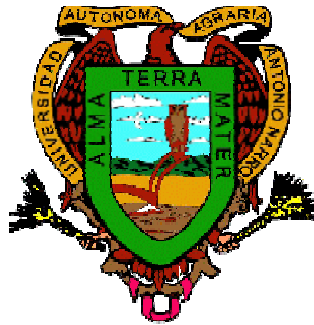


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA



**Problemática de La *Paratrypanosoma cockerelli* (Sucl.)
(*Bactericera cockerilli*) en el cultivo de papa y tomate.**

Por:

Victor Licona Peralta

MONOGRAFIA

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

Ingeniero Agrónomo Parasitólogo

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México

Septiembre de 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA

Monografía

**Problemática de La *Paratrypanosoma cockerelli* (Sulc)
(*Bactericera cockerilli*) en el cultivo papa y tomate.**

Presentado por:

Víctor Licona Peralta

Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador
Como Requisito para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo Parasitólogo



Ing. José Ángel de la Cruz Bretón.
Presidente del Jurado Calificador



Ing. René A. de la Cruz Rodríguez.
Sinodal



M.C. Leopoldo Arce González.
Sinodal



M.C. Juventino Pelcastre Rivera.
Sinodal



Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Coordinador de La División de Agronomía
Coordinación
División de Agronomía



Buenvista, Saltillo, Coahuila, México, Septiembre de 2009

DEDICATORIA:

El presente trabajo lo dedico a todas aquellas personas que me ayudaron en mi formación tanto de estudiante como en la vida personal y profesional.

Con todo cariño y amor a mis Abuelos paternos y maternos.

Pedro Licono Moreno, Graciela Arellanos Loya, María González y Germán Peralta.

Por haber creído en mí y haber puesto su confianza en que algún día pudiera yo realizarme como profesional y persona. Que sin la ayuda de ellos y de Dios esto no hubiera sido posible. Gracias por todo.

A mis hermanos: **Edith, Rosa, Pedro, Nicolás, Margarita** y a mis primos que los considero mis hermanos **José Refugio y Gaspar**, por su comprensión, apoyo moral, en su interés de ver en mi a un profesional que a base de lucha y esfuerzo logre salir a delante en mis estudios, también agradezco a cuatro personas de suma importancia en mi vida profesional, a mis tíos **José Pilar Licono Arellanos, Anastasia Larios de Licono**, gracias también a la **Sra. Ernestina Solís Rangel y Elizabeth** por haber confiado en mi y darme todo su apoyo sin condición alguna para realizar este trabajo.

A mis Padres:

Gumersindo Licono Arellanos y Carolina Peralta González por sus bendiciones y consejos que a pesar de la distancia sin poder verlos he aprendido de ustedes lo que es la sencillez, el amor y la unión entre la familia.

A mis amigos y compañeros que siempre me apoyaron a ellos dedico también este trabajo y me limito a decir sus nombres por temor a olvidar a alguno.

AGRADECIMIENTOS:

Gracias a dios y a don Antonio Narro por fin he podido terminar una gran meta en mi vida personal, un sueño que pensé difícil de alcanzar pero que hoy es toda una realidad.

A mi **ALMA TERRA MATER** por haber sido mi segunda casa y en ella haber podido terminar mi formación como estudiante y donde pase grandes momentos de mi vida.

Gracias al **Ing. José Ángel de la Cruz Bretón**, por haber sido mi asesor principal y haberme ayudado en todo momento con mi tesis que siempre mantuvo su interés para la realización de esta misma por haber disipado todas mis dudas con profesionalismo, comentarios y experiencia que en este trabajo se presentaron.

A los profesores **Ing. René De La Cruz Rodríguez, Biol. Leopoldo Arce González, y al Ing. Juventino Pelcastre Rivera**, Por haber aceptado ser mis sinodales y por haberme dedicado tiempo para la corrección de mi tesis.

A la **M.C. Evangelina Rodríguez Solís** por su apoyo incondicional en la realización de este trabajo.

Gracias todos mis maestros que ayudaron en mi formación académica en el paso por esta gran Universidad, en especial a los profesores de Parasitología Agrícola.

INDICE GENERAL

	Pág.
INTRODUCCIÓN.	1
PALABRAS CLAVES	2
OBJETIVOS.	3
REVISIÓN DE LITERATURA.	3
GENERALIDADES DE LA PLAGA (<i>Paratrioza cockerelli</i>).	3
ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL INSECTO.	3
DISTRIBUCIÓN.	4
CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.	6
CICLO DE VIDA Y HÁBITAT.	7
Huevecillos.	9
Estadíos ninfales	10
HERRAMIENTAS DEL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS.	13
HOSPEDEROS.	13
CLIMA	14
UMBRAL CRÍTICO DE TEMPERATURA	15
COMPORTAMIENTO	16
MORTALIDAD	17
SINTOMAS Y DAÑOS QUE OCASIONA EL INSECTO	18
QUÉ DAÑOS CAUSA EL PULGÓN SALTADOR	19
Daños originados por la toxina (directos)	20
Daños causados por el fitoplasma (indirectos)	22
ANTECEDENTES	24
Importancia económica de La <i>Paratrioza cockerelli</i> (Sulc)	30
Principal problema de los agricultores	32

FITOPLASMAS ASOCIADOS A TOMATE	32
FITOPLASMAS ASOCIADOS A PAPA	33
<i>P. COCKERELLI</i> COMO VECTOR DE PATÓGENOS EN PAPA Y TOMATE	34
RELACIÓN PUNTA MORADA DE LA PAPA/PERMANENTE DEL TOMATE	36
DISEMINACIÓN DE FITOPLASMAS DE PAPA Y TOMATE EN MÉXICO	37
TACTICAS DE MANEJO	42
Monitoreo.	43
Inspección visual de hojas	44
PROCEDIMIENTO PARA ELABORAR UN PLAN DE MUESTREO PARA EL PSÍLIDO DEL TOMATE	45
Combate de la plaga	58
Importante destruir las socas	59
ALTERNATIVAS DE CONTROL	60
UMBRAL ECONÓMICO	60
ANTECEDENTES	60
METODOLOGIA PARA LA ESTIMACION DE UMBRALES ECONOMICOS	66
CONTROL CULTURAL	69
TRAMPAS	69
CONTROL BIOLÓGICO	71
CONTROL QUÍMICO	74
RECOMENDACIONES PARA SU MANEJO	76
REVISIÓN DE LITERATURA	78

INDICE DE CUADROS

Pag.

Cuadro 1 .Ciclo biológico de <i>Paratrioza cockerelli</i> (Sulc) en unidades calor. (Becerra, 1989).	8
Cuadro 2. Porcentaje de mortalidad de los estados biológicos de <i>Paratrioza cockerelli</i> con diferentes grados de temperatura.	18
Cuadro 3. Adultos por hoja en los nudos 1 (superior) al 15 (inferior) de la planta, en las variedades Deltapine 50 (DP50) y Stoneville 453 (SV453) de algodónero, Weslaco, Texas, 1996.	52
Cuadro 4. Distribución vertical de adultos en la planta de algodónero, datos combinados de las variedades Deltapine 50 y Stoneville 453, Weslaco, Texas.	53
Cuadro 5. Valores estadísticos de la disposición espacial de adultos de la MBHP en la variedad Deltapine de algodónero, Weslaco, Texas, 1996	55
Cuadro 6. Tamaños de muestra estimados para adultos de la MBHP en dos variedades de algodónero, mediante la ley de poder de Taylor.	56
Cuadro 7. Datos de proporción de hojas infestadas (P), promedio de adultos por hoja (m) y valores transformados para efectuar el análisis de regresión.	56
Cuadro 8. Densidades de adultos del Psílido del tomate, incidencia de plantas enfermas, rendimiento y calidad de frutos en tres fechas de trasplante de tomate. CELALA, 1997.	62
Cuadro 9. Umbrales económicos evaluados, número y fechas de aplicaciones de insecticidas contra la MBHP en melón. CELALA, 1997.	68
Cuadro 10. Niveles de infestación de la MBHP y rendimientos de melón en diferentes umbrales económicos. CELALA, 1997.	69
Cuadro 11. Captura de adultos del Psílido del tomate <i>Paratrioza cockerelli</i> (Sulc), en trampas de diferentes colores en el cultivo de tomate. 1997. (Al-Jabr, 1999).	70
Cuadro 12. Mortalidad de ninfas del Psílido del tomate, con diferentes formulaciones de <i>Beauveria bassiana</i> , en tomate bajo condiciones de invernadero. Fuerte Collins, Co 1998. (Al-Jabr, 1999).	73

Cuadro 13. Mortalidad de ninfas de <i>Paratrioza cockerelli</i> ninfas en la aplicación de diferentes insecticidas en tomate bajo condiciones de invernadero. Fuerte Collins, Co, 1998. (Al-Jabr, 1999).	75
Cuadro 14. Mortalidad de ninfas de <i>Paratrioza cockerelli</i> con la aplicación de diferentes insecticidas en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. Fuerte Collins, Co, 1997. (Al-Jabr, 1999).	75
Cuadro 15. Efecto de diferentes productos disuasivos de la oviposición de <i>Paratrioza cockerelli</i> en tomate bajo condiciones de invernadero. Fuerte Collins, Co, 1997. (Al-Jabr, 1999).	76

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo biológico de <i>Paratrioza cockerelli</i> (Sulc)	7
Figura 2. Síntomas y daños que causa la <i>Paratrioza cockerelli</i> (Sulc)	18
Figura 3. Distribución vertical de adultos de <i>B. argentifolii</i> en algodónero.	56
Figura 4. Regresión entre \ln (media) y \ln (varianza) de adultos de la MBHP en algodónero, variedad Deltapine 50, combinando los datos de hojas jóvenes, medianas y maduras, con base en la ley de poder de Taylor.	57
Figura 5. Relación entre la densidad media y la proporción de hojas infestadas por adultos de la MBHP en algodónero, variedad Deltapine 50, combinando los datos de hojas jóvenes, medianas y maduras.	57
Figura 6. Regresión entre los valores transformados de proporción de hojas infestadas (P) y de la densidad media (m).	58
Figura 7. Densidad acumulada de Psílicos por trampa amarilla e incidencia del permanente del tomate, en siembra temprana. CELALA, 1997.	63
Figura 8. Relación entre la densidad acumulada de psílicos por trampa amarilla e incidencia del permanente del tomate, en siembra temprana. CELALA, 1997.	64
Figura 9. Densidad acumulada de Psílicos por trampa amarilla e incidencia del permanente del tomate, en siembra intermedia. CELALA, 1997.	64
Figura 10. Relación entre la densidad acumulada de Psílicos por trampa amarilla e incidencia del permanente del tomate, en siembra intermedia. CELALA, 1997.	65
Figura 11. Densidad acumulada de Psílicos por trampa amarilla e incidencia del permanente del tomate, en siembra tardía. CELALA, 1997.	65
Figura 12. Relación entre la densidad acumulada de Psílicos por trampa amarilla e incidencia del permanente del tomate, en siembra tardía. CELALA, 1997.	65

RESUMEN

Dada la problemática que se presenta en los cultivos de papa y tomate, el objetivo de este trabajo es la recopilación de información sobre las diferentes estrategias de control existentes, que se manejan acerca de la *Paratrioza cockerelli*, y de esta manera optar por la mejor, para que los productores tengan la herramienta adecuada, evitando así el uso irracional de insecticidas y minimizar los efectos negativos que esto trae consigo como bajos rendimientos en la producción del cultivo de papa y de tomate además de un daño irreparable al medio ambiente.

En esta recopilación también se incluyeron el manejo integrado de plagas, y rotación de cultivos que son dos puntos importantes para la producción de estos en cuanto a plagas nos referimos.

Dando a conocer también que este insecto es nativo de México y sur de los Estados Unidos donde se encuentra distribuida esta plaga y además se mencionan los meses en que está presente en estos lugares, siendo importante para el manejo de fechas de siembra en los estados de México ya que éste insecto es altamente migratorio.

Otro punto importante de este trabajo es el de los daños que causa La *Paratrioza cockerelli*, en los cultivos antes mencionados, como lo es el Fitoplasma que esta plaga transmite al momento de alimentarse de la planta dañando a esta y al fruto, causando la enfermedad conocida como Punta Morada de la Papa.

Los motivos antes mencionados incluyen un procedimiento para elaborar un plan de muestreo para la *Paratrioza cockerelli*.

INTRODUCCION

(Garzón-Tiznado *et al.*, 2007), De la gran diversidad de hortalizas que se explotan a nivel nacional, la papa es una de las más importantes, ya que se siembran alrededor de 67,000 hectáreas de las cuales se obtiene una producción aproximada de 1 millón 350 mil toneladas, el tomate es otro de los cultivos con mayor importancia desde el punto de vista económico y productivo; mundialmente se producen alrededor de 86 000 000 millones de toneladas, encontrándose México en el décimo lugar como país productor de este cultivo, El país destina más de 80 mil hectáreas para la siembra y cultivo de tomate, con una producción de 2.3 millones de toneladas de este cultivo.

(<http://www.senado.gob.mx/gace.php?sesion=2008/06/17/1&documento=52>)

Como es sabido, desde hace algunos años, la *Paratrypana* o pulgón saltador (*Bactericera cockerelli* (Sulc.) se ha convertido en una de las plagas más importantes de los cultivos anteriormente mencionados, no solo por los daños directos que ocasiona al inyectar toxinas, sino también por la transmisión de fitoplasmas como la punta morada en papa y el permanente del tomate. En este momento se considera que causa más problemas que la mosquita blanca.

Esta plaga fue reportada en México desde 1947, por cierto fue una de las razones que el bajío dejara de producir estas hortalizas.

Actualmente para su control, está demostrado que no basta con una sola aplicación de insecticidas, es necesaria toda una estrategia de manejo integrado de plagas (www.bayercropscience.com.mx).

Dada la problemática que se presenta en estos cultivos es necesario realizar la recopilación de información sobre las diferentes estrategias de control existentes, que se manejan acerca de La *Paratryza cockerelli*, y de esta manera optar por la mejor, para que los productores tengan la herramienta adecuada, evitando así el uso irracional de insecticidas y minimizando los efectos negativos que esto trae consigo como bajos rendimientos en la producción del cultivo de papa y de tomate.

Palabras clave: *Paratryza cockerelli*, *Bactericera cockerelli*, Papa y tomate.

OBJETIVOS

- Recopilar los métodos de control de La *Paratrioza cockerelli* mas efectivos en el cultivo de papa y tomate.
- Que los productores y alumnos tengan la información más reciente de los daños y la problemática que ocasiona esta plaga.
- Tratar que los productores lleven a cabo un buen manejo integrado de plagas, y rotación de cultivos.

REVISIÓN DE LITERATURA.

GENERALIDADES DE LA PLAGA (*Paratrioza cockerelli*)

ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL INSECTO.

Este insecto fue descubierto por primera vez en Estados Unidos por Cockerell, en el estado de Colorado, y para su reconocimiento Sulc la bautizo científicamente como *Trioza cockerelli*, aunque más tarde se le cambio de nombre a *Paratrioza cockerelli* (Sulc) y últimamente como *Bactericera cockerelli* (Sulc). El origen de este insecto según investigadores de USA, se adjudica al oeste de Norteamérica.

Menciona que este insecto es nativo de México y sur de los Estados Unidos, considerando a este artrópodo como altamente migratorio pasando el invierno en México y sur de los Estados Unidos, presentándose este en

los meses de Septiembre a Octubre y de sur a norte en los meses de Mayo a Junio (Cranshaw, 1994).

En los Estados Unidos esta plaga se encuentra distribuida en 15 estados que son: Arizona, California, Colorado, Idaho, Kansas, Minnesota, Nebraska, Nevada, Nuevo México, Dakota del Norte y al Sur, Oklahoma, Texas, Utah y Wyoming. En Canadá en tres estados: Alberta, Saskatchewan y Columbia; en México se encuentra distribuida en 17 Estados y son zonas donde se cultivan papa, tomate y chile, principalmente. Se tiene información que en los Estados de Sinaloa, San Luís Potosí, Baja California Norte, Guanajuato, Michoacán, Estado de México, Morelos y en Coahuila, esta plaga ha presentado daños de consideración en los cultivos de papa, tomate y chile.

DISTRIBUCIÓN

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

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

Los niveles poblacionales de Psílicos varía de un lugar a otro; por ejemplo, en Utah, Colorado, Wyoming y Nebraska los daños son más frecuentes y severos (Pletsch, 1947). En Montana y Nuevo México generalmente presentan daño de ocasional a moderado, así como en California, Arizona, Texas, Idaho, Dakota del Norte, Dakota del Sur, Alberta y Saskatchewan. En cambio, en el sur de Nuevo México, Arizona, California y el norte de México sus niveles poblacionales son menores por estar ubicados en áreas desérticas; su ataque en estas condiciones es considerado como sorprendente. En 1999 se registraron daños severos en papas producidas durante el verano en el occidente de Texas y en el oriente de Nuevo México (Al-Jabr, 1999).

Este insecto se encuentra distribuido prácticamente en todas las áreas de La República Mexicana donde se cultiva tomate y papa, principalmente; presenta daños de consideración en los estados de San Luis Potosí, Baja California Norte, Guanajuato, etc.

En el estado de Sinaloa este insecto no se encontraba presente, y como se señaló anteriormente, el Departamento de Entomología del Campo Experimental Valle de Culiacán lo detectó en poblaciones bajas desde hace aproximadamente tres años en muestras de follaje que se revisaban continuamente para cuantificar la población de mosquita blanca.

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.

Reino: Animal.

Phylum: Artropoda.

Clase: Insecta.

Orden: Homóptera.

Familia: Psilidae.

Género: Paratrioza.

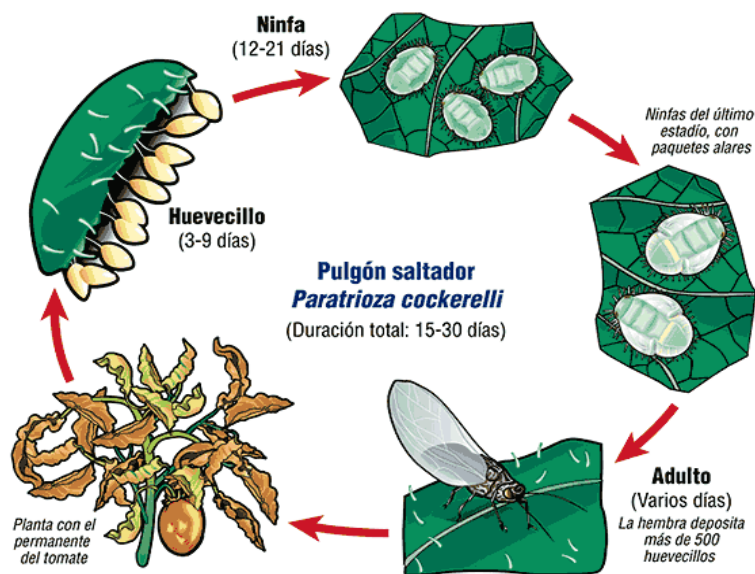
Especie: cockerelli.

Borror *et al.*, 1986.

CICLO DE VIDA Y HÁBITAT.

El ciclo biológico de *Paratrioza cockerelli*, se registro en un periodo de incubación de 3 a 15 días y la totalidad del desarrollo ninfal de 14 a 17 días; después de la eclosión, la ninfa pasa por cinco instares, requiriendo de 1 a 5 días, 1 a 4 días, 1 a 5 días y de 3 a 9 días, respectivamente; necesitando alrededor de 30 días desde la copulación hasta el adulto. (Knowlton y Janes, 1931).

Las hembras de la *Paratrioza*, depositan huevecillos amarillo naranja, sujetos a las hojas por un tallito o pedicelo. Las ninfas tienen forma de escamas y pasan por cinco estadios que transcurren en el envés de las hojas. Son verde-amarillentas con los ojos rojos. El umbral mínimo de temperatura de la *Paratrioza* es de 7 °C y la óptima para su desarrollo oscila entre 27 - 29 °C. Para su evolución desde huevecillo a adulto se requieren 336 unidades de calor (UC) (www.bayercropscience.com.mx).



Cuadro 1. Ciclo biológico de *Paratrioza cockerelli* (Sulc) en unidades calor (Becerra, 1989).

Estado Biológico.	UC.
Huevecillo-primer instar.	71.72
Primero-segundo instar.	53.68
Segundo-tercer instar.	47.58
Tercero-cuarto instar.	54.40
Cuarto-quinto instar.	47.92
Quinto-adultos.	80.51
Total.	355.81



Promedio de UC y días requeridos por el Psilido del Tomate para el desarrollo de su ciclo biológico.

ESTADO BIOLÓGICO	UC	DIAS
Huevecillo	71.7	5.1
N1	53.6	3.8
N2	47.5	3.1
N3	54.4	3.7
N4	47.9	3.4
N5	80.5	5.5
TOTAL	355.8	24.7

Huevecillos.

Son de forma ovoide de color anaranjado-amarillento, corion brillante, suspendido por un corto filamento o pedicelo, estos se encuentran aislados uno de otro y en ocasiones pueden formar grupos de 5 a 10 huevecillos separados, cada hembra durante su vida deposita alrededor de 500 huevecillos que son colocados en los márgenes del envés de las hojas y en ocasiones en los tallos florales, Requiriendo de 8 a 10 días para incubarse (Cranshaw, 1993).



Estadios ninfales.

Únicamente las ninfas son toxíferas es una toxina “Tipo Auxina” (Eyers, 1937).



Presentan 5 estadios ninfales, que son en forma oval, aplanados dorso-ventralmente, con ojos bien definidos, el perímetro del cuerpo presenta filamentos sedosos los cuales forman un halo a su alrededor. Al observarse en el microscopio se puede apreciar una diferenciación entre los estadios ninfales, estos generalmente se localizan en el envés de las hojas.

PRIMER INSTAR: Aplanado dorso-ventralmente, de forma oval, cabeza y tórax fusionados (cefalotórax), antenas con segmentos basales cortos, gruesos y poco diferenciados, último segmento con una seta sensora larga, sencillas placoides poco diferenciadas; ojos poco diferenciados, estilete, casi del largo del cuerpo. Patas bien desarrolladas con segmentación poco evidente, segmentos tarsales con una uña poco desarrollada. Paquetes alares no visibles. Abdomen bien definido con segmentación poco evidente, círculo de poros anales externo poco diferenciados. Margen del cuerpo cubierto por una hilera de setas-truncadas (Eyers, 1937).

SEGUNDO INSTAR: Es aplanado dorso-ventralmente; las divisiones entre cabeza, tórax y abdomen son evidentes. Cabeza con antenas con segmentación no diferenciada, apreciándose claramente dos sencillas placoides y dos setas sensoras. El cípeo, labio y estilete se encuentran diferenciados; hay presencia de ojos. Tórax; con paquetes alares desarrollados, patas diferenciadas. Abdomen, con segmentación poco marcada, con los espiráculos de los primeros segmentos diferenciados, hay presencia de círculos de poros anales externo e interno, así como el orificio anal. El margen del cuerpo es igual al estadio anterior (Eyers, 1937).

TERCER INSTAR: Es aplanado dorso-ventralmente; las divisiones del cuerpo igual al estadio anterior. Cabeza con antenas con tres sencillas placoides diferenciados y setas sensoras, partes bucales y ojos igual al estadio precedente. Estructuras torácicas igual al estado anterior. Abdomen con los cuatro primeros pares de espiráculos diferenciados, así como los círculos de poros anales y el ano. Margen del cuerpo igual al estadio anterior (Eyers, 1937).

CUARTO INSTAR: Es aplanado dorso-ventralmente, las divisiones del cuerpo igual al estadio anterior. Cabeza con antenas con una sencilla más que en el estadio anterior, la antena se estrecha visiblemente hacia su parte media, de ahí en adelante es más angosta, con dos setas sensoras en su parte terminal; en ojos se hacen evidentes las omatidias. Tórax con patas segmentadas y un par de uñas visibles; paquetes alares igual al estadio

anterior. Abdomen, la única diferencia con la etapa anterior es que la constricción entre tórax y abdomen es más notoria (Eyers, 1937).

QUINTO INSTAR: Es aplanado dorso-ventralmente, cabeza, tórax y abdomen bien definidos. Cabeza con antenas engrosadas en su base, reduciéndose sucesivamente hacia su parte terminal; en éstas se encuentran dos setas sensoras insertadas a diferentes niveles, la apical más gruesa y larga que la precedente; cuatro sencillas placoides diferenciadas. Ojos igual al estadio anterior, así como las partes bucales. Tórax; paquetes alares anteriores presentan los ángulos humerales proyectados hacia la parte anterior del cuerpo, patas perfectamente desarrolladas con un solo tarso y un par de uñas. Abdomen igual al estadio anterior (Ferguson *et al.*, 2001).

ADULTOS. Son alados y de apariencia totalmente diferente a las ninfas, tienen el aspecto de una cigarra pequeña, posee dos pares de alas transparentes y son aproximadamente 1.5 veces más largos que el cuerpo y venación propia de la familia, la coloración del cuerpo es ámbar tendiendo a un café oscuro, la cabeza con una mancha café que marca la división con el tórax, ojos grandes de color café y antena filiforme segmentadas en dos tonos de color. El tórax es blanco-amarillento con manchas cafés bien definidas. El abdomen de la hembra presenta cinco segmentos visibles más el segmento genital que es de forma cónica en vista lateral y en la parte media dorsal se presenta una mancha blanca. Los machos presentan seis segmentos visibles más el genital, este último segmento se encuentra

plegado sobre la parte media dorsal del abdomen, al ver este insecto dorsalmente se distinguen las valvas genitales con estructura en forma de pinzas que son propios de este sexo. Los adultos son insectos muy activos y vuelan con prontitud y saltan cuando se les molesta. Es importante señalar que los adultos no causan daños a los cultivos hospedantes (Ferguson *et al*, 2001). Cada hembra deposita de uno a once huevecillos por día con una media de 2.64 (Becerra, 1989), sin embargo un estudio realizado por Knowlton y Wylie 1934, determinaron que la hembra deposita de cinco a cincuenta huevecillos por día y durante su vida de quinientos a quinientos cincuenta huevecillos y pueden vivir tres más que los machos, se cree que este insecto pueda tener hasta 10 generaciones por año (Pletsch 1947; Wallis, 1955).



HERRAMIENTAS DEL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS.

HOSPEDEROS.

La *Paratrioza cockerelli* tiene un rango muy grande de hospederos cultivados y silvestres, aunque se le ha observado que tiene preferencias sobre especies de la familia solanácea. Knowlton y Wylie 1934, publicaron una

lista de 40 especies de esta familia como hospederas naturales de este Psílido, en donde sobresalen los Géneros *Datura*, *Licopersicum*, *Nicotina*, *Nicandra*, *Physalis*, *Solanum* y *Capsicum*, pero aparte de esta familia otras como hospedantes son: *Amaranthaceae*, *Asclepiadaceae*, *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Violaceae*, *Chenopodiaceae*, *Convolvulaceae*, *Fabaceae*, *Lamiaceae*, *Lycophyllaceae*, *Malvaceae*, *Menthaceae*, *Pinaceae*, *Poaceae*, *Polygonaceae*, *Ranunculaceae*, *Rosaceae*, *Salicaceae*, *Scrophulariaceae* y *Zygophyllaceae* (Pletsch 1947 y Wallis, 1955).

Con esto podemos mencionar que existen varios cientos de plantas hospederas de este insecto y que representa un peligro potencial muy importante y latente por la facilidad de poder establecerse en cualquier zona agrícola.

CLIMA.

List (1939) reportó la relación que presenta la temperatura para el desarrollo de los Psílicos y su supervivencia concluyendo que éstos se reproducen mejor a 26.67 °C y que su desarrollo es afectado por temperaturas altas de 35.0 °C que ocurran solamente durante dos o tres horas por día.

Becerra (1989), encontró que a 35 °C, la eclosión de los huevecillos se lleva a cabo en dos o tres días; las ninfas de los tres primeros instares se mueren entre uno y dos días; las del cuarto y quinto instar les ocurre lo mismo, pero entre dos y tres días. El autor puntualizó también que los

adultos sobrevivieron a esta temperatura, sin embargo, al incrementar la temperatura a 40 °C, éstos mueren.

Knowlton (1933c) designó el Psílido del tomate como "insecto regional" basado principalmente en la correlación de las temperaturas de verano con la abundancia del Psílido. List (1939a; 1939b), determinó en invernadero el efecto de la temperatura sobre la población de los psílicos: encontró que la temperatura de 26.6 °C es muy favorable para el desarrollo y supervivencia; en cambio, en temperaturas inferiores a 15.5 °C y superiores de 32.2 °C el desarrollo y la supervivencia de este insecto es bajo. En estudios realizados bajo condiciones de laboratorio, List determinó los efectos de la temperatura desde la emergencia de los huevecillos y el estado ninfal; encontró que 26.6 °C es la temperatura óptima para la oviposición; precisó que la temperatura de 37.8 °C es letal para huevecillos y ninfas; y que las hembras son afectadas para la oviposición.

UMBRAL CRÍTICO DE TEMPERATURA

Becerra (1989) observó que la temperatura óptima para el desarrollo de *Paratrioza cockerelli* fue entre 20 y 23 °C, con una temperatura crítica inferior de 7 °C; destacó que los primeros tres instares son más sensibles y es cuando se presentó la mayor mortalidad, sin embargo, indicó que los adultos fueron los más tolerantes a la temperatura crítica.

COMPORTAMIENTO

Daniels (1934) indicó que las ninfas toman normalmente una posición debajo de las hojas en las plantas donde el follaje es denso, pero unas cuantas pueden ser encontradas por el haz; su cuerpo es plano como escamas y su color verde dificulta observarlas; cuando están jóvenes, se localizan cerca del sitio donde fueron depositados los huevecillos y permanecen inactivas durante los primeros instares. En sus partes bucales tienen un largo estilete que se proyecta dentro de las células de las hojas, permaneciendo inactivas cuando se alimentan; las partes bucales son dos terceras partes del largo de su cuerpo y se dividen en dos canales: uno para succionar o transportar la savia dentro del canal alimentario y el segundo para acarrear una secreción desde las glándulas salivales, situadas en la base del estilete. Este insecto generalmente deposita sus huevecillos por el envés y bordes de las hojas, pero si la incidencia es muy alta, también lo hace en las flores (Becerra, 1989).

El Psílido del tomate emigra todos los veranos del norte hacia las zonas áridas (Pletsch, 1947). Wallis (1946) menciona algunas evidencias de la migración que anualmente realiza, donde indica lo siguiente: 1) estos insectos no se localizan en poblaciones altas en áreas del norte; 2) se han encontrado estampados en alas de aviones que realizan vuelos con alturas superiores a 1,524 metros; 3) coincidentemente se le captura con la chicharrita de la remolacha, *Circulifer tenellus* (Baker), donde se encuentra plenamente documentado que este insecto realiza su migración a la zona

sur; 4) infestación más fuerte en áreas donde se establecen cultivos; 5) la intolerancia a altas temperaturas, desaparición en el invierno y presencia en algunos lugares durante el verano y 6) algunos estudios realizados en jaulas demuestran que las especies no pueden resistir temperatura de cero grados similares a las temperaturas que existen en el norte.

Romney (1939) informó que las poblaciones de psílicos del tomate presentes en invierno durante enero a mayo se localizan principalmente en *Lycium andersonii* A. Gray y *L.*, incrementando su incidencia durante abril o mayo. En el suroeste de Texas, los psílicos pueden encontrarse en las cosechas del invierno y en el hospedante nativo *L. carolinianum* var. *quadrifidum* (Dunal) *C. hitchcock*, *Physalis mollis* y *S. quetrum* (Janes, 1939).

MORTALIDAD

La temperatura es uno de los principales factores que afectan a los insectos. Para el caso del Psílido del tomate, Becerra (1989) cuantificó la mortalidad de este insecto a diferentes grados de temperatura.

Cuadro 2. Porcentaje de mortalidad de los estados biológicos de *Paratrioza cockerelli* con diferentes grados de temperatura (Becerra, 1989).

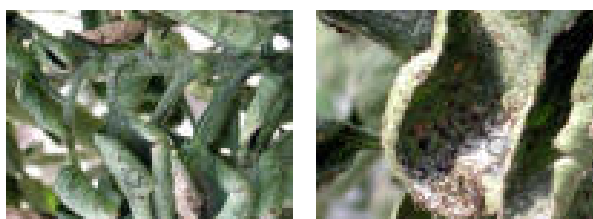
Estado biológico	Temperatura °C			
	16	19.57	25.90	29
Huevecillo	13.69	26.50	8.1	9.34
Ninfa primer instar	6.04	26.66	38.25	22.96
Ninfa segundo instar	65.52	12.50	11.69	11.80
Ninfa tercer instar	66.66	5.99	7.14	9.14
Ninfa cuarto instar	0.00	4.00	0.00	5.43
Ninfa quinto instar	0.00	0.00	0.00	4.96
Adulto	0.00	0.00	0.00	0.00

SINTOMAS Y DAÑOS QUE OCASIONA EL INSECTO.

Como aclaración, México es el único país en donde se ha reportado al pulgón saltador como vector de un fitoplasma: en el resto del mundo únicamente se le conoce por su efecto toxinífero en papa y tomate (Garzón, 1986).

Se puede comentar que este insecto causa dos tipos de daños: El directo y el Indirecto. El primero lo ocasiona cuando el insecto se alimenta succionando la savia del floema e inyectando toxinas (Phytotoxemia)), daño que se conoce como “Amarillamiento por Psílido”, El segundo tipo de daño es como vector de enfermedades (Fitoplasma) (Cranshaw, 2002).

Daño por *P. cockerelli*.



Punta Morada.



QUÉ DAÑOS CAUSA EL PULGÓN SALTADOR

Existen dos tipos de daños: el toxinífero o directo y el indirecto como transmisor de un fitoplasma. La toxina de *Paratrioza* es una sustancia que daña a células que producen clorofila en las hojas de las plantas y que dan el color verde a éstas, lo que hace que las plantas se vean amarillentas y raquílicas. Por otro lado, el fitoplasma es un organismo infeccioso, submicroscópico, más grande que un virus y tiene forma de huevo estrellado. Como aclaración, México es el único país en donde se ha reportado al pulgón saltador como vector de un fitoplasma: en el resto del mundo únicamente se le conoce por su efecto toxinífero en papa y tomate (Richards, 1928).

Daños originados por la toxina (directos)

El primero que lo dio a conocer al mundo como toxinífero fue el Dr. Richards en el año de 1928. Él mencionó que la enfermedad del "amarillamiento de la papa" se debía a los procesos de alimentación de las ninfas en la planta, porque por el estilete también inyectan toxinas; 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. Posteriormente, entre los años 30 y hasta los 90, diversos investigadores aportaron mayores elementos sobre el efecto de las toxinas de *Paratrioza* en las plantas de papa y tomate, sin embargo en algunos casos éstas son contradictorias y nos confunden más; por ejemplo, algunos investigadores hablan que, además del amarillamiento en papa, "las hojas apicales tienen foliolos ondulados y morados", sin embargo, estos últimos síntomas están más relacionados con los de la punta morada de la papa (un fitoplasma) que con los causados por la toxina. Pero continuando con las contradicciones, en 1940 el Dr. Leach, habló de la acumulación de almidón en papa, lo cual contradecía a Evers quien en 1937 aseguraba que la toxina inducía una menor cantidad de almidón.

En el cultivo del tomate, en 1936, también se dijo que esa misma toxina era la causa de una nueva enfermedad sobre los tomates del sur de Texas, a los cuales le causaban una disminución de rendimiento y menor calidad de los frutos; éstos eran pequeños, amarillentos, ásperos y correosos, con escaso contenido de jugo, originando graves pérdidas

económicas. Hasta aquí sólo se hablaba de amarillamientos, pero en 1954 otro investigador, llamado Daniels, separó los síntomas en primarios, consistentes en un retraso en el crecimiento de la planta con hojas de color púrpura y secundarios, con distorsión de follaje, clorosis, estímulo en la floración, menor cantidad de frutos y de tamaño pequeño. Lo que llama la atención de este investigador es que no habla de amarillamiento como los demás, y para confundirnos más habla de “hojas de color púrpura” y “distorsión del follaje”. El Dr. Abernathy en 1991, al discutir sobre el efecto de la toxina en el cultivo del tomate, reportó 40% de daño en rendimiento debido a la “disminución en el número y tamaño de frutos” que producían las plantas afectadas.

Como nos hemos dado cuenta, la literatura internacional considera a *Paratrioza cockerelli*, solamente como un insecto toxinífero; no obstante, en ningún caso lo ha relacionado con la transmisión de algún patógeno, como en el caso de México, lo que resulta un poco extraño, ya que síntomas de hojas color púrpura tanto en tomate como en papa, así como deformación foliar, coinciden más con los reportados para fitoplasmas y, por el contrario, difieren en mucho de la coloración amarillenta que se menciona en ambos cultivos por el efecto de la toxina mencionada (Garzón, 2003).

Daños causados por el fitoplasma que transmite (indirectos)

Existen al menos cinco enfermedades cuyos agentes causales han sido asociados a fitoplasmas en los cultivos de tomate y papa, cuatro de éstos transmitidos por chicharritas y solamente uno por *Paratrioza*. En tomate se han descrito al amarillamiento del *Áster*, transmitido por un insecto conocido con el nombre de chicharrita y la macroyema del tomate, cuyo fitoplasma es transmitido por otra especie conocida como chicharrita café; un tercero es el fitoplasma que en México causa la enfermedad "permanente del tomate", el cual es transmitido por el pulgón saltador; éste, al igual que su vector, fue descubierto por investigadores mexicanos en los años 80 y, en este siglo XXI, científicamente se demostró que era un fitoplasma. Este se encontró por primera vez en el estado de Guanajuato causando 60% de daños en la producción del tomate, y de sembrarse más de 13,000 hectáreas (ha) al año, la superficie se redujo a menos de 2,000 ha en la actualidad. El estado dejó de ser el segundo en producción de esta hortaliza, después de Sinaloa en los años 70, y los agricultores decidieron abandonar este cultivo y sustituirlo por otro menos riesgoso como el brócoli. En la actualidad, la enfermedad se ha extendido por las principales regiones tomateras del país, en lugares como Villa de Arista, San Luis Potosí, Yurécuaro, Michoacán, la región de la Laguna en los estados de Durango y Coahuila y San Quintín en Baja California Norte, que son regiones con climas frescos; no obstante, el pulgón saltador se sigue adaptando a los cambios climáticos de México y se le ha detectado recientemente transmitiendo el "permanente del tomate" en

regiones con climas cálidos como los estados de Morelos, Nayarit y en Sinaloa, en donde aún son ligeros (Garzón, 2003).

El "permanente del tomate" hasta la fecha es la enfermedad causada por un fitoplasma que más daños le origina al tomate. Se estima que en México existen más de 30 mil ha con daños anuales del 45%, mientras que las transmitidas por chicharritas, mencionadas al inicio, son de poca importancia económica en Estados Unidos, Australia e inclusive en México. Existe una cuarta enfermedad que recientemente fue denominada "declinamiento del tomate", cuyo agente causal es desconocido; ésta se ha reportado en el Valle Imperial y en invernaderos del sur de Texas en Estados Unidos de América, y los síntomas coinciden con los descritos para el permanente del tomate en lo que respecta al aborto de flor, hojas quebradizas y enrolladas hacia arriba. En este caso se desconoce quién lo causa y cómo se transmite. Técnicos nacionales y Estadounidenses coinciden en que la sintomatología descrita en México para el permanente del tomate en invernaderos, coincide exactamente con la que se presenta en los invernaderos de Estados Unidos en el sur de Texas.

Por lo que respecta al papel de los fitoplasmas que afectan al cultivo de la papa, la principal enfermedad es la "punta morada". Esta originalmente fue descrita en el cultivo de la papa en Estados Unidos, sin embargo, en México, una enfermedad similar en papa, se le dio el mismo nombre y estudios moleculares del ADN recientes, concluyeron que es causada por un fitoplasma; aunque, a diferencia de los reportes de Estados Unidos, en

México la "punta morada de la papa", parece ser que es transmitida por el pulgón saltador y no por chicharritas como en aquel país, y que tanto el fitoplasma del permanente del tomate como de la punta morada de la papa, pueden ser parientes cercanos (Garzón, 2003).

ANTECEDENTES

En México se documentó la presencia del salerillo, *Bactericera* (*Paratrioza cockerelli* (Sulc), en 1947, con efecto en solanáceas en Durango, Estado de México, Guanajuato, Michoacán y Tamaulipas (Plesch, 1947). A partir de los 70 esta especie es una plaga primaria de la papa (*Solanum tuberosum* L.), chile (*Capsicum* spp.) y jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (Garzón *et al.*, 1992; Garzón, 2003).

Por estudios morfológicos del insecto al microscopio, de acuerdo con su descripción, se confirma la presencia en los valles de La Cruz, Elota y Culiacán de *P. cockerelli*. Esta plaga infesta cultivos de papa, chile y tomate, aunque en poblaciones bajas. En cuanto a la presencia de enfermedades asociadas a fitoplasmas transmitidas por este Psílido, se han colectado muestras de plantas de tomate con síntomas de "permanente del tomate" y de papa con "punta morada" en los valles anteriormente citados; en ambos casos se ha realizado la extracción del ADN total en estas plantas, con la finalidad de analizar por PCR la presencia o no del fitoplasma en estas muestras. Por primera vez en Sinaloa se detectó la presencia de fitoplasmas por el empleo de métodos moleculares, como es el PCR y la hibridación

molecular, en cultivos de papa, con síntomas de “punta morada” y en tomate con síntomas del “permanente del tomate”. (Garzón, 2002).

La producción de papa se ve afectada por diversos factores bióticos y abióticos; entre los primeros destacan la semilla que por lo general es de mala calidad fitosanitaria, así como diversas enfermedades causadas por hongos, virus y fitoplasmas, estos últimos diseminados principalmente por insectos vectores y a través de semilla (INIFAP, 2001).

Cranshaw (2002), reporta que *Bactericera cockerelli* es un insecto altamente migratorio y que al alimentarse succiona la savia e inyecta una toxina sistémica que causa una enfermedad denominada “amarillamiento del Psilido.

Sin embargo, Garzón (1986) y Becerra (1989), observaron que en México este psilido está relacionado con la enfermedad “permanente del tomate” y consideraron que su agente causal era de etiología viral. En estudios posteriores, Delgadillo *et al*, (1999), estableció que esta enfermedad está relacionada con fitoplasmas.

Almeyda *et al* (2002b), indican que *Bactericera cockerelli* colectado de plantas de tomate con síntomas “del permanente del tomate” en el estado de Morelos, fue positivo a un fitoplasma del grupo 1, el cual es considerado como uno de los agentes causales de la enfermedad punta morada de la papa.

Por otra parte, Maramorosch (1998), menciona que la punta morada de la papa se ha atribuido a un fitoplasma, el cual es transmitido por insectos vectores de la familia Cicadellidae, en el que se incluye a *Macrostelus quadrilineatus*. Beres *et al.* (1998), reportaron la detección del fitoplasma agente causal de la punta morada de la papa en plantas y tubérculos de papa enfermos, al igual que en chicharritas del genero *Aceratagallia* spp.

En lo que respecta a las plantas hospederas de este Psillido, se reporta que coloniza principalmente a especies de la familia *Solanácea*. Pletsch (1947) y Wallis (1955), mencionan que también se ha detectado en algunas especies de las familias *Amaranthaceae*, *Fabaceae*, *Lamiaceae*, *Malvaceae*, *Pinaceae*, *Poaceae* *Polygonaceae*, *Rosaceae*, *Salicaceae* y *Zygophyllaceae*.

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 y principalmente mediante redazos.

Ploaie (1981), consigna que los vectores principales de fitoplasmas son cicadelidos del suborden *Auchenorrhyncha*.

García y Rodríguez (1998), en un estudio realizado en el estado de México sobre transmisión de la punta morada de la papa, señalan que los cicadelidos *Graminiella* sp., *Deltocephalus* sp., *Dalbulus maidis*, *Dalbulus*

alimatus y *Empoasca spp.*, no tuvieron efectos positivos en la transmisión de la enfermedad.

Zavala y Cadena (1998), 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, afecta la calidad y el rendimiento al grado que dificulta o imposibilita la comercialización para consumo en fresco o su uso como semilla.

Beres *et al.* (1998), reportan que las enfermedades punta morada de la papa y bola de hilo, son causadas por el mismo agente causal, el cual consideran que es un fitoplasma; este patógeno también se detectó en chicharritas del género *Aceratagallia spp.*, por tal razón, se considera que este insecto pudiera ser uno de los vectores de esta enfermedad en nuestro país. Estudios recientes realizados por Munyaneza *et al.* (2006), indican que el principal transmisor del fitoplasma causante de la punta morada de la papa en las regiones paperas de Washington y Oregón, E.U.A., es la chicharrita *Circulifer tenellus* de la familia Cicadellidae. González y Fernández (1998), llevaron a cabo un estudio en las regiones paperas de Coahuila y Nuevo León, para identificar posibles vectores de enfermedades, y detectaron la presencia de dos especies de chicharritas: *Empoasca fabae* y *Dalbulus maidis* y los pulgones: *Aphis gossipii*, *Myzus persicae* y *Uroleucon spp.*

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 otros agentes relacionados con esta, determinaron que son dos los fitoplasmas que están implicados como agentes etiológicos en el síndrome de esta enfermedad. También, señalan que *Bactericera cockerelli* incuba a estos fitoplasmas, por lo que se constituye como un vector potencial; uno de estos dos patógenos se detectó en plantas de girasol silvestre *Helianthus annuus*.

Garzón *et al.* (2004), reporta a *Bactericera cockerelli* como un 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 psilido 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 plagas, en especial de psilidos y chicharritas, se realiza solamente durante el ciclo del cultivo. Sin embargo, en muestreos realizados durante el otoño-invierno se detectó que las poblaciones se incrementaron en las hospederas alternas aledañas al cultivo, desconociéndose si estas poblaciones son transmisoras de fitoplasmas.

Lo anterior pone de manifiesto los problemas que enfrentan los productores del cultivo papa y tomate, debido a que, estos insectos son portadores y fuentes de inóculo de la punta morada de la papa desde el inicio del cultivo. La *Bactericera cockerelli* ocasiona daños directos a la

planta al succionar la savia (Munyaneza *et al.*, 2006) e indirectos al transmitir fitoplasmas (Garzón *et al.*, 2004). Dichos fitoplasmas producen la enfermedad punta morada en papa o permanente del tomate en jitomate (Garzón, 2002; Garzón *et al.*, 2005). Sus síntomas se deben a la interferencia que tienen los fitoplasmas con el transporte de nutrientes, a los daños mecánicos ocasionados por la alimentación, y a las toxinas que inyectan los adultos al alimentarse (List y Daniels 1934; Garzón, 1984; Munyaneza *et al.*, 2007).

En el Estado de Guanajuato *B. cockerelli* mermó 60% de la producción de jitomate en los 90. En los años siguientes la superficie cultivada se redujo 85% (Garzón, 2003). En San Luis Potosí, se ha comportado como plaga primaria de los cultivos de chile y jitomate (Díaz *et al.*, 2005).

En regiones productoras de hortalizas del centro y altiplano de San Luis Potosí los productores, en coordinación con la Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) han implementado acciones de manejo que incluyen el uso de *Chrysoperla carnea* (Stephens) y de insecticidas como los extractos de margosa o *Neem*, (*Azadirachta indica*) A. Juss. Además, se aplican medidas de control legal sustentadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-081-FITO-2001, que se refiere al manejo y eliminación de focos de infestación de plagas mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra y destrucción de residuos de cosecha (SAGARPA, 2001).

En los Estados de Coahuila y San Luis Potosí es común que se realicen hasta doce aplicaciones de insecticidas durante la temporada del cultivo (jitomate y papa) y se desconoce el estado de la susceptibilidad de la *Paratrioza* a dichos agroquímicos. Los productores de jitomate y papa de San Luis Potosí, Coahuila y Nuevo León han manifestado preocupación por la falta de control de *B. cockerelli* con thiacloprid, imidacloprid y otros insecticidas convencionales. La falta de control se puede deber a factores como deficiente calibración del equipo de aplicación, uso de equipo de aplicación en mal estado, baja cobertura de la aspersion en el follaje y expresion fenotípica de la resistencia a insecticidas en el salerillo.

Importancia económica de La *Paratrioza cockerelli* (Sulc).

El mayor problema agronómico de la actualidad en el cultivo de la papa y el tomate en México es el conocido como “punta morada-manchado del tubérculo” de la papa. El impacto es del 15% en la calidad del tubérculo, y el “permanente del tomate”, con daños hasta del 60% en algunas regiones. En México se han reportado dos fitoplasmas relacionados genéticamente, implicados en su etiología, que coincide con la presencia del psílido *Paratrioza cockerelli*, el cual se ha reportado como vector de uno de estos patógenos en tomate y está por confirmarse en papa. En Sinaloa se ha mencionado que este insecto infesta cultivos de gran interés económico. En Sonora, México.- Como es sabido, desde hace algunos años, la *Paratrioza* o pulgón saltador (*Bactericera cockerelli*), se ha convertido en una de las plagas más importantes del tomate, chile, papa y tomatillo, no sólo por los

daños directos que ocasiona al inyectar toxinas, sino también por la transmisión de fitoplasmas como la punta morada en papa y el permanente del tomate.

En este momento se considera que causa más problemas que la mosquita blanca y los geminivirus. Esta plaga no es nueva, fue reportada en México desde 1947, de hecho una de las razones que el Bajío dejara de producir estas hortalizas fue debida a ella (Garzón, 2002).

Actualmente para su control, está demostrado que no basta con una sola aplicación de insecticidas, sino también es necesario toda una estrategia de manejo integrado que ya se tiene en esta zona agrícola de Sonora, donde se tiene un plan regional de control contra la *Paratrioza* (Liu and Trumble 2006).

Su mayor importancia deriva de la transmisión de la fitoplasmosis del permanente del tomate, que llega a mermar hasta en un 60 por ciento del rendimiento de este cultivo en nuestro País. Las hembras de la *Paratrioza*, depositan huevecillos amarillo naranja, sujetos a las hojas por un tallito pedicelo. Las ninfas tienen forma de escamas y pasan por cinco Estadios que transcurren en el envés de las hojas. Son verde-amarillentas con los ojos rojos. El umbral mínimo de temperatura de la *Paratrioza* es de 7 grados centígrados y la óptima para su desarrollo oscila entre los 27 y 29 grados. Para su evolución desde huevecillo a adulto se requieren de 336 unidades de calor. (Monreal-Vargas, 2005).

Principal problema de los agricultores.

Este insecto que pertenece a la familia Psilidae no se le daba mucha importancia en el ámbito de la agricultura nacional, sin embargo ahora se ha convertido en el principal problema de los agricultores dedicados a los cultivos de papa y tomate, debido a su capacidad para adaptarse a múltiples condiciones climáticas y a su alta migración (Garzón, 2003).

La mielecilla, borceguí o pulgón ataca también a las cucurbitáceas, el algodón y otras hortalizas, succionando la savia, produciendo abundante mielecilla y transmitiendo virosis. Por lo anterior es importante que los productores hortícolas del Sur de Sonora, respeten las fechas de siembra y lleven un buen control de plagas, malezas y enfermedades, a fin de que la *Paratrioza* no destierre algunos cultivos como ya ha sucedido en otras zonas del País y el mundo (Pérez-Domínguez 2004).

FITOPLASMAS ASOCIADOS A TOMATE

Existen al menos tres enfermedades cuyos agentes causales han sido asociados a fitoplasmas: el amarillamiento del áster en tomate, transmitido por la chicharrita del áster, *Macrosteles fascifrons* (Stal); la macroyema del tomate cuyo fitoplasma es transmitido por la chicharrita café, *Orosius argentatus* (Granett y Provvidenti, 1974); el tercero es el permanente del tomate, y el vector del agente causal es el psílido *P. Cockerelli* (Garzón, 1986). La evidencia sobre la etiología de la enfermedad

permanente del tomate, se basa en estudios realizados por amplificación (PCR) del gen ribosomal 16S de fitoplasmas en ADN de plantas de tomate infectadas y de individuos de *P. Cockerelli* portando el patógeno (datos no publicados), por la detección del fitoplasma por tinción del floema (Delgadillo *et al.*, 1999) y por observación de la estructura del fitoplasma al microscopio electrónico.

El permanente del tomate hasta la fecha es la enfermedad de etiología fitoplasmica que más daños causa al tomate. Se estima que en México existen más de 20 mil hectáreas con daños anuales del 45%, mientras que las dos primeras mencionadas al inicio, se han reportado como de poca importancia económica en Estados Unidos y Australia (Jones *et al.*, 1991). Existe una cuarta enfermedad denominada declinamiento del tomate cuyo agente causal es desconocido, ésta se ha reportado en el Valle Imperial en Estados Unidos, y los síntomas coinciden con los descritos para el permanente del tomate en lo que respecta al aborto de flor, hojas quebradizas y enrolladas hacia arriba; en este caso no se menciona vector alguno como transmisor del agente causal.

FITOPLASMAS ASOCIADOS A PAPA

Por lo que respecta al papel de los fitoplasmas que afectan al cultivo de la papa, la principal enfermedad es la “punta morada”, cuyo agente causal ha sido asociado al grupo I del Wester aster yellow. Esta enfermedad originalmente fue descrita en el cultivo de la papa en EUA; sin embargo, en

México, una enfermedad similar a la que se dio el mismo nombre fue descrita por Mateo-Cadena en 1974, y estudios recientes han sido publicados por Leyva-López y Martínez-Soriano en el 2001, quienes al realizar un análisis molecular de la "punta morada" y "bola de hilo", concluyeron que ambos síntomas son causados por diferentes fitoplasmas, basándose en el análisis de la secuencia del gen 16S ribosomal de fitoplasmas, que al ser comparadas con otras secuencias de este grupo de patógenos en el banco de datos, fue posible asociar a la "punta morada" con el Western aster yellows del Grupo I, y a "bola de hilo" con fitoplasmas del Grupo II, de la clasificación internacional de fitoplasmas.

***P. COCKERELLI* COMO VECTOR DE PATÓGENOS EN PAPA Y TOMATE**

Es muy posible que hasta mediados del siglo XX, debido al desconocimiento que existía sobre los fitoplasmas, algunos síntomas descritos en papa por Hartman en 1937, hayan sido confundidos y adjudicados totalmente a la toxina de *P. cockerelli*, pues aquellos como "hojas apicales con bordes morados" coinciden con lo que actualmente se conoce como la "punta morada de la papa", descrita en EUA por Self y Darling en 1953, y en México por Cadena en 1974; un segundo síntoma, el de "brotación prematura", pudo estar relacionado con el síntoma conocido en México como "tallo de hilo" (Cadena, 1974 y 1999) o "bola de hilo" (Leyva-López y Martínez-Soriano, 2001); el agente causal de ambos síntomas fue asociado al que causa el amarillamiento del aster (Youkin, 1943; Leach y

Bishop, 1944), descrito como un fitoplasma (Doi *et al.*, 1967) transmitido por la chicharrita *Macrosteles quadrilineatus* (Maramorosh *et al.*, 1968).

Esta especulación sobre la confusión entre el efecto de la toxina de *P. cockerelli* y la transmisión de fitoplasmas, se empieza a despejar con los trabajos de Arsla *et al.* en 1985, quienes describieron los efectos fisiológicos de *P. cockerelli*, y mencionaron que plantas de papa afectadas se recuperaron después del ataque de psílicos; no obstante, hubo otras en las cuales los síntomas permanecieron; en estas plantas los tubérculos presentaban un mayor porcentaje de almidón que aquellos de plantas en donde se registró la remisión de síntomas, la situación anterior puede considerarse como la primera evidencia sobre la relación de esta enfermedad causado por un fitoplasma transmitido por *P. cockerelli*.

Mayores evidencias sobre este aspecto se han obtenido en México; como ya se mencionó, la “punta morada” de la papa como enfermedad se reportó desde 1974, en los estados de México, Puebla, Hidalgo y Tlaxcala, causando fuertes reducciones de rendimiento y calidad del tubérculo de la papa que en frecuentes casos llegó a ser hasta del 95 %, los síntomas mencionados se caracterizan por una brotación anormal de tallos en tubérculos, y la coloración morada en las hojas apicales, asociado con una coloración oscura de la pulpa, lo cual demerita drásticamente su calidad (Cadena, 1974, Cadena-Hinojosa, 1999). En los últimos años, esta enfermedad ha causado daños similares en Navidad, Nuevo León y León, Guanajuato, y los síntomas descritos coinciden con los reportados por

diferentes investigadores en los años 50 y 80 (Self y Darling, 1953; Arsla, *et al.*, 1985). En México no existían estudios sobre el agente causal y el vector de esta enfermedad, sólo por sintomatología, se le relacionaba con la “punta morada” reportada en EU (Cadena-Hinojosa, 1999).

Al respecto esta misma enfermedad, analizada anteriormente nos lleva a especular que el síntoma de “punta morada” es una respuesta de la planta a la interacción con diferentes patógenos, uno de estos son los fitoplasmas que pueden ser transmitidos por chicharritas, tal vez *Macrosteles* y/o un nuevo vector como es el psílido *P. cockerelli*, éste último reportado como transmisor del agente causal del “permanente del tomate” en México, ya que este patógeno transmitido por injerto de tomate a papa variedad Alfa, presentó síntomas similares a los de "punta morada" de la papa bajo condiciones de invernadero (Garzón *et al.*, 1986). Las investigaciones sobre el papel de *P. cockerelli* en la transmisión de este fitoplasma determinaron que el insecto puede transmitirlo en un tiempo de 15 minutos después de su adquisición, y es la forma de transmisión más eficiente, ya que este no se transmitió mecánicamente, por contacto, o por semilla.

RELACIÓN PUNTA MORADA DE LA PAPA/PERMANENTE DEL TOMATE

Basándonos en los estudios realizados sobre fitoplasmas en papa y tomate, así como la relación que se ha venido evidenciando sobre la existencia de un vector común, se puede establecer la hipótesis de que existe una relación entre la "punta morada" de la papa, el “permanente del

tomate” y *P. Cockerelli* como vector del agente causal en ambos casos. Los avances de investigación hasta el momento sólo se refieren a estudios realizados en México, ya que no se han encontrado investigaciones recientes en otros países. Estos indican que la enfermedad “permanente del tomate” es causada por un fitoplasma, y que una variante de este mismo patógeno puede ser la causa de la “punta morada en papa”, ya que un fragmento de ADN del fitoplasma que causa el permanente del tomate, aislado de tomate colectado en Guanajuato, y amplificado por PCR, tuvo una alta homología con otro fragmento similar amplificado a partir de DNA aislado de *P. cockerelli*, cuyos especímenes fueron colectados en plantas enfermas de papa en el estado de México. Lo anterior nos lleva a pensar que la “punta morada de la papa” y el “permanente del tomate” son dos enfermedades causadas por fitoplasmas muy relacionados y transmitidas por *P. cockerelli*. Una mayor evidencia se logrará con la prueba de transmisión, a papa, del fitoplasma por el vector. (Garzón *et al.* 1996).

DISEMINACIÓN DE FITOPLASMAS DE PAPA Y TOMATE EN MÉXICO

Observaciones recientes sobre la enfermedad en tomate indican que síntomas similares al "permanente del tomate" como aborto de flor, hojas quebradizas y achaparramiento, han sido detectados tanto en campo como en invernadero en Baja California Norte, Jalisco, Guanajuato, Morelos, Michoacán, Coahuila, San Luis Potosí, Tamaulipas, Querétaro y Zacatecas, afectando más de 25 mil has, con daños que en el 2001 fueron del 45% en reducción del rendimiento; es un daño mayor que el causado en éstas y

otras regiones por los geminivirus transmitidos por mosquita blanca (*Bemisia* spp.). En todos los casos, esta enfermedad se presenta en regiones con climas frescos, excepto en aquellas donde prevalecen temperaturas extremas altas como en las áreas hortícolas de Sinaloa y Sonora con temperaturas máximas en verano de hasta 45°C (Garzón *et al.*, 1996). Recientemente, síntomas similares a los anteriores han sido detectados también en tomates creciendo bajo condiciones de invernaderos en el sur de Texas (Mario Steta, Empresa Agros de México, comunicación personal, 2001). Por lo que respecta a la diseminación de la punta morada de la papa en México, sólo en los estados de Sinaloa y Sonora no se ha detectado aún el problema antes descrito; en el resto de los estados del país en donde se cultiva esta especie, la enfermedad está presente en un mayor o menor grado.

En base a los requerimientos de temperatura de *P. cockerelli*, relacionados con la distribución de la enfermedad del "permanente del tomate" y "punta morada" de la papa en México, se ha confirmado que regiones frescas del país en donde se presentan temperaturas frescas menores de 35°C, los cultivos del tomate y la papa están teniendo problemas con el patógeno mencionado y en retrospectiva, al analizar aquellos estados de la República Mexicana en donde se siembra o se sembró el cultivo de la papa y actualmente se siembra tomate, sobresalen tres de ellos: Guanajuato, Baja California Norte y Michoacán. En ellos el fitoplasma y *P. cockerelli* como vector, son el problema más importante en el cultivo del tomate. Coincidentemente, en Baja California Norte en la región

de San Quintín, hace años se dejó de sembrar papa por problemas de enfermedades, cuyos síntomas, por entrevistas con exproductores, coinciden con la descripción de un síntoma similar al de "punta morada" como el causante de este problema; asimismo, en el valle de Zamora, Michoacán, este mismo cultivo también dejó de sembrarse por los riesgos que representaba una enfermedad que presentaba estos mismos síntomas, y en Guanajuato, en donde se describió por primera vez la enfermedad del "permanente del tomate", y uno de los principales estados productores de papa del país, la superficie de tomate se redujo de 13, 000 en 1976 a menos de 2,000 hectáreas en la actualidad, debido a los daños del 60% causados por este patógeno. (Garzón *et al.* 1996).

Recientemente, regiones como Tula, Tamaulipas, en donde se cultiva la papa y el tomate, las enfermedades antes mencionadas representan el problema más importante para ambas, y la presencia del psílido como posible vector cada vez es una limitante de la producción. En la actualidad, existen otras regiones del país que recientemente se han significado por ser "paperas" o "tomateras", en las cuales el problema de lo que hoy se está definiendo como fitoplasmas es importante. Una de ellas es Villa de Arista en San Luis Potosí, en donde no se siembra papa, pero la superficie del tomate llegó a ser hasta de 6,000 has. En años anteriores; actualmente la superficie ha bajado a 4,000 hectáreas, debido a los daños que en los tres últimos años han rebasado el 60% en pérdidas de rendimiento por la enfermedad "permanente del tomate", y en Navidad, Nuevo León, en donde se siembra

el cultivo de la papa, la presencia de *P. cockerelli* asociada a la "punta morada" es un riesgo permanente para la producción de este tubérculo.

Al especular sobre el origen del fitoplasma y la diseminación al menos del que más hemos estudiado en México, que es el causante del "PT", es posible pensar que en parte la descripción del síndrome del "amarillamiento de la papa" reportado por Hartaman en 1937, al menos en lo correspondiente a la PM y TH, coinciden con lo que en México se ha reportado como el producto de, al menos, dos fitoplasmas el de la PM (Leyva-López y Martínez-Soriano, 2001) relacionado con el PT (Garzón, 1984), y el causante del TH, los cuales posiblemente fueron introducidos y diseminados por semilla vegetativa a México, ya que en nuestros estudios en el caso del PT, la transmisión por semilla botánica en tomate fueron negativos, y aunque la literatura reporta que el fitoplasma que causa la PM en papa no se transmite por semilla vegetativa, las evidencias en los estudios realizados recientemente en México, demuestran lo contrario, de ahí que se piense que éste fue el medio inicial de introducción de la enfermedad a nuestro país, en semilla proveniente de los EUA. En este aspecto el tomate parece carecer de importancia, ya que en México primero se empezó a cultivar la papa que el tomate, y sólo en aquel cultivo es posible la transmisión de fitoplasmas por el tipo de semilla vegetativa.

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 del PT (Garzón, 1986), y de acuerdo a la

evidencia de que la PM en papa es causada por un fitoplasma relacionado con el PT, entonces es posible suponer que el fitoplasma que causa el PT y la PM tiene su centro de origen en el Oeste de Los Estados Unidos de América, ya que es donde se propone el origen de *P. cockerelli* (Richards, 1928); de acuerdo con esta suposición, de ahí, el insecto migró hacia México escapando del frío invierno en EUA, y posiblemente migrando de México hacia los Estados Unidos en busca de un verano menos extremo, huyendo del intenso calor de algunas regiones norteadas de nuestro país.

El fitoplasma parece ser que fue diseminado a México por semilla vegetativa de papa, ya que síntomas de PM en papa fueron detectados a mediados del siglo pasado en San Quintín, BCN; coincidentemente, en esa misma región, daños del 40% causados por el fitoplasma del PT, y la presencia de grandes poblaciones de *P. cockerelli*, han sido detectados en tomate en esa misma región. En esa remota fecha, la relación comercial y tecnológica de San Quintín era con el estado de Baja California en EUA, y sólo hasta finales de los años 50 se estableció la comunicación carretera con México. De ahí la especulación de que a través del acarreo de semilla de papa de EUA hacia San Quintín, se introdujo al agente causal de la PM de la papa a México, y por este medio a Toluca, Estado de México y León, Guanajuato, y de aquí la diseminación hacia otras regiones de México e inclusive hacia el sur de Texas, en donde recientemente se detectaron síntomas similares a los del PT en invernaderos de esa región.

En cuanto a la diseminación del agente causal de la PM y el PT, ya dentro de México, es posible señalar tres aspectos importantes: el primero de ellos ya mencionado, la semilla vegetativa de la papa, el segundo, el transporte de plántulas de tomate de un estado a otro y el tercero por el movimiento natural y a grandes distancias del vector. Actualmente tanto la PM como el PT están presentes en México en los estados de Baja California Norte, Chihuahua, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Zacatecas, Guanajuato, Jalisco, Estado de México y Morelos. Finalmente, existen estados en donde se siembra papa y tomate como Sinaloa y Sonora, con temperaturas extremadamente altas en verano (45°C), en donde no se ha confirmado la presencia de *P. cockerelli*, y aun cuando existe movimiento de semilla de papa de otros estados con problemas de fitoplasmas, hacia Sinaloa y Sonora, hasta la fecha, al menos en Los Mochis, Sinaloa y Navojoa, Sonora no se tienen evidencias de éste problema, aunque sí de la presencia de síntomas aislados. (Garzón 1986)

TACTICAS DE MANEJO

Nava 1998, menciona que el manejo satisfactorio de cualquier plaga se debe realizar de manera integrada, ya que ninguna práctica de combate por sí sola es suficiente para lograr un control efectivo. Además, las medidas fitosanitarias deben ser implementadas a nivel regional, por lo que se necesita de la participación de todas las instancias involucradas con la sanidad vegetal, principalmente de los productores agrícolas.

Como fase preventiva el productor, debe seleccionar áreas de siembra en donde la plaga no esté presente, destruir reservorios de la plaga, evitar sembrar enseguida de cultivos ya infestados por la plaga, establecer el cultivo en la fecha recomendada, utilizar una adecuada densidad de plantas, producir plantas en invernaderos protegidos y utilizar acolchados repelentes. Asimismo es importante establecer barreras vivas, transplantes de plántulas protegidas con insecticidas sistémicos, destruir reservorios, cultivos infestados o abandonados, y liberar organismos benéficos como la crisopa en reservorios y finalmente aplicar insecticidas químicos en áreas altamente infestadas.

Monitoreo.

Dentro de los monitoreos se recomienda realizar 100 golpes de red entomológica en cinco sitios de la superficie de cultivo e inspeccionar las plantas en busca de inmaduros o adultos. Los huevecillos y las ninfas chicas se localizan principalmente en las hojas jóvenes de las partes apicales de las plantas y las ninfas más desarrolladas en las hojas maduras cercanas al tallo de la parte media de las mismas. Utilizar tarjetas amarillas impregnadas con pegamento o charolas amarillas con agua jabonosa e inspeccionarlas al menos dos veces por semana (Nava, 1998).

Inspección visual de hojas

No existe un plan de muestreo bien elaborado para este insecto. No obstante, en el Bajío se recomienda inspeccionar plantas de tomate para detectar huevecillos y marcar 10 de ellas, con el propósito de predecir y determinar el momento oportuno de aplicación de insecticidas contra ninfas de 1er y 3er instares. También se indica la necesidad de continuar con muestreos semanales enfocándose a la presencia de huevecillos y ninfas para evaluar la eficiencia de las aplicaciones de insecticidas.

Considerando las similitudes entre La MBHP y el psílido del tomate en cuanto a sus características morfológicas, biología y hábitos, se sugiere provisionalmente utilizar los planes de muestreo recomendados para adultos y ninfas de la mosquita blanca. A continuación se indican los antecedentes sobre disposición espacial y planes de muestreo para la MBHP en varios cultivos:

Tomate. La distribución vertical de la MBHP en tomate fue determinada en 1993 en el valle de Culiacán, Sin. Los huevecillos fueron más abundantes en el cuarto estrato (la planta se dividió en cinco estratos, el primero fue el basal y el quinto el terminal), las ninfas chicas se localizaron principalmente en el segundo y tercer estrato, mientras que las ninfas grandes se concentraron en el primer estrato (Avilés 1995a,b). Schuster (1998) determinó la distribución vertical de la MBHP en tomate en Florida. En este estudio se contaron los inmaduros y adultos en los tres folíolos terminales de cada hoja

del tallo principal y de una rama lateral, considerando a la hoja apical como la número uno. Los huevecillos, ninfas (primero a tercer instares) y pupas fueron más abundantes y con variación baja en las hojas de los nudos 4-6, 6-8 y 8-10, respectivamente. El tamaño de muestra mínimo no excedió de 23 y 28 hojas para ninfas y “pupas”, respectivamente, a una densidad tan baja como de un inmaduro por hoja.

PROCEDIMIENTO PARA ELABORAR UN PLAN DE MUESTREO PARA EL PSÍLIDO DEL TOMATE.

A continuación se describe la metodología utilizada para la MBHP en algodónero y que servirá de ejemplo para entrenar a los participantes del taller en la elaboración de un plan de muestreo para el Psílido del tomate:

Paso 1. Obtener datos de la disposición espacial del insecto en campo.

En este ejemplo se contaron los adultos de la MBHP en las hojas de los nudos del tallo principal 1 al 15 en 6 ó 12 plantas por variedad y fecha de muestreo. Las plantas muestreadas fueron elegidas al azar dentro del lote de algodónero, el cual fue de 960 m². Se puede observar que la densidad de adultos fue mayor en la variedad Stoneville 453 y que se incrementó a través del tiempo. También se puede observar que la cantidad de adultos varió con la posición de la hoja (Cuadro 3).

Paso 2. Determinar la unidad de muestreo con base en la distribución vertical de los adultos de la MBHP en la planta

Se calcula el promedio de adultos por hoja, el coeficiente de variación en % ($CV \times 100$) y la proporción o porcentaje de adultos por nudo. Posteriormente se grafican los nudos (x) contra la proporción de adultos (y). Se puede observar que las hojas con más adultos fueron las de los nudos 2-4, 5-9, 7-11, 9-12 y 4-9, en abril 27, mayo 12, mayo 26, junio 20 y julio 7, respectivamente. Por lo tanto, al inicio del ciclo del cultivo las hojas más infestadas son las terminales, a mediados del ciclo son las de la parte media de la planta y al final del ciclo son las terminales de nuevo.

Nava (1998) seleccionó como unidad de muestreo para adultos la 5a. hoja, considerando que fue la más infestada y con menor coeficiente de variación, con base en los promedios de toda la temporada. En el presente ejemplo la 7a., 8a. y 9a. hojas son mejores unidades de muestreo que la hoja 5a.

Paso 3. Determinar la disposición espacial a nivel lote o predio.

La disposición espacial de insectos a nivel de predio se puede determinar mediante la ley de poder de Taylor (Taylor 1961).

El modelo es: $S^2 = a\xi^b$.

Los parámetros a y b se estiman mediante una regresión lineal simple de la forma linealizada del modelo: $\ln(S^2) = \ln(a) + b \ln(\xi)$.

La interpretación de los parámetros es la siguiente: b es una medida de la agregación, de modo que si $b < 1$ la disposición es regular, si $b = 1$ la disposición es al azar y si $b > 1$ la disposición es agregada; a es un factor de escala relacionado al tamaño de muestra. En el presente ejemplo se utilizaron solo los datos de disposición espacial de la variedad Deltapine 50. Se calcularon la media y su logaritmo natural, la varianza y su logaritmo natural, el porcentaje de hojas infestadas y la relación varianza/media para hojas jóvenes (nudos 1-5), medianas (nudos 6-10) y maduras (nudos 11-15) (Cuadro 3). Se formaron estos tres grupos de hojas con el propósito de aumentar el número de observaciones (n) y obtener mayor precisión en los valores de la media y la varianza, ya que algunos nudos tuvieron muy pocas observaciones. Los valores de la relación varianza/media son mayores que 1.0 y generalmente muy altos, lo que indica que los adultos de la MBHP se encontraban muy agregados en el lote de algodónero (Cuadro 3).

Se obtuvo la ecuación de regresión $y = 1.041 + 1.7214 x$, donde $y = \ln(S^2)$ y $x = \ln(\xi)$. Puesto que $b > 1$, entonces los adultos de la MBHP se encuentran agregados (Figura 4). Por lo tanto, es necesario estimar el tamaño de muestra adecuado, considerando dicha agregación y los valores estimados de los parámetros.

Paso 4. Estimación del tamaño de muestra mínimo (muestreo numérico).

Para estimar el tamaño de muestra mínimo (n) se empleará la fórmula reportada por Taylor (1961): $n = (a\xi^{b-2}) / C^2$; donde C es la precisión requerida como una proporción de la media (si $C = 0.1$, el error estándar equivale al 10 % de la media). Naranjo (1995) sugiere valores de C entre 0.1 y 0.25.

Ejemplo de cálculo del tamaño de muestra mínimo para la variedad Deltapine 50 de algodónero: Los parámetros del modelo, de acuerdo con la ecuación de regresión son:

$$a = \text{antilog}(1.0429) = 2.8374$$

$$b = 1.7202$$

Se utilizará una precisión del 80 %; es decir, el valor de $C = 0.2$. Los tamaños de muestra se calcularán para 1 y 10 adultos por hoja en promedio.

$$\text{Si } \xi = 1 \text{ adulto / hoja, entonces: } n = [2.8374 (1)^{1.7202-2}] / (0.2)^2 = 71 \text{ hojas}$$

$$\text{Si } \xi = 10 \text{ adultos / hoja, entonces: } n = [2.8374 (10)^{1.7202-2}] / (0.2)^2 = 37 \text{ hojas. (Taylor, 1961).}$$

Siguiendo este procedimiento se calculan los tamaños de muestra para un rango amplio de densidades de adultos de la MBHP y se elabora una gráfica o un cuadro de referencia (Cuadro 6).

Para seleccionar el tamaño de muestra apropiado se tienen las siguientes dos opciones:

- 1) Seleccione el tamaño de muestra más alto que funcione para densidades bajas y altas de la MBHP. Siguiendo con el ejemplo de la variedad Deltapine 50, dicho tamaño de muestra es 71 hojas para una precisión del 80 % y 284 hojas para una precisión del 90 %.

- 2) Seleccione el tamaño de muestra con base en un muestreo preliminar o información histórica confiable de la densidad de la plaga. En el muestreo preliminar se efectúa un número reducido de observaciones para obtener el promedio de insectos por hoja. Por ejemplo, considérese que se lleva a cabo un muestreo preliminar en algodónero y se cuentan los adultos en 10 hojas del 8º. Nudo y se obtiene un promedio de 5 adultos por hoja, entonces el tamaño de muestra definitivo será de 45 hojas para una precisión del 80 % o de 181 hojas para una precisión del 90 %, con base en el Cuadro 6.

Paso 5. Determinar la relación entre la densidad media de adultos por hoja y el porcentaje o proporción de hojas infestadas con adultos (muestreo binomial)

Generalmente existe una relación muy estrecha entre la densidad media de mosquitas blancas y el porcentaje de hojas infestadas. Cuando este es el caso, es posible determinar con buena precisión la densidad

media de insectos a partir del porcentaje o proporción de hojas infestadas; es decir, no es necesario utilizar un esquema de muestreo numérico sino un muestreo binomial de presencia-ausencia (Taylor, 1961).

La Figura 5 muestra la relación entre el promedio de adultos por hoja y la proporción de hojas infestadas de algodón, variedad Deltapine 50, con base en los datos del Cuadro 5. Se utilizó la siguiente ecuación de regresión: $\ln(m) = a + b(-\ln(1-P_T))$, donde m es la densidad media, a y b son los parámetros a ser estimados y P_T es la proporción de hojas infestadas con al menos T adultos ($T = 3$ adultos/hoja). En el presente ejemplo se consideró hoja infestada cuando tuvo uno o más adultos ($T = 1$). Para estimar los parámetros a y b se efectúa un análisis de regresión con los valores transformados de P y m (Cuadro 7 y Figura 6).

La ecuación de regresión obtenida fue: $\ln(m) = 0.9028 + 1.4216 \ln(-\ln(1-P))$ ($R^2 = 0.83$). A partir de esta ecuación se puede estimar la densidad de adultos por hoja mediante la siguiente fórmula:

$$m = \text{antilog}(0.9028 + 1.4216 \ln(-\ln(1-P)))$$

Por ejemplo, si después de un muestreo se encontraron 68 % de hojas infestadas ($P = 0.68$), entonces la densidad media estimada es:

$$m = \text{antilog}(0.9028 + 1.4216 \ln(-\ln(1-0.68))) = 3 \text{ adultos por hoja.}$$

Paso 6. Expresar el umbral económico o de acción en porcentaje de hojas infestadas

A partir de la ecuación de regresión obtenida se puede determinar el umbral económico (UE) en porcentaje de hojas infestadas mediante la siguiente fórmula:

$$UE (\% \text{ hojas infestadas}) = 1 - (\text{antilog} (-\text{antilog} ((\ln UEn - 0.9028)/1.4216)))$$

Por ejemplo, si el umbral económico numérico es de 5 adultos por hoja (UEn = 5 adultos/hoja), entonces el umbral económico en porcentaje de hojas infestadas es:

$$UE (\% \text{ hojas infestadas}) = [1 - (\text{antilog} (-\text{antilog} ((\ln 5 - 0.9028)/1.4216)))]$$

100

$$UE (\% \text{ hojas infestadas}) = [1 - (\text{antilog} (-\text{antilog} ((1.609 - 0.9028)/1.4216)))]$$

100 = 81 % (Taylor, 1961).

Paso 7. Emitir recomendación de muestreo y toma de decisiones de control.

En este momento estamos en posibilidades de emitir una recomendación de muestreo. Con base en el ejemplo desarrollado aquí la recomendación es: Revise un mínimo de 70 hojas en plantas seleccionadas al azar en su predio, de los nudos 8 a 9, contados a partir de la terminal de la planta, y cuente el número de hojas infestadas con uno o más adultos. Calcule el porcentaje de hojas infestadas y si este es del 81 % o mayor, se justifica efectuar una medida de control (Taylor, 1998).

Cuadro 3. Adultos por hoja en los nudos 1 (superior) al 15 (inferior) de la planta, en las variedades Deltapine 50 (DP50) y Stoneville 453 (SV453) de algodónero, Weslaco, Texas, 1996.

Fecha	Var.	Planta	Posición de la Hoja (Nudos)														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Abr. 27	DP50	1	0	0	0	0	0	0	0	0							
		2	0	1	0	0	2	0		0							
		3	0	1	0	0	0	1	0								
		4	0	0	1	0	0	0									
		5	0	0	0	0	0	0	0								
		6	0	0	1	0	0	1	0								
	7	0	6	0	6	0	0	0	0								
	8	0	0	0	0	0	1	1	0								
	9	0	1	1	0	0	0	0									
	10	0	1	0	0	0	0	0	0								
	11	0	0	0	1		0										
			12	0	1	0	0	2	0	0							
	SV453	1	0	1	0	0	0	0	0								
		2	0	3	0	0	0	0	0	0							
		3	1	2	5	0	0										
		4	1	9	12	2	1	1		0							
		5	0	6	0	1	0	0	0	0							
		6	0	2	1	1	0	1	0								
	7	2	2	6	1	0	0										
	8	0	1	1	0	0	0	0	0								
	9	3	1	0	1	0	0	0									
	10	0	2	5	4	0	1	0	0								
	11	0	7	0	3	0	1	1									
	12	1	20	4	0	1	0	1									
May. 12	DP50	1	0	0	0	0	0	1	0	1	2	2	0	2			
		2	0	0	0	3	7	2	9	0	2	3	0	2			
		3	0	0	1	0	4	5	2	1	1	1	1	0			
		4	0	1	1	1	1	8	6	8	23	12		3	0		
		5	0	2	2	1	3	3	1	1		0					
		6	0	0	1	0	1	1	1	1	8	5	0	2			
	SV453	1	0	1	2	2	8	10	7	4	1	1	0				
		2	0	1	3	6	1	6	3	2	0	4	1				
		3	0	0	1	9	21	12	12	12	0	4	30	1			
		4	0	6	2	8	24	12	5	15	26	7	10	4			
		5	0	2	5	8	5	3	7	8	5						
		6	3	1	3	3	11	3	12	1	0	0					
May. 26	DP50	1	0	0	8	2	20	13	20	19	9	10	27	4	14		
		2	0	0	3	5	3	26	14	14	23	11	13				
		3	0	0	0	9	4	1	14	4	12	27	2	8	9	4	
		4	0	0	7	2	5	4	11	12	6	11	4			1	
		5	0	7	4	27	13	11	48	12		21	7	30			
		6	0	2	0	1	10	11	10	3	11	13	14		3		
	SV453	1	0	6	17	5	45	67		152	36	154	102	18			
		2	0	3	7	20	23	11	37	21	14		7	12			
		3	0	0	6	12	4	14	1	48	57	10	25	14	4	9	
		4	0	1	4	2	0	3	24	22	28	10	8	12	18	20	
		5	0	1	6	21	16	12	36	41	5	85	38	34		11	

		6	0	4	3	6	8	12	19	10	11	31	17	17			
Jun. 20	DP50	1	8	2	5	9	13	4	2	11	16	9	18	3	12	7	
		2	0	3	5	2	4	1	3	10	18	5	7	10	5	14	20
		3	0	2	1	3	0	6	4	2	10	8	8	26	5		
		4	0	1	0		3	2	9	3	10	25	25	50	15	40	
		5	40	27	70	45	8	15	40	55	115	30		88	40	5	40
		6	0	1	2	0	1	4	7	7	23	2	21	20	15	8	14
	SV453	1	10	15	5	6	3	12	34	22	18	40	11	4	16	10	21
		2	10	14	7	21	12	6	7	5	14			5			
		3	1	3	8	10	1	4	8	6	9	20	12	4			
		4	10	30	35	16	50	15	55	20		35	65				
		5	3	40	35	65	40		14	20	12	38					
		6	0	3	18	3	1	4		4	17	14	3	13	11	29	22
Jul. 7	DP50	1	55	50	110	150	80	30		105		50	115	55	100		
		2	50	350	50	300	100	150			300	150	50	250	200	120	190
		3	1	4	50	60	50	150	60	30	90	80		75	100		
		4	1	3	8		11	16	10	36	26	23		24			
		5	3	7	34	44	47	58	69	56	52	54	48	51	56		
		6	4	6	14	3	11	13	16	12	13	17	15	18	22	21	26
	SV453	1	3	200	180	300	600	450	650	300	580	250		120			
		2	10	250	400	450	300	300	150		70	80					
		3	1	32	3	12	18	40	18	30		12	10	8			
		4	12	52	54	43	38	48		36	29	32	41	44	46		
		5	1	13	49	63	72	81	67	74	85	92	98	96		89	
		6	1	3	13	6	8	32	35	29	22		24	18	24	27	

Cuadro 4. Distribución vertical de adultos en la planta de algodónero, datos combinados de las variedades Deltapine 50 y Stoneville 453, Weslaco, Texas, 1996.

Fecha	Nudo	N	Media	CV x100	Prop.	Fecha	Hoja	n	Media	CV x100	Prop.
Abr. 27	1	24	0.33	228.42	0.06	May. 12	1	12	0.25	346.41	0.01
	2	24	2.04	120.39	0.37		2	12	1.17	145.43	0.03
	3	24	1.54	188.36	0.28		3	12	1.75	81.27	0.04
	4	24	0.83	182.73	0.15		4	12	3.42	100.20	0.07
	5	23	0.26	237.36	0.05		5	12	7.17	110.33	0.16
	6	23	0.30	154.58	0.06		6	12	5.50	74.16	0.12
	7	18	0.17	230.09	0.03		7	12	5.42	76.91	0.12
	8	9	0.00		0.00		8	12	4.50	111.92	0.10
	9	0					9	11	6.18	152.06	0.13

	10	0					10	11	3.55	100.41	0.08	
	11	0					11	8	5.25	201.26	0.11	
	12	0					12	7	2.00	64.55	0.04	
Fecha	Hoja	N	Media	CV x100	Prop.		Fecha	Hoja	n	Media	CV x100	Prop.
May. 26	1	12	0.00	.	0.00		Jun. 20	1	12	6.83	165.90	0.04
	2	12	2.00	124.32	0.01			2	12	11.75	115.62	0.06
	3	12	5.42	82.73	0.03			3	12	15.92	131.61	0.09
	4	12	9.33	94.11	0.05			4	11	16.36	125.84	0.09
	5	12	12.58	99.05	0.07			5	12	11.33	145.05	0.06
	6	12	15.42	113.28	0.08			6	11	6.64	75.42	0.04
	7	11	21.27	65.51	0.11			7	11	16.64	107.60	0.09
	8	12	29.83	136.73	0.16			8	12	13.75	107.43	0.07
	9	11	19.27	81.98	0.10			9	11	23.82	128.23	0.13
	10	11	34.82	129.87	0.18			10	11	20.55	67.46	0.11
	11	12	22.00	124.33	0.12			11	9	18.89	98.88	0.10
	12	9	16.56	59.11	0.09			12	9	24.22	116.31	0.13
Fecha	Hoja	N	Media	CV x100	Prop.							
Jul. 7	1	12	11.83	163.70	0.01							
	2	12	80.83	145.95	0.08							
	3	12	80.42	139.69	0.08							
	4	11	130.09	116.68	0.12							
	5	12	111.25	155.65	0.11							

	6	12	114.00	117.61	0.11							
	7	9	119.44	170.39	0.11							
	8	10	70.80	119.93	0.07							
	9	10	126.70	141.91	0.12							
	10	11	76.36	92.15	0.07							
	11	8	50.13	75.84	0.05							
	12	11	69.00	100.64	0.07							

Cuadro 5. Valores estadísticos de la disposición espacial de adultos de la MBHP en la variedad Deltapine de algodónero, Weslaco, Texas, 1996.

Estadísticos	Fecha de muestreo				
	27-Abr	12-May	26-May	20-Jun	7-Jul
HOJAS JOVENES (NUDOS 1-5)					
N	59.00	30.00	30.00	29.00	29.00
Media	0.42	0.97	4.40	8.79	57.10
Ln (media)	-0.86	-0.03	1.48	2.17	4.04
Varianza	1.35	2.45	40.46	267.96	6928.95
Ln (varianza)	0.30	0.89	3.70	5.59	8.84
Hojas inf. (>0)	13.00	14.00	18.00	22.00	29.00
Prop. Hoj. Inf.	0.22	0.47	0.60	0.76	1.00
Rel. var/media	3.19	2.53	9.19	30.47	121.34
HOJAS MEDIANAS (NUDOS 6-10)					
	27-Abr	12-May	26-May	20-Jun	7-Jul
N	25.00	29.00	29.00	30.00	26.00
Media	0.16	3.79	13.83	15.20	64.08
Ln (media)	-1.83	1.33	2.63	2.72	4.16
Varianza	0.14	23.67	83.50	505.75	4197.51
Ln (varianza)	-1.97	3.16	4.42	6.23	8.34
Hojas inf. (>0)	4.00	26.00	29.00	30.00	26.00
Prop. Hoj. Inf.	0.16	0.90	1.00	1.00	1.00
Rel. var/media	0.88	6.24	6.04	33.27	65.51
HOJAS MADURAS (NUDOS 11-15)					
	27-Abr	12-May	26-May	20-Jun	7-Jul
N		10.00	14.00	25.00	19.00
Media		1.00	10.00	20.64	80.84
Ln (media)		0.00	2.30	3.03	4.39
Varianza		1.33	80.46	360.66	4664.92
Ln (varianza)		0.29	4.39	5.89	8.45
Hojas inf. (>0)		5.00	14.00	25.00	19.00
Prop. Hoj. Inf.		0.50	1.00	1.00	1.00
Rel. var/media		1.33	8.05	17.47	57.70

Cuadro 6. Tamaños de muestra estimados para adultos de la MBHP en dos variedades de algodónero, mediante la ley de poder de Taylor.

MEDIA (adultos/hoja)	STONEVILLE 453		DELTAPINE 50	
	C = 0.1	C=0.2	C = 0.1	C=0.2
1	211	53	284	71
2	188	47	234	58
3	176	44	209	52
4	168	42	193	48
5	162	41	181	45
6	157	39	172	43
7	153	38	165	41
8	150	38	159	40
9	147	37	153	38
10	145	36	149	37

Cuadro 7. Datos de proporción de hojas infestadas (P), promedio de adultos por hoja (m) y valores transformados para efectuar el análisis de regresión.

P	m	1-P	ln(1-P)	(-ln(1-P))	ln(-ln(1-P))	ln(m)
0.22	0.42	0.78	-0.25	0.25	-1.39	-0.87
0.47	0.97	0.53	-0.63	0.63	-0.45	-0.03
0.60	4.40	0.40	-0.92	0.92	-0.09	1.48
0.76	8.79	0.24	-1.43	1.43	0.36	2.17
0.16	0.16	0.84	-0.17	0.17	-1.75	-1.83
0.90	3.79	0.10	-2.30	2.30	0.83	1.33
0.50	1.00	0.50	-0.69	0.69	-0.37	0.00

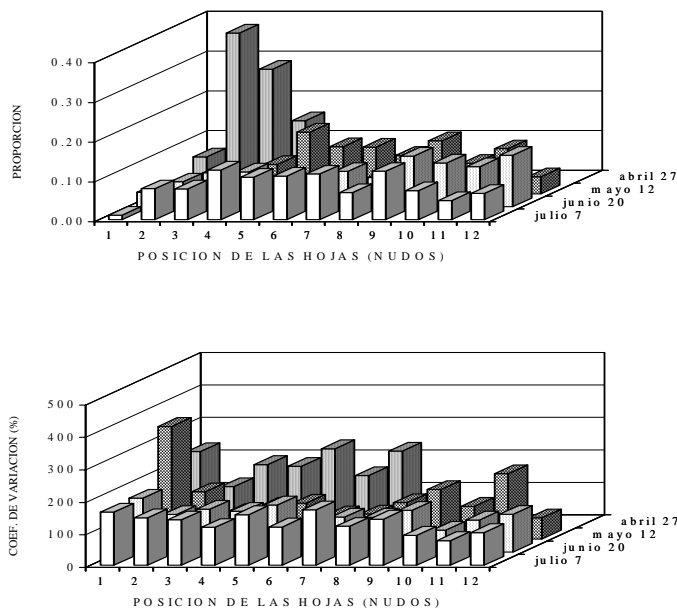


Figura 3. Distribución vertical de adultos de *B. argentifolii* en algodónero.

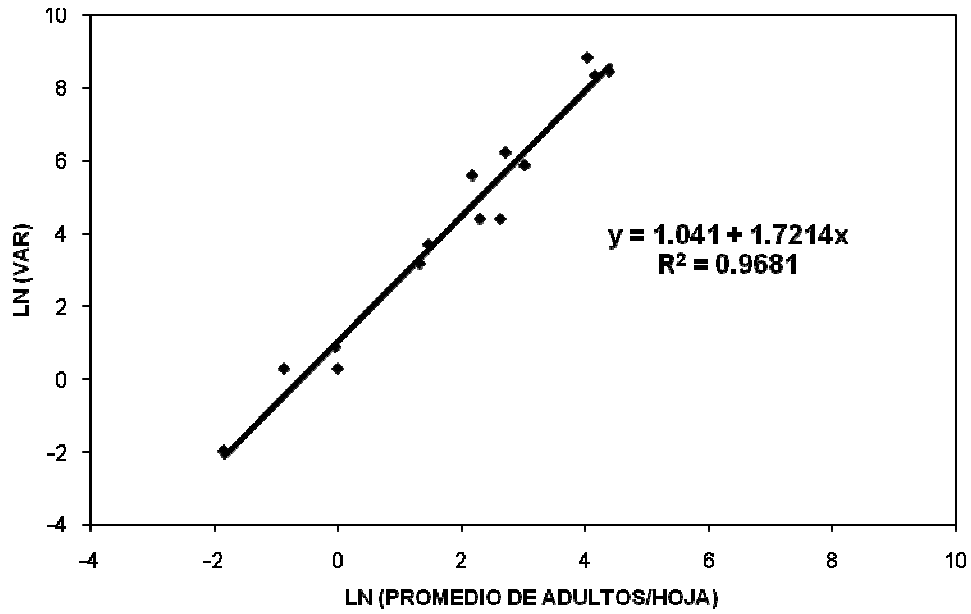


Figura 4. Regresión entre ln (media) y ln (varianza) de adultos de la MBHP en algodónero, variedad Deltapine 50, combinando los datos de hojas jóvenes, medianas y maduras, con base en la ley de poder de Taylor.

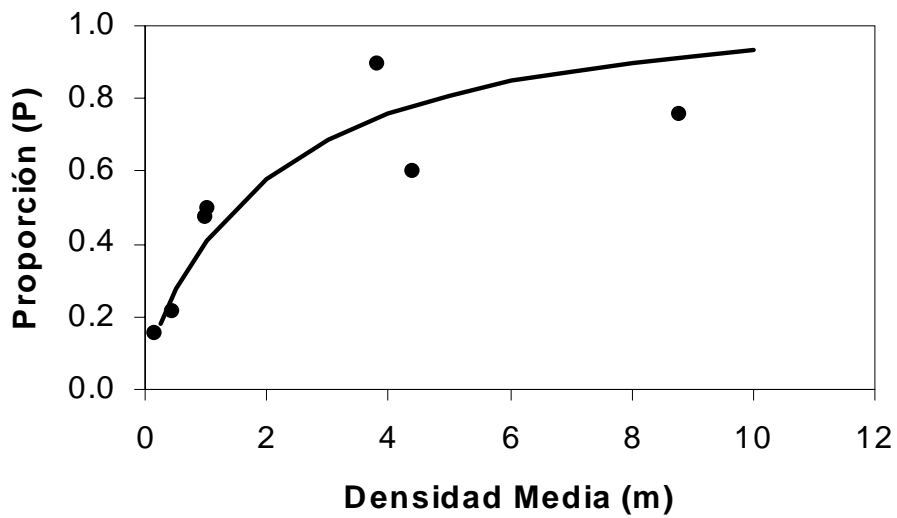


Figura 5. Relación entre la densidad media y la proporción de hojas infestadas por adultos de la MBHP en algodónero, variedad Deltapine 50, combinando los datos de hojas jóvenes, medianas y maduras.

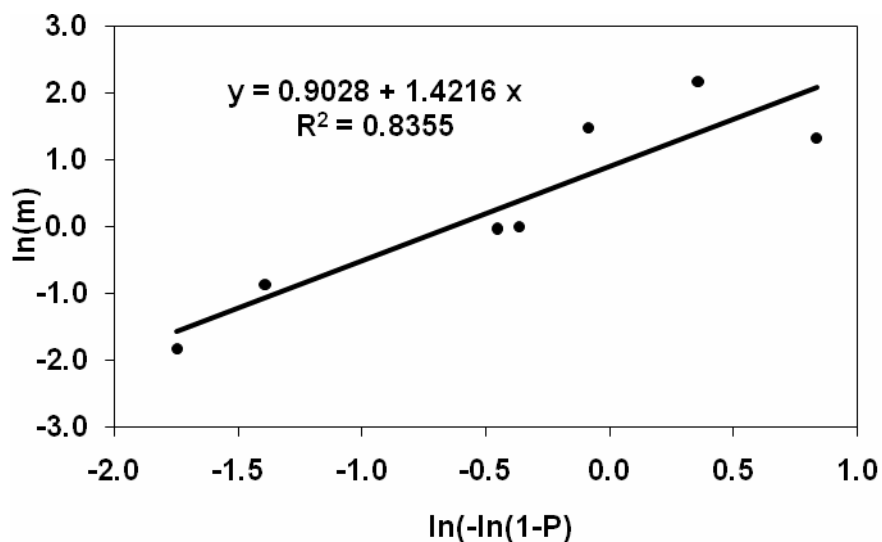


Figura 6. Regresión entre los valores transformados de proporción de hojas infestadas (P) y de la densidad media (m).

Combate de la plaga.

En caso de detectar poblaciones altas de *Paratrioza* es importante acudir a un técnico de la Junta Local de Sanidad Vegetal o bien asistir a sus oficinas para definir acciones a implementar. Como fase de combate se recomienda la utilización de soluciones jabonosas, aspersion de repelentes (extractos vegetales de Neem y de ajo), aplicar insecticidas minerales (aceites, cal hidratada), liberación masiva de crisopas, eliminar plantas con fitoplasma al observar los primeros síntomas (enterrarlas), y emplear insecticidas químicos.

Importante destruir las socas.

Las socas de cultivos hospederos de la *Paratrioza* funcionan como reservorios de la plaga y de fitoplasmas que después invaden y afectan a otros cultivos, es por ello que se recomienda a los productores destruir las socas. Un cultivo que ya terminó su fase de producción de preferencia no debe durar en pie más de 7 días, de lo contrario es recomendable asperjarlo con un insecticida de contacto contra la plaga y un herbicida desecante (Nava, 1998).

En el manejo integrado de plagas, el control químico debe ser la última medida a implementar y su empleo debe basarse en la clasificación de grupos toxicológicos de insecticidas. Para manejar la resistencia que no presenten resistencia cruzada para el control de las infestaciones y de preferencia no iniciar con aspersiones de piretroides.

No existe un umbral de acción definido para la aplicación de insecticidas químicos para el pulgón saltador, pero por su papel como transmisor de fitoplasmas, se recomienda utilizar los insecticidas biorracionales al detectar su presencia (de preferencia por la tarde) y sólo utilizar los insecticidas químicos en caso de no evitar la colonización del cultivo y observar las primeras plantas enfermas.

ALTERNATIVAS DE CONTROL

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

UMBRAL ECONÓMICO

Cuando se capture un individuo o más por 100 redadas es recomendable comenzar el tratamiento con plaguicidas, se requiere de cuatro a cinco aplicaciones con intervalos de unas dos semanas entre una y otra cuando las infestaciones son masivas (Davison y Lyon, 1992).

ANTECEDENTES

No existen umbrales económicos o de acción para tomar decisiones de control del psílido del tomate. La información existente sobre la interacción vector-enfermedad-hospedante se menciona a continuación.

Papa. En California se reporta que densidades de 3 a 5 ninfas por planta son capaces de producir síntomas iniciales del “amarillamiento por el psílido”, pero que se requieren ≥ 15 ninfas por planta para producir síntomas severos.

Poblaciones relativamente bajas antes o durante el inicio de la formación de los tubérculos afectan la producción significativamente, pero una vez que los tubérculos se han formado las plantas toleran el daño. En esta región se han reportado pérdidas de rendimiento del 20 al 50%. También se reporta que los tubérculos producidos por plantas enfermas brotan prematuramente bajo almacenaje y no son adecuados para su uso como semilla. Se indica que la alimentación por los adultos tiene poco o ningún efecto en cualquier época del desarrollo del cultivo.

Tomate. En el Bajío se determinaron las relaciones entre la edad de la planta en unidades calor y la incidencia de la enfermedad, así como entre la etapa fenológica de infección del permanente y el rendimiento de plantas individuales de tomate (cultivar Hayslip). Con base en esta información se determinó que el período crítico de infección se ubica entre la quinta y sexta floración, correspondientes entre las 630 y 710 unidades calor (temperatura base de 10 °C) acumuladas a partir del trasplante, respectivamente. También se determinó que un control eficiente del vector debe generar los siguientes niveles de incidencia de la enfermedad: 5, 10, 15, 20, 25 y 30 % de plantas enfermas durante la primera, segunda, tercera, cuarta, quinta y sexta floración, respectivamente (Nava y Cano, 2000).

En La Comarca Lagunera, durante 1997, se determinaron las densidades de adultos del Psílido del tomate en trampas amarillas pegajosas, la incidencia de plantas enfermas, la producción y calidad de los frutos en tres fechas de trasplante (11 de marzo, 10 de abril y 8 de mayo) de

tomate, variedad Río Grande. Los promedios de capturas de adultos por trampa y los porcentajes de plantas enfermas se redujeron, mientras que el rendimiento y la calidad de los frutos tendieron a incrementarse a medida que se trasplantó el cultivo más tarde.

Cuadro 8. Densidades de adultos del psílido del tomate, incidencia de plantas enfermas, rendimiento y calidad de frutos en tres fechas de trasplante de tomate. CELALA, 1997.

Fecha de trasplante	Adultos por trampa (media)	Plantas enfermas (%)	Rendimiento (Kg/ha)	Tamaño fruto (cm)	
				Largo	Diámetro
Marzo 11	3.0	57.0	19.7	5.73	4.17
Abril 10	2.2	29.2	28.7	6.14	4.56
Mayo 8	1.4	11.0	23.6	6.54	5.27

Las figuras 7 y 8 muestran las capturas acumuladas de adultos del Psílido del tomate y los porcentajes de plantas enfermas en una fecha de trasplante temprana (marzo 11) de tomate. Se puede observar que el porcentaje de plantas enfermas fue superior al 30% desde los 63 días después del trasplante y fue causado por alrededor de 10 psílicos capturados en las trampas. En esta fecha de trasplante se presentó una incidencia máxima de la enfermedad del 57%.

Las figuras 9 y 10 corresponden a una fecha de trasplante intermedia (abril 10) de tomate. En esta fecha de trasplante se presentó una incidencia máxima de la enfermedad del 29%.

Las figuras 11 y 12 muestran las infestaciones del psílido y la incidencia del permanente en una fecha de trasplante tardía (mayo 8) de tomate. Se observa que el período de muestreo fue insuficiente, por lo que los datos son poco confiables. Sin embargo, se puede apreciar una baja infestación de la plaga y un porcentaje reducido de plantas enfermas en comparación con las fechas de trasplante previas.

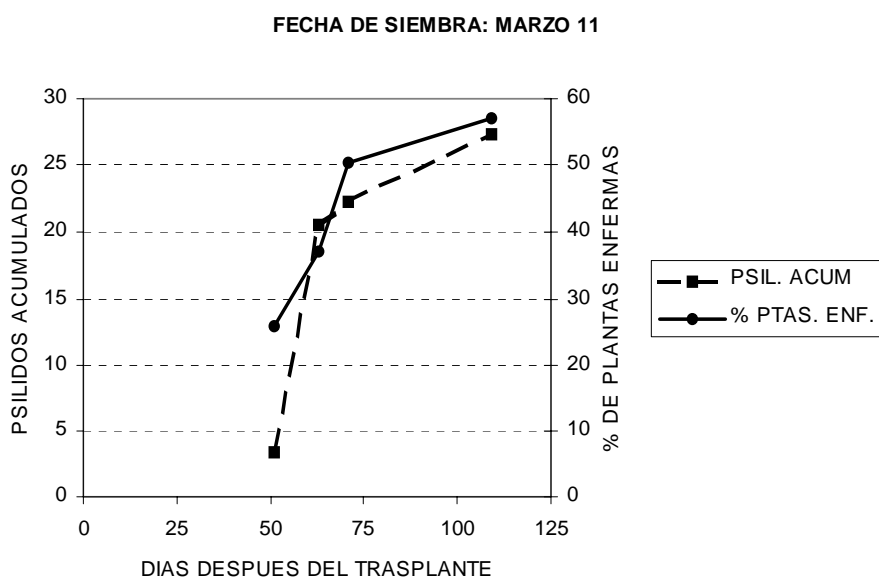


Figura 7. Densidad acumulada de psílidos por trampa amarilla e incidencia del permanente del tomate, en siembra temprana. CELALA, 1997.

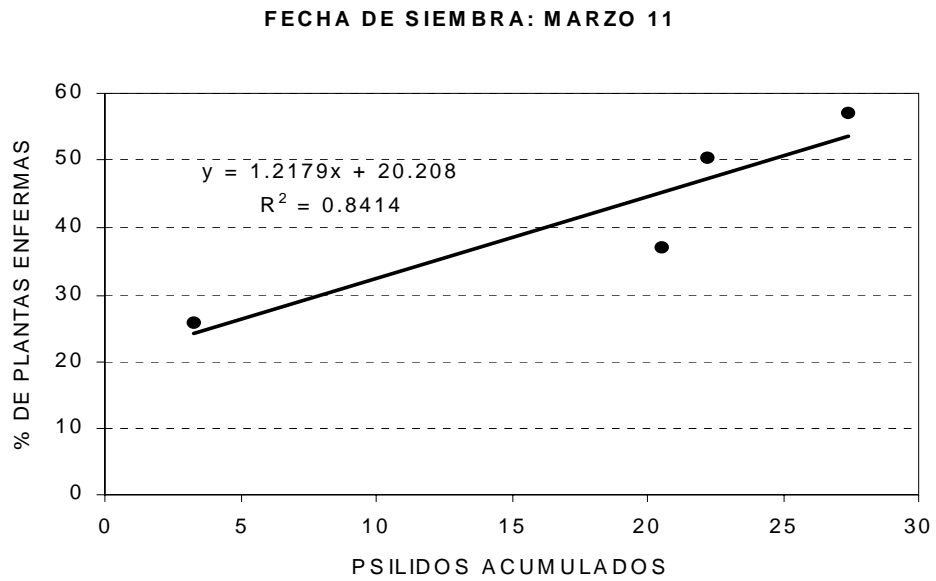


Figura 8. Relación entre la densidad acumulada de psílidos por trampa amarilla e incidencia del permanente del tomate, en siembra temprana. CELALA, 1997.

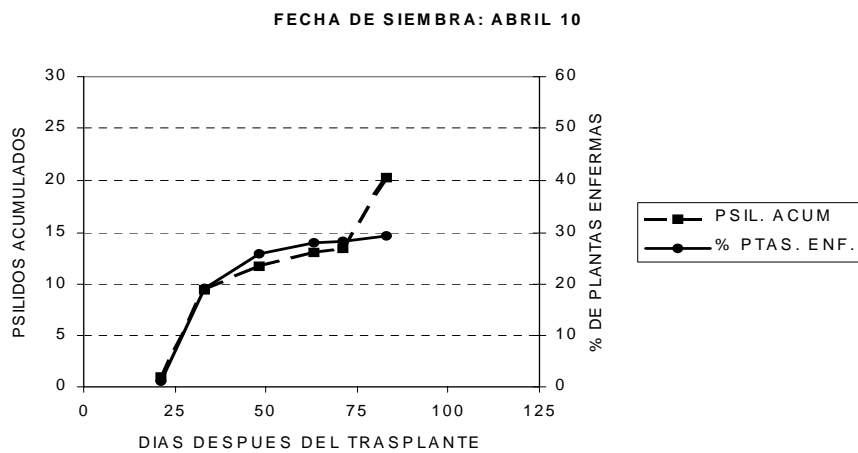


Figura 9. Densidad acumulada de psílidos por trampa amarilla e incidencia del permanente del tomate, en siembra intermedia. CELALA, 1997.

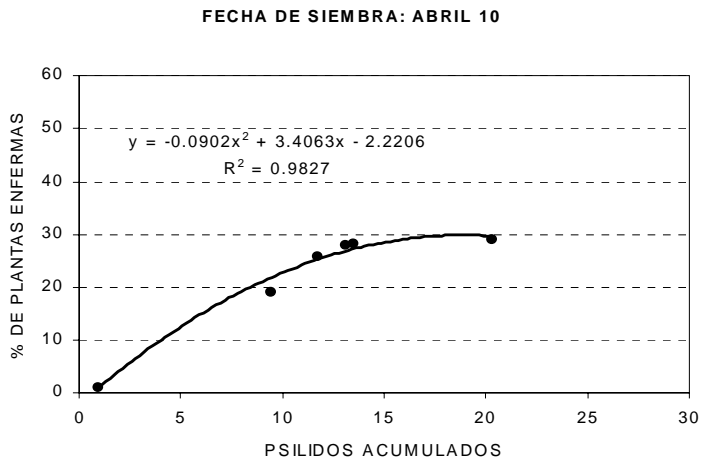


Figura 10. Relación entre la densidad acumulada de psíidos por trampa amarilla e incidencia del permanente del tomate, en siembra intermedia. CELALA, 1997.

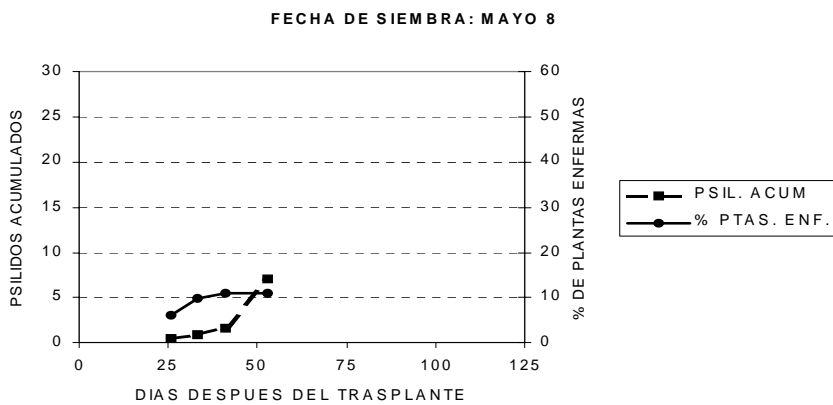


Figura 11. Densidad acumulada de psíidos por trampa amarilla e incidencia del permanente del tomate, en siembra tardía. CELALA, 1997.

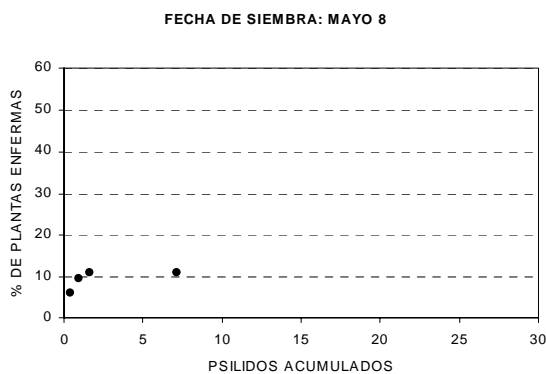


Figura 12. Relación entre la densidad acumulada de psíidos por trampa amarilla e incidencia del permanente del tomate, en siembra tardía. CELALA, 1997.

METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE UMBRALES ECONÓMICOS

A continuación se describe una metodología sencilla utilizada para la MBHP en melón y que servirá de ejemplo para entrenar a los participantes del taller en la evaluación de umbrales económicos o de acción para el Psílido del tomate:

Metodología. El experimento se estableció durante 1997, en un lote de melón, variedad Cruiser, en los terrenos del CELALA. La siembra se efectuó el 18 de abril en camas de 1.80 m con una sola hilera de plantas y la separación entre plantas fue de 25 cm. El Cuadro 9 muestra los umbrales económicos evaluados, número y fechas de aplicaciones de insecticidas. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. La parcela experimental fue de cuatro camas de 1.8 m de ancho por 10 m de largo (72 m²). La parcela útil para efectuar los muestreos de mosquita blanca y para la estimación de rendimiento y calidad de fruto consistió de las dos camas centrales. Las aplicaciones de insecticidas se efectuaron con una aspersora motorizada de mochila, la cual se calibró para asperjar 250 L de agua/ha. En todas las aplicaciones se utilizó la mezcla de endosulfán (2.0 L/ha) + amitraz (1.0 L/ha). Las variables evaluadas fueron densidad de adultos y ninfas de mosquitas blancas y rendimiento de frutos. Para estimar la densidad de adultos de mosquitas blancas se efectuaron muestreos el 17 y 25 de junio y el 1, 4, 8 y 15 de julio. Las ninfas se muestrearon el 27 de junio y el 4, 11 y 18 de julio. El muestreo de adultos consistió en revisar 10 hojas del 5^o. Nudo al azar por parcela experimental. El muestreo de ninfas

consistió en revisar una área foliar de 5 cm² en cada hoja en 10 hojas del 10°. Nudo tomadas al azar por parcela experimental. Se realizaron análisis de varianza (ANDVA) para determinar diferencias significativas en las densidades de adultos y ninfas de mosquita blanca, rendimiento y calidad de fruto entre tratamientos de umbrales económicos y fechas de muestreo. Todos los datos de densidades de mosquitas blancas fueron transformados mediante $\ln(x + 1)$ antes de los análisis estadísticos. Cuando el ANDVA arrojó diferencias significativas, se procedió a la separación de medias para umbrales económicos y fechas de muestreo mediante la prueba de DMS ($p \leq 0.05$).

Resultados. Se detectaron diferencias significativas entre tratamientos de umbrales económicos para el rendimiento comercial de melón ($P < 0.01$); por lo que la producción de melón fue afectada por la plaga. Al incrementarse el umbral económico y, por lo tanto, la densidad promedio de mosquitas blancas, se observó una reducción del rendimiento comercial de melón. Un umbral económico de 2.4 adultos por hoja dio lugar a una densidad promedio de 9.8 adultos por hoja durante el ciclo del cultivo y produjo el rendimiento más elevado, 40.1 t/ha, el cual fue superior en 13.1 t/ha al rendimiento del testigo sin tratar. Un umbral económico de 8.4 adultos por hoja generó una densidad promedio de 13.8 adultos por hoja y produjo un rendimiento de 31.7 t/ha, lo que resultó en una reducción de 8.4 t/ha de melón en relación al umbral económico más bajo. Los rendimientos obtenidos con umbrales económicos de 8.4, 18.9 y 28.6 adultos por hoja, así como con el testigo sin tratar fueron estadísticamente iguales (Cuadro 10).

Aunque en el testigo sin tratar la pérdida de producción fue significativa con respecto al mejor tratamiento (umbral económico de 2.4 adultos por hoja), se considera que la producción no fue severamente afectada debido básicamente a que el cultivo escapó al daño de la plaga durante la mayor parte de su ciclo. En el presente estudio dicho escape se debió a la fecha de siembra (18 de abril), pero también puede darse escape del cultivo a la plaga por el método de siembra. Los resultados del presente estudio indican que el control químico de la plaga debe basarse en un umbral económico de 2.4 adultos por hoja, en promedio. Este resultado concuerda con la recomendación de un umbral económico de 3 adultos por hoja para Arizona (Riley y Palumbo, 1995a, b). Tomando como base este umbral económico, el costo del control químico (6.0 aplicaciones) fue de \$1,800.00, considerando un costo promedio de \$ 300.00 por aplicación, y el valor de la producción obtenida por arriba del testigo sin tratar (13.1 t/ha) fue de \$19,650.00, considerando un costo promedio de \$1.5 por kg de melón. Por lo tanto, la utilidad neta fue de \$17,850.00 con un umbral de 2.4 adultos por hoja.

Cuadro 9. Umbrales económicos evaluados, número y fechas de aplicaciones de insecticidas contra la MBHP en melón. CELALA, 1997.

Umbral económico (Adultos por hoja)	Número de aplicaciones	Fechas de aplicación					
		junio		julio			
		17	25	1	4	8	15
2.4	6	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8.4	4		✓	✓		✓	✓
18.9	3			✓		✓	✓
28.6	3				✓	✓	✓
Testigo sin tratar	0						

Cuadro 10. Niveles de infestación de la MBHP y rendimientos de melón en diferentes umbrales económicos. CELALA, 1997.

Umbral económico (Adultos/hoja)	Número de Aplicaciones	Adultos por hoja (promedio)	Ninfas por 5 cm ² (promedio)	Rendimiento (Kg / ha)
2.4	6	9.8 d ^a	0.3 c	40,135 a
8.4	4	13.8 c	0.7 c	31,747 b
18.9	3	17.8 b	3.8 b	28,310 b
28.6	3	17.8 b	3.6 b	28,587 b
Testigo sin tratar	0	24.5 a	7.3 a	28,796 b
CV x 100		29.6	132.6	13.33

Medias de tratamientos con las mismas letras no son significativamente diferentes (DMS, $p \leq 0.05$).

CONTROL CULTURAL.

Hartaman (1937) señala que los plantíos de papa en etapa temprana son severamente dañados por el psílido del tomate, mientras que los tardíos son menos dañados. Lo anterior indica que es necesario generar información referente al comportamiento del insecto para conocer cuáles son las etapas más susceptibles al ataque de este insecto. Algunos autores señalan que el suelo y la fertilización pueden ayudar a disminuir los daños ocasionados por este insecto: se considera que si una planta se encuentra sana es difícil que sea atacada severamente por las plagas

TRAMPAS.

Dentro de las alternativas se encuentra el uso de trampas de colores para detectar la población de *Paratrioza cockerelli*, con la finalidad de cuantificar la población de insectos; asimismo, se considera que esta alternativa puede ser de gran ayuda, ya que aquellos insectos que se

encuentren adheridos en la trampa no volverán hacer daño en el cultivo hospedante. Los insectos perciben reflejos espaciales que incluyen combinaciones de color (longitud de onda dominante de luz reflejada), brillo (intensidad de luz reflejada percibida) y saturación (pureza espectral de luz reflejada) (Prokopy y Owens, 1983). Para muchos insectos herbívoros, la planta parece ser el estímulo principal de la calidad espectral (particularmente el color y la intensidad). Un número considerable de otras especies de este insecto son atraídos por el color amarillo. Éstos incluyen el Psílido de la pera, *Cacopsylla pyricola* (Foerster), así como muchos otros homópteros (Adams y Los, 1989, Kennedy *et al.*, 1961).

Según Cranshaw, 1994, señala el uso de trampas de colores para la captura de adultos utilizadas en invernaderos, donde indican que las trampas de colores verde lima y naranja neón, así como las amarillas capturan gran cantidad de adultos de *P. cockerelli*.

Cuadro 11. Captura de adultos del Psílido del tomate *Paratrioza cockerelli* (*Sulc*), en trampas de diferentes colores en el cultivo de tomate. 1997. (Al-Jabr, 1999).

Color de la trampa	Adultos/trampa
Neón naranja	88.00 a
Crema	22.90 b
Oro	20.90 b
Rosa	9.30 b
Argente	7.30 b
Blanco	4.96 b
Zarco	4.80 b
Negro	4.80 b
Azul	2.80 b
Magenta	0.10 b

CONTROL BIOLÓGICO

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. Hace muchos años que existen reportes sobre la presencia de enemigos naturales de este insecto. Romney (1939) observó parasitismo en *P. cockerelli* por un himenóptero (*Eulophidae*), *Tetrastichus* sp. Que después fue descrito por B. D. Burks como *T. triozae* (Pletsch, 1947).

Johnson (1971) después de haber realizado numerosas observaciones de campo concluyó que la avispa era generalmente ineficaz para el control biológico del Psílido del tomate debido a: 1) la falta sincronización entre el Psílido y el parásito, ya que este último aparece al final del ciclo y 2) existe en campo una alta mortalidad de pupas del parásito que asciende de 38-100%. En estudios realizados en el laboratorio indican que esta avispa sólo parasita ninfas del cuarto y quinto instar, considerando que durante los primeros tres instares ya ocasionó daños importantes en los cultivos (Pletsch, 1947).

Compere (1943), en California, señala la avispa parasitaria *Metaphycus psyllidus* Compere (Encyrtidae), atacando al Psílido del tomate *P. cockerelli*, donde refiere que no existe en la literatura información sobre la biología de este parasitoide.

No existen observaciones de campo sobre depredadores del Psílido del tomate (Pletsch, 1947). Knowlton (1933a; 1933b; 1933d; 1934) informó que en un estudio de laboratorio donde utilizó varios depredadores para que se alimentaran de ninfas de psílicos, y fueron los siguientes: adultos y ninfas de *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville, adultos de *H. americana* Crotch, *H. lecontei* Mulsant, *H. quinquesignata* Kirby y *H. tredecimpunctata* (L.). También, *Chrysopa* spp. (*Chrysoperla*), adultos de Nabis, *Nabis ferus* (L.), un syrphido no identificado. Otros fueron: la chinche ojona *Geocoris decoratus*. Por su parte, Knowlton y Janes (1931) reportan tres hemípteros depredadores que se alimentan de adultos del Psílido: *Anthocoris Melanocerus* Reuter, *Deraeocoris brevis* Uhler y *Orius tristicolor* B. White. Entre los depredadores Pletsch (1947) defendió que las catarinitas, la chinche ojona y la crisopa son las más prometedoras.

El uso de La *Chrysoperla carnea* y otras especies es muy importante para el control de plagas sobre todo en invernaderos (New, 1975). En América del Norte se usan dos especies de crisopas y son: *C. carnea* y *C. rufilabris* (Burmeister), y se encuentran ampliamente distribuidas en los Estados Unidos (Hydorn and Whitcomb, 1979); además, otros autores señalan a siete especies (Burke y Martin, 1956).

Chrysoperla carnea y *C. rufilabris* atacan una gran variedad de plagas de insectos incluyendo pulgones, mosquita blanca, chicharritas, huevos y larvas de lepidópteros, etcétera (Hydorn and Whitcomb, 1979). En un estudio realizado sobre *C. carnea* de *C. rufilabris* detectó que la primera

especie deposita mayor cantidad de huevecillos, por lo que se considera el depredador más agresivo (Elkarmi *et al.*, 1987).

Malik (1981) señala que en Arizona se presentan de cinco a seis generaciones de *C. carnea* por año. Mientras que Toschi (1965) indica que en California existen de tres a cinco generaciones por año de *C. carnea*. Malik (1981) indica que los factores que influyen sobre la fluctuación de la población de *C. carnea* son clima, hospedante, enfermedades, parásitos, depredadores y prácticas agrícolas. Él encontró que al haber temperatura alta y fotoperiodo largo incrementa el desarrollo del insecto, mientras que a temperaturas bajas y fotoperiodos cortos el desarrollo de fases inmaduras es lento.

New (1975) señala que los adultos de crisopa se alimentan del néctar y polen y que debido a este hábito, las infestaciones de pulgones y otros homópteros pueden atraerlos.

Cuadro 12. Mortalidad de ninfas del Psílido del tomate, con diferentes formulaciones de *Beauveria bassiana*, en tomate bajo condiciones de invernadero. Fuerte Collins, Co 1998. (Al-Jabr, 1999).

Tratamientos	Dosis	% de mortalidad
BotaniGard WP	23 gr/380 litter	96.4 a
BotaniGard WP and Kinetic	23 gr/380 litter	82.1 a
Naturalis-L 0.5 lb/100 gal	23 gr/380 litter	95.4 a
Naturalis-L and Kinetic 0.5 lb/100 gal	23 gr/380 litter	95.0 a
Testigo	-	23.6 b

CONTROL QUÍMICO

Una de las alternativas para el control de insectos es el método químico, donde responde de forma inmediata, sin embargo, lo interesante de este método es saber utilizarlo para así evitar el incremento de contaminantes en el medio ambiente que tanto daño ocasiona. Existen varios productos que ejercen buenos controles para este insecto (*Paratrioza cockerelli*), los cuales deben de utilizarse adecuadamente para evitar en un futuro que esta especie adquiriera resistencia a estas alternativas de solución. En 1911, se identificó al agente causal del amarillamiento del tomate y para su control se utilizó la cal de azufre, que ocasionó una importante mortalidad de adultos y ninfas; asimismo, se reporta que al utilizarlo las hembras no depositaban los huevecillos (Pletsch, 1947).

Knowlton (1933c) señaló que durante el verano se utilizó aceite, pyrethro, sulfato de nicotina y cianuro de calcio ejerciendo buenos controles para ninfas. Después se evaluaron insecticidas orgánicos sintéticos. Gerhardt y Turley (1961) señalaron que el uso de phorate 10%, aplicado al suelo, fue efectivo y su residualidad fue de 100 días aproximadamente para el control del Psílido del tomate.

Aplicaciones de insecticidas sistémicos como demeton, dimethoato y phorate también fueron efectivas. Cranshaw (1989; 1994) informó que la mayoría de los piretroides y organofosforados proporcionan controles aceptables para este insecto.

Cuadro 13. Mortalidad de ninfas de *Paratrioza cockerelli* en la aplicación de diferentes insecticidas en tomate bajo condiciones de invernadero. Fuerte Collins, Co, 1998. (Al-Jabr, 1999).

Tratamiento	Dosis	Porcentaje de mortalidad		
		25 Nov. (1 DAT)	27 Nov. (3 DAT)	29 Nov. (5 DAT)
BotaniGard ES	0.95 L	4	42	57
BotaniGard ES	1.90 L	25	50	62
BotaniGard ES	3.80 L	0	62	87
Mycotal	23.0 gr	0	0	0
Mycotal	45.0 gr	0	0	2
Mycotal	90.0 gr	0	0	0
Relay	75.0 ml	0	31	42
Relay	150.0 ml	49	47	89
Spintor SC	150.0 ml	62	97	97
Spintor SC	300.0 ml	60	97	100
Testigo	-	0	19	19

En 380 litros de agua

Cuadro 14. Mortalidad de ninfas de *Paratrioza cockerelli* con la aplicación de diferentes insecticidas en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. Fuerte Collins, Co, 1997. (Al-Jabr, 1999).

TRATAMIENTO	DOSIS	PORCENTAJE DE MORTALIDAD		
		26 Jul (1 DAT)	27 Jul (2 DAT)	30 Jul. (5 DAT)
Acetamiprid	0.06 gr*	79	83	93
Azatin XL	480 ml	56	60	80
BotaniGard WP	23 gr	39	60	86
Relay 25W	150 ml	46	52	79
Spintor SC	240 ml	62	67	87
SunSpray	7.6 litter	42	45	63
Trilogy	3.8 litter	46	60	63
TESTIGO	-	17	30	45

En 380 litros de agua.

Cuadro 15. Efecto de diferentes productos disuasivos de la oviposición de *Paratrioza cockerelli* en tomate bajo condiciones de invernadero. Fuerte Collins, Co, 1997. (Al-Jabr, 1999).

Trata- mientos	Dosis	Número de huevecillos/4 hojas				
		19 May. (2DAT)	21 May. (1DAT)	23 May. (3DAT)	26 May. (2DAT)	28 May. (4DAT)
Azatin XL	480 ml	126.3 ab	44.3 a	76.3 a	138.8 a	270.0 ab
Guardian Garlic	38 L	182.5 a	117.0 a	65.3 a	121.5 a	172.3 ab
SunSpray	7.6 L	21.5 b	16.0 a	9.5 a	25.5 a	48.0 b
Trilogy	3.8 L	9.0 b	42.0 a	13.8 a	23.3 a	74.5 b
Testigo	-	113.8 ab	80.5 a	69.5 a	183.0 a	429.3 a

RECOMENDACIONES PARA SU MANEJO

Reducir el uso de plaguicidas

La FAO reporta que “el uso de plaguicidas químicos en la papa está aumentando en los países en desarrollo, conforme los agricultores intensifican la producción y empiezan a cultivar en zonas y temporadas que no son las tradicionales de este cultivo”.

El resultado asegura- es un alarmante nivel de intoxicación por plaguicidas en las comunidades campesinas. “El insecticida que absorbe el suelo muchas veces penetra en los cultivos, se escurre y contamina el suministro de agua”; por ello, el organismo internacional recomienda promover la presencia de depredadores naturales de las plagas; producir variedades mejoradas con mayor resistencia a plagas y enfermedades; sembrar papas de semillas certificadas; producir los tubérculos en rotación con otros cultivos y utilizar composta orgánica para mejorar la calidad del suelo. En ese sentido, los especialistas del INIFAP indican que en México el control biológico de plagas (depredadores naturales) en el cultivo de la papa es muy limitado debido al uso intensivo de plaguicidas desde que se inicia su desarrollo. De ahí que las estrategias se enfoquen al uso de enemigos naturales en áreas como los montes, donde éstos sobreviven cuando no

existen cultivos establecidos. Por otra parte se recomiendan a los productores que utilizan plaguicidas para el control de la *Paratryopa*, hacer uso racional de los insecticidas con el fin de retrasar la resistencia del insecto a los productos químicos, manteniendo así la efectividad de su control mediante ésta técnica.

REVISIÓN DE LITERATURA

- Abernathy, R. L. 1991. The investigations into the nature of the potato psyllid *Paratrioza cockerelli* (Sulc). M. S. Thesis, Colorado. State Univ., Fort Collins 54 pp.
- Adams, R. G. and L. M. Los. 1989. Use of sticky traps and limb jarring to aid in pest management decisions for summer populations of pear psylla (Homoptera: Psyllidae) in Connecticut. J. Econ. Entomol. 82: 1448-1454.
- Al-Jabr, A.M. 1999. Integrated Pest Management of Tomato / Potato Psyllid, *Paratrioza cockerelli* (Sulc) (Homoptera: Psyllidae) with Emphasis on its Importance in Greenhouse Grown Tomatoes. Dr. Thesis. Department of Bioagricultural Sciences and Pest Management Colorado State University. Fort Collins, Colorado. Department of Bioagricultural Sciences and Pest Management.
- Almeyda L., I. H., Sánchez S., J. A., Garzón T., J. A., Zavala Q., T y Rubio C., O. 2002 a. Detección molecular del agente etiológico de la punta morada de la papa. Memoria del XI congreso Nacional de Productores de Papa. León, Guanajuato, México. Pp: 52-57.
- 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., 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. 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, Chihuahua, México. Resumen: C-67.
- Arslan, A., Bessey, P.M., Matsuda, K. and Oebker, N.F. 1985. Physiological effects of psyllis (*Paratrioza cockerelli*) on potato. American Potato Journal 62:9-21.

- Avilés G., M. 1995a. Distribución vertical de la mosquita blanca, *Bemisia tabaci* (Genn.), en tomate (primera etapa). Valle de Culiacán, Sin. 1993. En: Mosquita Blanca en el Noroeste de México, Informe de investigación 1993. Memoria Científica No. 1. CEVY, CIRNO, Obregón, Son. p. 15-16.
- Avilés G., M. 1995b. Distribución vertical de la mosquita blanca, *Bemisia tabaci* (Genn.), en tomate (segunda etapa). Valle de Culiacán, Sin. 1993. En: Mosquita Blanca en el Noroeste de México, Informe de investigación 1993. Memoria Científica No. 1. CEVY, CIRNO, Obregón, Son. p. 16-17.
- Becerra A. Flora 1989. Biología de *Paratrioza cockerelli* (Sulc) y su relación con la enfermedad del "Permanente del tomate" en el Bajío. Tesis de Licenciatura. Univ. Aut. De Qro., Ciencias Químicas. 55 p.
- Beres, M., Zavala S., m., Ríos B., M., Marín J., A., Rocha, R. y Leal K., D. 1998. Etiología y ecología del agente causal de los síndromes bola de hilo y punta morada de la papa en México. Segundo Simposium Internacional de Papa. Toluca edo. de México. Pp: 1-3.
- Borror, D. J.; C. H. Triplehorn and N. F. Jhonson. 1989. An introduction to the study of insects. 6^a ed. Saunders College Publishing. E. U. A.
- Burke, H. R. and D. F. Martin. 1956. The biology of three chrysopid predators of the cotton aphid. J. Econ. Entomol. 49: 498-500.
- Cadena-Hinojosa, M. A. 1974. Estudio sobre La Punta Morada de la Papa. Tesis de Maestría. Centro de Fitopatología. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Edo. De México. 70 p.
- Cadena-Hinojosa, M. A., 1999. Potato purple top in México: III. Effects of plant spacing and insecticide application. Rev. Mex. de Fitop. 17(2): 91-96.
- Compere, H. 1943. A new species of *Metaphycus* parasite on psyllids. Pan Pacif. Entomol. 19: 71-73.
- Cranshaw, W. S. 1989. The Potato/Tomato Psyllid as a vegetable insect pest. Proc. 18 th Ann. Crio. Prot. Inst. Colorado State University. Colorado, U. S. A. pp: 46-76.
- Cranshaw, W. S. 1993. An Annotated Bibliography of Potato/Tomato Psyllid *Paratrioza cockerelli* (Sulc) (Homoptera: Psyllidae). Colorado State University Agricultural Experiment Station Bulletin TB93-5.

- Cranshaw, W. S. 1994. The potato (tomato psyllid, *Paratrioza cockerelli* (Sulc), as a pest of potatoes, pp. 83-95. In G. W. Zehnder, M. L. Powelson, R. K. Hansson, and K. V. Raman [ed.] Advances in Potato pest biology and management, APS Press, St. Paul, Minnesota. Pp 83-95.
- Cranshaw, W. S. 2002. Manejo del Psilido de la Papa y Tomate en los cultivos de papa. Memorias del XI Congreso Nacional de Productores de Papa. Septiembre 26-28, 2002. León, Guanajuato, México. Pp: 46-51.
- Daniels, L.B. 1934. The tomato psyllid and the control of psyllid yellows of the potatoes. Colorado Agricultural College. Bulletin 410. June.
- Daniels, L.B. 1954. La naturaleza de la condición toxigenicos resultantes de la alimentación de la base de tomate psyllid *Paratrioza cockerelli* (SULL). Ph.D. tesis, Univ. Minnesota 119 pp.
- Davison, R.H y W. Lyon, F. 1992. Plagas de insectos agrícolas y del jardín. Editorial LIMUSA, México, D.F. pp 350.
- Delgadillo, S. F., Cárdenas, S. E., Valdominos, G., García, R. Q., Nieto, D. A., y Garzón, T. J. A., 1999. Alteraciones histológicas causadas por fitoplasmas asociados al "permanente" del jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Guanajuato. Resúmenes del XXVI Congreso de La Sociedad Mexicana de Fitopatología y X Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Guadalajara, Jal., México p 320.
- Díaz, G. O., E. I. Tejeda M., y A. L. Avalos. 2005. Efecto de insecticidas biorracionales y mezclas de hongos sobre *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Homoptera: Psyllidae). Entomología Mex. 5: 539-541.
- Doi, M. T., Yora, K. And Asuyama, H., 1967. Mycoplasma or PLT group like organisms found in the phloem elements of plant infected with mulberry dwarf, potato witches broom, aster yellows, or paulownia witches broom. Annals of the phytopathological Society of Japan 33: 259-266.
- Elkarmi, L. A., M. K. Harris and R. K. Morrison. 1987. Laboratory rearing of *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister), a predator of pest insects of pecan. Southwest. Entomol. 12: 73-78.
- Eyers, J. R. 1937. Physiology of psyllid yellows of potatoes. J. Econ. Ent. 30: 891-898.
- Ferguson, G.E. Banks, H. Fraser. 2001. Potato Psyllid. A New Pest in Greenhouse Tomatoes and Peppers. <http://www.ipm.ucdavis.edu/pmg/rg0730081.1.html>.

- García, R., J. y Rodríguez, R. 1998. Transmisión y control de la enfermedad punta morada de la papa. Memorias en Segundo Simposium Internacional de Papa. Toluca, edo. De México. 135 p.
- Garzón, T., J. A. 1984. Enfermedad del “permanente del jitomate” (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Celaya, Gto. XI Congreso Nacional de Fitopatología. San Luis Potosí, S. L. P., Resúmenes Soc. Mex. Fitopatología A. C. p. 138.
- Garzon T., J. A. 1986. Determinación del insecto vector de a enfermedad del tipo viral “permanente del jitomate” en la región del Bajío. Memoria del XIII Congreso Nacional de Fitopatología. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Resumen: 30.
- 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. 2003. El pulgón Saltador o La Paratrioza, una amenaza para la horticultura de Sinaloa. *In*: Memoria del Taller sobre *Paratrioza cockerelli* Sulc. Como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Culiacán, Sinaloa. México. Pp: 9-12.
- Garzón T., J. A. Bujanos M., R., Velarde F., S., Marín J., A., Pargga T., v. M. C., Almeyda L., I. H., Sanchez S., J. A., Martínez C., J. L. y Garzón C., J. A. 2004. *Bactericera* (*Paratrioza*) *cockerelli* Sulc, vector de fitoplasmas en México. Memorias de Simposio Punta Morada de la Papa. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. Pp 64-83.
- Garzón, T. J. A., J. A. Garzón-Ceballos, S. Velarde-Félix, A. Marín-Jarillo, y O. G. Cárdenas-Valenzuela. 2005. Ensayos de transmisión del fitoplasma asociado al “Permanente del tomate” por el psílido *Bactericera cockerelli* Sulc., en México. *Entomología Mex.* (4). México. Pp: 672-675.
- Garzón T. J.A., Bujanos-Muñiz R y Marin-Jarillo A. 2007. Manejo Integrado de la Paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc). INIFAP, Campo experimental Valle de Culiacán, Culiacán, Sin., México, Folleto para Productores No 54 24p.
- Gerhardt, P. D. and D. L. Turley. 1961. Control of certain potato insects in Arizona with soil applications of granulated phorate. *J. Econ. Entomol.* 54: 1217-1221.

- Gonzales E., a, y Fernández r., J. 1998. Estudios para el establecimiento del manejo integrado de insectos vectores en el cultivo de papa en Coahuila y Nuevo León. Memorias del segundo simposium Internacional de Papa. Toluca edo. De México. 135 pp.
- Granett, A. L. and Provvidenti, R., 1974. Tomato big-bud in New York State. Plant Dis. Rep. 58:211-214.
- Hartaman, G. 1937. A study of psyllids yellows. Wyoming Agricultural Experiment Station. Bulletin 220. May.
- <http://www.senado.gob.mx/gace.php?sesion=2008/06/17/1&documento=52>
- Hydorn, S. B. and W. H. Whitcomb. 1979. Effects of larval diet on *Chrysopa rufilabris*. Florida Entomol. 62: 293-298.
- INIFAP. 2001. Programa Nacional de Papa. SAGAR-INIFAP. Toluca, Edo.de México. 16 p.
- Janes, M. J. 1939. Observations on the potato psyllid in southwest Texas. J. Econ. Entomol. 32: 468.
- Johnson, S. A. 1971. The effectiveness of *Tetrastichus triozae* Burks (Hymenoptera: Eulophidae) as a biological control agent of *Paratrioza cockerelli* (Sulc.) (Homoptera: Psyllidae) in north central Colorado. M.S. Thesis, CO. State. Univ., Fort Collins 45 pp.
- Jones, B. J., Jones, P. J., Stall, E. R. And Zitter, A. T., 1991. Compendium of tomato diseases. The American Phytopathological Society.73p.
- Kennedy, J. S., C. O. Booth and W. J. S. Kershaw. 1961. Host finding by aphids in the field III. Visual attraction. Ann. Appl. Biol. 49: 1-21.
- Knowlton, G. F. & Janes, M. J. 1931. Studies on the biology of *Paratrioza cockerelli* (Sulc). Ann. Entomol. Of America Soc. 24:283-291.
- Knowlton, G. F. 1933a. Aphis lion predators of the potato psyllid. J. Econ. Entomol. 26: 977.
- Knowlton, G. F. 1933b. Ladybird beetles as predators of the potato psyllid. Can. Entomol. 65: 241-243.
- Knowlton, G. F. 1933c. Notes on injurious Utah insects: Potato psyllid. Proc. Utah Acad. Sci. 10: 153

- Knowlton, G.F. and Wylie, L.T. 1934. Host plants of the potato psyllid. Utah Agricultural Experiment Station, Logan, Utah. Jour. Econ. Ent. 27:547.
- Leach, J.G. 1940. Insects and virus diseases. Insect transmission of plant diseases. Mc. Graw-Hill. Book Co. New York. p. 141-146.
- Leach, J.G. and Bishop, C. F., 1944. Further studies on the nature and cause of purple top wilt of potatoes. Phytopatology 34: 1006-1007.
- Leyva L., N. E. y Martínez S., J. P. 2001^a. PCR "nested" o anidado en la detección molecular de fitoplasmas relacionados con la puta morada de la papa. In: Sociedad Mexicana de Fitopatología (ed.). Memorias del curso: Fitopatología Molecular. Queretaro, Qro. P. 1-18.
- List, G. M., and L. B. Daniels. 1934. A promising control for psyllid yellows of potatoes. Science: 79: 79.
- List, G. M. 1939. The effect of the temperature upon egg the position, egg hatch and nymphal development of *Paratrioza cockerelli* (Sulc). Jour. Econ. Entomol. 32:30-36.
- List, G. M. 1939a. The effect of temperature upon egg deposition, egg hatch, and nymphal development of *Paratrioza cockerelli* (Sulc). J. Econ. Entomol. 32: 30-36.
- List, G. M. 1939b. The potato and tomato psyllid and its control on tomatoes. CO. Agric. Expt. Sta. Bull. 454: 33pp.
- Liu, D., and J. T. Trumble. 2006. Ovipositional preferences, damage thresholds, and detection of the tomato-potato psyllid *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) on selected tomato accessions. Bull. Entomol. Res. 96: 197-204.
- Malik, M. Y. 1981. Bionomics of the green lacewing *Chrysopa carnea* (Stephens) (Chrysopidae: Neuroptera) in Arizona. Ph.D. Dissertation, Univ. Of Arizona., Tucson, Arizona. 66 pp.
- Mario Steta, Empresa Agros de México, comunicación personal, 2001.
- Monreal-Vargas, C. T. 2005. Desarrollo de Metodos de diagnostico molecular de enfermedades virales, bacterinas y fúngicas en hortalizas. P 81.83. Tesis de Maestría.
- Munayaneza, J. E., Crosslin, J. M. and Upton, J. E. 2006. Beet leafhopper (Hemiptera: *Cicadellidae*) transmits the Columbia basin potato purple top phytoplasma to potatoes, beets and weeds. J. econ. Entomol. 99 (3): 1-6.

- Munayaneza, J.E., J. M. Crosslin, and J. E. Upton. 2007. Association of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) with "Zebra Chip," a new potato disease in Southwestern United States and México. *J. Econ. Entomol.* 100: 656-663.
- Nava C., U. 1998. Disposición espacial y muestreo de mosquitas blancas. *In: Temas Selectos de Manejo Integrado de la Mosquita Blanca.* Pacheco C., J. J. y F. Pacheco M. (eds.). Memoria Científica No. 6. INIFAP-CIRNO. Cd. Obregón, Son. p. 47-71.
- New, T. R. 1975. The biology of Chrysopidae and Hemerobiidae (Neuroptera) with reference to their usage as biocontrol agents. *Trans. Royal Entomol. Soc. London.* 127: 115-140.
- Pérez-Domínguez, J. F. 2004. Dinámica poblacional de insectos vectores de enfermedades virales y diagnóstico de problemas fitosanitarios en cultivos hortícolas de la Ciénega de Chapala-Bajío Michoacano. Informe de actividades 2003. Documento de trabajo INIFAPCE Uruapan. 108 p.
- Pletsch, D. J. 1947. The potato psyllid *Paratrioza cockerelli* (Sulc), its biology and control. *Montana Agric. Expt. Stn. Bull.* 446: 95 pp.
- Ploaie, p. G. 1981. Plant diseases and vectors ecology and epidemiology. EDS. Maramorosch, K and Harris, K. F. Academic pres. New York, USA. 368 pp.
- Prokopy, R. J. and E. D. Owens. 1983. Visual detection of plants by herbivorous insects. *Ann. Rev. Entomol.* 28: 337-364.
- Richards, B. L. 1928. A new and destructive disease of the potato in Utah and its relation to the potato psylla. *Phytopathology.* 18: 140-141.
- Riley, D. G., and J. C. Palumbo. 1995a. Interaction of silverleaf whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) with incantaloupe. *J. Econ. Entomol.* 88: 1726-1732.
- Riley, D. G., and J. C. Palumbo. 1995b. Action thresholds for *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) in cantaloupe. *J. Econ. Entomol.* 88: 1733-1738.
- Romney, V. E. 1939. Breeding areas of the tomato psyllid, *Paratrioza cockerelli* (Sulc). *J. Econ. Entomol.* 32: 150-151.

- SAGARPA. 1997. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Subsecretaría de Planeación. México D.F. 165 P. Cano R. P. y U. Nava C. 1997. Evaluación de genotipos de melón para resistencia a mosquita blanca, rendimiento y calidad de fruto. In: Informe de actividades, 1997. CELALA-INIFAP, Matamoros, Coah. Pp: 1-9. Documento interno.
- 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. <http://>
- Sánchez S., J. A. y Almeyda 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.
- Self, R. L. and Darling, H. M. Purple top disease of the potato in Wisconsin. Research Bulletin 184. University of Wisconsin. Madison, USA. 24 p.
- Schuster, D. J. 1998. Intraplant distribution of immature lifestages of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato. *Environ. Entomol.* 27: 1-9.
- Taylor, L. R. 1961. Aggregation, variance and the mean. *Nature* 189: 732-735.
- Tuthill, L. D. 1943. The psyllids of America north of Mexico, (Psyllidae: Homoptera). *Iowa State College J. of Sci.* 17: 443-660.
- Wallis, R. L. 1946. Seasonal occurrence of the potato psyllid in the North Platte Valley. *J. Econ. Entomol.* 39: 689-694
- Wallis, R. L. 1955. Ecological studies on the potato psyllid as a pest of potatoes. *USDA Tech. Bull.* 1107: 25.
- web2.senasica.sagarpa.gob.mx/xportal/nom/noms/Doc88/NOM-081-FITO2001DOF.doc (fecha de consulta: mayo 10, 2007).
- Youkin, S. G., 1943. Purple top wilt caused by the Aster Yellows virus. *American Potato Journal* 20:117-183.

Zavala-Quintana, T. E. y Cadena-Hinojosa, M.A. 1998. Punta Morada de la papa, CONPAPA, INIFAP, Toluca, Edo. De México. Pp. 17-19.