13
11/05/2011	31.8	10.2	7	14
12/05/2011	30.9	10.9	7	13.9
13/05/2011	30.4	5.6	7	11
14/05/2011	28.3	11	7	12.65
15/05/2011	30.6	8.7	7	12.65
16/05/2011	30.8	8.7	7	12.75
17/05/2011	31.1	7.5	7	12.3
18/05/2011	31.5	7.1	7	12.3
19/05/2011	31.2	5.4	7	11.3
20/05/2011	32	3.7	7	10.85
21/05/2011	32.2	8	7	13.1
22/05/2011	33.8	9.2	7	14.5



Fechas	temp. Máxima	temp. Mínima	Temp. Base	Calor Acumulado
23/05/2011	34.2	10.7	7	15.45
24/05/2011	34.7	9	7	14.85
25/05/2011	33.8	9	7	14.4
26/05/2011	32.6	10.9	7	14.75
27/05/2011	34.5	9.5	7	15
28/05/2011	35.4	9.8	7	15.6
29/05/2011	33.5	8	7	13.75
30/05/2011	32.2	8.2	7	13.2
31/05/2011	32.8	8	7	13.4
01/06/2011	30.3	8.3	7	12.3
02/06/2011	31.6	5.5	7	11.55
03/06/2011	30.3	6.3	7	11.3
04/06/2011	27.3	8.4	7	10.85
05/06/2011	29.4	8.8	7	12.1
06/06/2011	29.5	7.2	7	11.35
07/06/2011	29.6	5.6	7	10.6
08/06/2011	30	6.4	7	11.2
09/06/2011	31	7.2	7	12.1
10/06/2011	32.3	5.8	7	12.05
11/06/2011	31.2	6.5	7	11.85
12/06/2011	31.8	6.7	7	12.25
13/06/2011	32.3	9	7	13.65
14/06/2011	31.5	6.8	7	12.15
15/06/2011	32.6	7.2	7	12.9
16/06/2011	33.2	6.9	7	13.05
17/06/2011	32.9	9.4	7	14.15
18/06/2011	33.6	8	7	13.8
19/06/2011	32.7	10.2	7	14.45
20/06/2011	34.6	9.5	7	15.05
21/06/2011	33.6	10.7	7	15.15
22/06/2011	28	12.5	7	13.25
23/06/2011	27.5	8.2	7	10.85
24/06/2011	30.4	9.8	7	13.1
25/06/2011	31.6	9.8	7	13.7
26/06/2011	30.2	9.6	7	12.9
27/06/2011	31.5	8.3	7	12.9
28/06/2011	29.9	9.5	7	12.7
29/06/2011	27.8	8.8	7	11.3
30/06/2011	23.3	11.9	7	10.6
01/07/2011	21.4	14.5	7	10.95

---

02/07/2011	23.2	14	7	11.6
03/07/2011	25.3	10.7	7	11
04/07/2011	27.1	10.4	7	11.75
05/07/2011	28.8	8.1	7	11.45

---