

# PRESENCIA DE *Candidatus Liberibacter solanacearum* EN CHILE PARA SECADO EN DURANGO, MÉXICO

Rodolfo Velásquez-Valle  
Luis Roberto Reveles-Torres  
Jaime Mena-Covarrubias



**SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,  
PESCA Y ALIMENTACIÓN**

**MTRO. JOSÉ EDUARDO CALZADA ROVIROSA**  
Secretario

**MTRO. JORGE ARMANDO NARVÁEZ NARVÁEZ**  
Subsecretario de Agricultura

**MTRO. RICARDO AGUILAR CASTILLO**  
Subsecretario de Alimentación y Competitividad

**MTRO. HÉCTOR EDUARDO VELASCO MONROY**  
Subsecretario de Desarrollo Rural

**LIC. MARCELO LÓPEZ SÁNCHEZ**  
Oficial Mayor

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES,  
AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

**DR. LUIS FERNANDO FLORES LUI**  
Director General

**DR. RAÚL GERARDO OBANDO RODRÍGUEZ**  
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

**M.C. JORGE FAJARDO GUEL**  
Coordinador de Planeación y Desarrollo

**MTRO. EDUARDO FRANCISCO BERTERAME BARQUÍN**  
Coordinador de Administración y Sistemas del INIFAP

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO**

**DR. HOMERO SALINAS GONZÁLEZ**  
Director Regional

**DR. URIEL FIGUEROA VIRAMONTES**  
Director de Investigación

**DR. FRANCISCO JAVIER PASTOR LÓPEZ**  
Director de Planeación y Desarrollo

**ING. RICARDO CARRILLO MONSIVÁIS**  
Director de Administración

**DR. FRANCISCO ECHAVARRÍA CHÁIREZ**  
Director de Coordinación y Vinculación en Zacatecas

# **PRESENCIA DE *Candidatus Liberibacter solanacearum* EN CHILE PARA SECADO EN DURANGO, MÉXICO**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina  
Delegación Coyoacán  
México, D.F.  
C.P. 04010 México, D.F.  
Teléfono (55) 3871-8700

ISBN: 978-607-37-0496-0

Primera Edición: Noviembre 2015

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia o por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito a la institución.

Cita correcta:

Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres L.R. y Mena-Covarrubias, J. 2015. Presencia de *Candidatus Liberibacter Solanacearum* en Chile para secado en Durango, México. Folleto Técnico Núm 68. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC – INIFAP, 32 páginas.

## CONTENIDO

Introducción.....	1
Agente causal .....	3
El insecto vector.....	6
Sintomatología.....	7
Epidemiología.....	12
Manejo de la enfermedad.....	18
Literatura citada .....	23

**PRESENCIA DE *Candidatus Liberibacter solanacearum* EN CHILE PARA SECADO EN DURANGO. MÉXICO**

Rodolfo Velásquez-Valle<sup>1</sup>  
Luis Roberto Reveles-Torres<sup>1</sup>  
Jaime Mena-Covarrubias<sup>1</sup>

## **INTRODUCCIÓN**

El rendimiento y calidad de frutos en el cultivo de chile para secado en el Norte – Centro de México son afectados por la incidencia de enfermedades que afectan la parte subterránea de la planta como la secadera o marchitez causada por *Phytophthora capsici* Leo., o que dañan su porción aérea como la cenicilla polvorienta provocada por *Oidiopsis* spp., la mancha bacteriana cuyo agente causal es la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* o bien por las infecciones virales o causadas por fitoplasmas (Velásquez-Valle et al., 2013).

En ésta región los síntomas más frecuentes causados por las infecciones virales o por fitoplasmas en plantas de chile para secado incluyen diversos grados de enanismo o achaparramiento, cambios de color en el follaje, especialmente de verde a varios tonos de amarillo, deformación de hojas y frutos; sustitución de órganos o en casos severos, pérdida de

---

<sup>1</sup> Investigadores de los programas de Sanidad Forestal y Vegetal y Biotecnología del Campo Experimental Zacatecas.

estructuras reproductivas (botones, flores y frutos). Es común encontrar dos o más de éstos síntomas en una misma planta que también puede presentar infecciones por dos o más patógenos virales en forma simultánea (Velásquez-Valle et al., 2012).

Ésta situación no permite establecer visualmente la identidad del o los posibles agentes responsables de una sintomatología específica por lo cual se requiere del empleo de técnicas como las de biología molecular. El uso de éstas técnicas asegura la identificación exacta del o los patógenos presentes como un paso esencial en el manejo exitoso de una enfermedad.

Durante el ciclo primavera – verano de 2014 en las parcelas comerciales del área productora de chile para secado del estado de Durango se registró la aparición de un grupo de síntomas que recordaban los producidos por las infecciones de tipo viral (enanismo, mosaicos, deformación foliar y de frutos, entre otros). En algunas parcelas la incidencia (número de plantas con síntomas) y la severidad (el grado de daño en cada planta) de la enfermedad fueron tan elevadas que los productores decidieron destruir mecánicamente sus cultivos. El INIFAP a través del Campo Experimental Zacatecas realizó muestreos de plantas enfermas, principalmente en el municipio de Poanas, Dgo., para

determinar la identidad del agente causal de los síntomas observados y las posibles relaciones con otros organismos.

En el presente folleto se dan a conocer los resultados obtenidos de esos muestreos; se proporciona información acerca del agente causal y su vector en otros cultivos de importancia económica como papa y jitomate y se proporcionan medidas de manejo de la enfermedad que deberán adaptarse a las condiciones locales.

## **AGENTE CAUSAL**

En el 2008 Liefting et al. (2008) reportan que el síntoma denominado “zebra chip” en papa es causado por una nueva bacteria cuyo nombre propuesto es “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” (Lso) que causa amarillamientos en tomate y chile. Lso también es conocido como “*Candidatus Liberibacter psyllaerous*”. Es un patógeno económicamente importante de cultivos de solanáceas en Norte, Centroamérica y Nueva Zelanda (Levy et al., 2011; Sengoda et al., 2014).

Las liberibacterias son bacterias gram negativas que habitan como patógenos en el floema de las plantas infectadas, pero como no pueden conservarse en un medio de cultivo artificial son catalogadas a nivel de género como “*Candidatus*”. La exploración de imágenes de microscopía electrónica éstas

bacterias revelan que poseen una morfología en forma de varilla, miden cerca de 0.2  $\mu\text{m}$  de ancho y 4.0  $\mu\text{m}$  de longitud (Tanaka et al., 2007; Liefing et al., 2009).

Las especies “*Candidatus Liberibacter*” pertenecen a las Alphaproteobacterias, con sus familiares más cercanos pertenecientes a los géneros *Bradyrhizobium*, *Bartonella*, *Agrobacterium*, *Brucella* y *Afipia* (Jagoueix, et al., 1994). Se han identificado cuatro haplotipos geográficos de Lso (Nelson et al., 2011; Nelson et al., 2012). Dos haplotipos (LsoA y LsoB) se asocian con enfermedades en papa y chile mientras que los otros haplotipos (LsoC y LsoD) se encuentran asociados con zanahoria. El haplotipo LsoA se ha encontrado principalmente en Honduras y Guatemala y desde el oeste de México hasta Arizona, California, Oregon, Washington y Idaho; también ha sido detectado en Nueva Zelanda. El haplotipo LsoB se encuentra en el este de México y Texas. Estos dos haplotipos muestran cierto rango de superposición en Texas, Kansas y Nebraska. El haplotipo LsoC se ha encontrado en Finlandia, Suecia y Noruega (Nelson et al., 2011; Nelson et al., 2012) y esta asociado con el vector *Trioza apicalis* Förster. LsoD fue descrito en plantas de zanahoria y en el psilido *Bactericera trigonica* Hodkinson en España y las Islas Canarias (Nelson et al., 2012).

Aún no se conocen diferencias biológicas de los cuatro haplotipos ocasionadas en las plantas o insectos hospederos. Estos haplotipos aparentemente estables sugieren poblaciones bacterianas separadas y de larga duración. Curiosamente, LsoA y LsoC resultaron ser genéticamente muy cercanas, a pesar de su gran separación geográfica y las diferencias en las especies hospederas, tanto plantas como insectos vectores (Nelson et al., 2012). Por otra parte, un estudio sobre la diversidad genética de cepas de Lso utilizando marcadores de repetición de secuencias sencillas (SSR) identificó dos principales linajes en los Estados Unidos de América (EUA) y un solo linaje en México (Lin et al., 2012).

Lso se disemina de plantas infectadas a plantas sanas principalmente por insectos vectores y mediante injertos (Bové, 2006). Se ha demostrado que puede ser transmitida a través de los huevecillos, verticalmente, del insecto *Bactericera cockerelli* Sulc. como horizontalmente al alimentarse de hospederos infectados (Hansen et al., 2008)

Respecto a la transmisión de Lso por medio de semilla existen datos contradictorios (Camacho-Tapia et al., 2011; Munyaneza, 2012), sin embargo, se continúa trabajando con semilla de chile para secado de origen local para obtener información que ayude a clarificar éste fenómeno.

Los mecanismos por los que los psilidos adquieren y transmiten Lso son poco conocidos. Resultados reportados por Sengoda (2013) indicaron que la concentración de Lso en los psilidos capturados en papa aumentaron en los 15 días posteriores a la adquisición del patógeno y después se mantuvieron constantes durante el resto del estudio. Por otra parte, se ha demostrado que Lso se encuentra distribuido en todo el cuerpo del psilido, incluyendo el tubo digestivo, las glándulas salivales y bacteriomas (Cooper et al., 2014). Se presume que la transmisión de Lso a nuevas plantas hospederas sólo puede ocurrir después de que el patógeno ha colonizado las glándulas salivales del vector. Existe poca información sobre el periodo latente en el insecto, o de las relaciones entre la transmisión de Lso, su concentración en el vector y la infección de los órganos del insecto.

## **EL INSECTO VECTOR**

La paratrioza (*B. cockerelli*), también conocida como psilido de la papa y jitomate es un insecto que se alimenta del floema de plantas pertenecientes a 20 familias botánicas pero con una marcada preferencia por las solanáceas (chile, papa y jitomate, entre las de importancia económica regional). Se ha sugerido (Nachappa et al., 2012) que éste insecto migra de sus áreas invernales en el norte de México, oeste de Texas y sur de Nuevo

México, Arizona y California hacia el norte de EUA al final de la primavera cuando la temperatura es más cálida y con ayuda de los vientos.

La diversidad genética de la paratrypanoza en las zonas productoras de papa en México ha sido abordada por López-Monroy (2012); sus resultados indican que las poblaciones de ese insecto provenientes de Guanajuato, Morelos, Edo. de México y Nuevo León son genéticamente similares pero son diferentes a las colectadas en Sinaloa, Michoacán y Oaxaca y éstas a su vez son genéticamente distintas entre sí. La presencia de Lso en el insecto no ha sido completamente investigada; se conoce que además de Lso existen dentro del insecto otras bacterias que mejoran el desarrollo y supervivencia del insecto; al estudiar el efecto de Lso sobre la biología de la paratrypanoza se encontró que algunas características como la fecundidad y el porcentaje de supervivencia de las ninfas son afectados negativamente cuando las poblaciones de ese insecto se encuentran infectadas por Lso (Nachappa et al., 2012).

## **SINTOMATOLOGÍA**

Existen pocos reportes de la sintomatología causada por la infección de ésta bacteria en las plantas de chile; en México la presencia de éste patógeno en ésta hortaliza había sido

previamente reportada en los estados de Sinaloa y Michoacán (Munyanza et al., 2009a; Camacho-Tapia et al., 2011) aunque la infección en plantas de papa había sido reportada desde 2006 (Rubio et al., 2006); bajo condiciones de invernadero en el estado de México (Ling et al., 2011) se encontraron plantas de jitomate achaparradas, con hojas pequeñas y cloróticas, con frutos pequeños; el análisis de éstas plantas reveló la presencia de Lso; por otro lado, en plantas de jitomate colectadas en Sinaloa y que presentaban enanismo, clorosis, ramificación excesiva de brotes axilares, coloración púrpura de venas y bronceado de hojas también se identificó a ésta bacteria (Munyanza et al., 2009b).

La sintomatología observada en las plantas de chile en el estado de Durango durante el ciclo de cultivo 2014 expresó un rango de variación muy amplio; en la aparente fase inicial de la enfermedad, las plantas afectadas mostraban una marcada coloración amarilla que frecuentemente afectaba más del 50% de la lámina foliar; la parte más joven de esas plantas mostraba clorosis y un moderado enrollamiento hacia arriba de las hojas así como formación de ampollas en el haz de las hojas (Figura 1) (Velásquez-Valle et al., 2014).



**Figura 1.** Parte superior de una planta de chile mostrando amarillamiento, deformación y ampollamiento foliar.

Las plantas de chile en una etapa moderada de la enfermedad mostraban síntomas que afectaban a toda la planta como enanismo incipiente, clorosis intervenal, ampollamiento y deformación de hojas y frutos.

En la tercera fase de la enfermedad las plantas mostraban enanismo marcado, con hojas pequeñas, deformes, cloróticas (Figuras 2 y 3). En otros países como Nueva Zelanda o algunas regiones de México, las plantas de chile infectadas han mostrado síntomas similares a los descritos previamente (Liefing et al., 2009; Munyaneza et al., 2009a). En las plantas colectadas en Durango los frutos situados por debajo del

presumible punto de infección no mostraban síntomas de la infección y la mayoría tenían calidad comercial. Por el contrario, los frutos por encima de éste punto eran pequeños y deformes, sin calidad comercial (Figura 4). Algunas de éstas plantas mostraban hojas amarillas, alargadas y endurecidas que recordaban la infección por Curtovirus. La mayoría de las plantas con ésta sintomatología continuaban produciendo flores que abortaban o producían frutos sin valor comercial (Velásquez-Valle et al., 2014).



**Figura 2.** Planta de chile mostrando clorosis generalizada y follaje deforme.



**Figura 3.** Planta de chile mostrando clorosis intervenal generalizada y deformación foliar severa en su porción más joven.



**Figura 4.** Frutos de chile deformes y de menor tamaño provenientes de plantas infectadas.

## EPIDEMIOLOGÍA

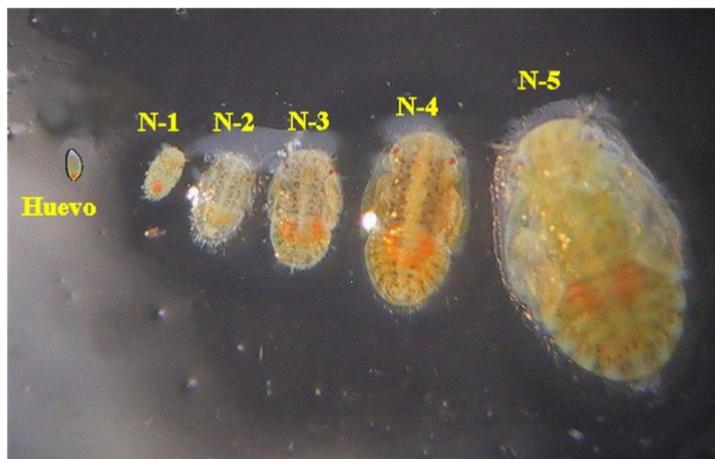
La paratrioza es el vector natural de Lso: ambos organismos se encuentran desde Canadá, EUA y México hasta Guatemala, Honduras, Nicaragua y El Salvador (Thomas et al., 2011; Bextine et al., 2013a; Bextine et al., 2013b).

La paratrioza es un insecto pequeño, mide cerca de tres mm; los adultos recién emergidos son de color amarillento tornándose de color café a los dos a tres días; a los cinco días son de color negro o gris, con bandas transversales blancas en el abdomen (Figura 5). Los huevecillos son depositados al extremo de un delgado talluelo, generalmente por debajo de las hojas o en el borde; inicialmente son de color blanco toman una coloración amarilla a las pocas horas después de depositados. Las ninfas emergen entre 4 y 15 días después de la oviposición; son aplanadas y de forma oval, de color amarillo-verdosos a naranja, con ojos rojos y tres pares de patas cortas. Las ninfas de mayor edad son verdes, rodeadas con setas y presentan muñones alares. Pasan por cinco estadios ninfales (Figura 6) en alrededor de tres a cinco semanas. El desarrollo de éste insecto es dependiente de la temperatura; su temperatura óptima es de 27°C y el rango para su desarrollo se ubica entre 15 y 32 °C; más de 32 °C representan condiciones detrimentales para su desarrollo ya que se afecta la oviposición y emergencia de las

ninfas; a 35 °C se detiene su desarrollo (Cranshaw, 2001). Se determinó que 7.2 y 5.3 °C son las temperaturas mínimas umbrales para el desarrollo de huevecillos y ninfas. Se requieren un total de 358 y 368 unidades calor para que se complete una generación de paratriozas en plantas de papa y jitomate respectivamente (Tran et al., 2012).

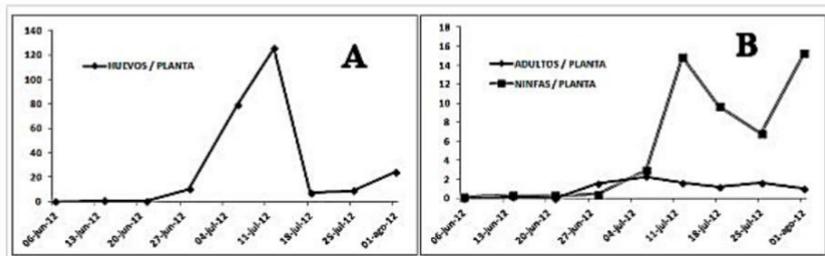


**Figura 5.** Adulto de paratrioza, *Bactericera cockerelli* Sulc.



**Figura 6.** Huevecillo y estadíos ninfales de paratrioza.

Un estudio (Thinakaran et al., 2015) reveló que los adultos de paratrioza prefieren las plantas de papa y jitomate para colonizarlas y ovipositar pero en ausencia de ellas también colonizan y depositan sus huevecillos en plantas de chile y trompillo (*Solanum eleagnifolium* Cav.), una maleza común en el norte centro de México. En el cultivo de chile los adultos colonizan primero el cultivo; la mayor densidad de huevecillos se presenta en la primera quincena de julio (Gráfica 1A) y es casi 10 veces mayor en comparación con el número de ninfas por planta (Gráfica 1B), lo que podría indicar una alta mortalidad de huevecillos en el altiplano de Zacatecas.



**Gráfica 1.** Población de huevecillos (A), ninfas y adultos de paratrioza (B) observadas en el año 2012 en Chile Mirasol en Calera, Zacatecas.

Existe poca información sobre la interacción entre Lso, paratrioza y las plantas de Chile; la mayor parte de la información que se presenta en este folleto ha sido obtenida a partir de plantas de papa que pertenece a la misma familia botánica que el Chile y que por lo tanto puede proporcionar una idea muy cercana de lo que puede suceder en las plantas de Chile infectadas con Lso.

La transmisión exitosa de un patógeno vegetal se encuentra en función de la eficiencia de inoculación del vector y de que tan rápidamente pueda el vector transmitir dicho patógeno a una planta hospedera. En un estudio (Buchman et al., 2011) realizado con plantas de papa se demostró que los adultos de la paratrioza fueron vectores altamente eficientes de Lso mientras que las ninfas resultaron menos eficientes; por otro lado, la

exposición de plantas de papa a 20 adultos de paratrioza durante una hora condujo al desarrollo de síntomas en los tubérculos producidos por las plantas infestadas. También se observó que con infestaciones de un solo adulto de paratrioza se conseguía inocular la bacteria en un periodo de seis horas.

La eficiencia de un insecto para diseminar un patógeno puede estar determinada por las dos primeras fases del proceso de transmisión, es decir, la adquisición e inoculación del patógeno. Rashed et al. (2012) revelaron que bajo condiciones de invernadero el periodo de incubación de Lso, es decir, el número de días entre la llegada de paratrioza y la manifestación de los primeros síntomas en plantas de papa fue más corto al incrementarse el número de insectos presentes. Además, las paratriozas adquirieron la bacteria en mayor concentración cuando se alimentaron en el tallo que en las hojas o pecíolos pero los insectos que tuvieron acceso a la planta completa transmitieron el patógeno con mayor frecuencia en comparación con la alimentación en órganos aislados de la planta.

El desarrollo y severidad de éste tipo de enfermedades es determinada por la interacción entre plantas susceptibles, como el chile para secado, un patógeno virulento, como Lso, un vector eficiente, como la paratrioza y un ambiente favorable. Poco se conoce acerca del efecto del medio ambiente sobre la epidemia

de Lso; sin embargo, la temperatura afecta significativamente el desarrollo de Lso y la expresión de sus síntomas; Munyaneza et al. (2012) encontraron que temperatura menor a 17 °C retrasa el desarrollo de Lso y la expresión de síntomas en el tubérculo; cuando la temperatura es superior a 32 °C, Lso no se desarrolla.

En general se acepta que los daños son mayores cuando una planta es infectada al inicio del ciclo; en las hojas de papa el periodo de incubación de Lso tomó entre 21 y 28 días, aunque la reducción de rendimiento fue significativa solamente en plantas que fueron infestadas con paratrioza en sus primeras etapas de desarrollo.

Ésta bacteria fue detectada en la semilla de zanahoria que provenía de plantas enfermas; las plántulas originadas a partir de éstas semillas también se encontraban invadidas por Lso (Bertolini et al., 2015). La presencia de Lso en el micrópilo de la semilla de chile jalapeño cv. Ixtapa ha sido reportada en México; la germinación de semillas contaminadas y emergencia de plántulas mostraron un retraso en comparación con la germinación de semillas sanas (Olivares, 2013).

En Sinaloa la tasa de infección reportada en una parcela de chile en la localidad Cruz de Elota fue de 1.5% (Munyaneza et al., 2009a); la incidencia de la enfermedad en las parcelas de chile

en Poanas, Dgo., durante el ciclo 2014 varió entre 7.8 y 66.9%. Aunque la severidad considerada como el número de plantas con frutos sin calidad comercial fue considerablemente elevada, con valores muy cercanos a los de incidencia. Es necesario recordar que algunas plantaciones de chile en Durango fueron destruidas.

## **MANEJO DE LA ENFERMEDAD**

El manejo de Lso en Chile representa un gran reto y requiere de un enfoque integrado con miras a reducir el nivel de inóculo de la bacteria, así como utilizar el control cultural, biológico y químico del vector, la paratrioza.

Por lo que respecta a la reducción del nivel de inóculo de Lso, el primer paso es utilizar semilla proveniente de plantas sanas, ya que existe el riesgo de transmisión por semilla (Camacho-Tapia et al., 2011). Otra medida de control importante es la remoción de plantas silvestres como trompillo, mala mujer (*S. rostratum* Dunal), correhuela (*Convolvulus arvensis* L.), jarilla (*Senecio spp.*) que se encuentren cerca de los sitios donde se vaya a trasplantar el cultivo, ya que éstas son fuentes tanto de la bacteria como del insecto vector (Ontiveros-Guerra, 2012; Mena-Covarrubias et al., 2014).

Para el manejo de paratrypanos se requiere establecer en campo trampas amarillas pegajosas para determinar la fluctuación de las poblaciones del adulto que son la fuente primaria de colonización del cultivo en campo. Las trampas se colocan en cada uno de los puntos cardinales, con una más ubicada en el centro del cultivo. Debe de existir al menos una trampa por hectárea. La revisión de las trampas se realiza semanalmente. El monitoreo de adultos no es suficiente para estimar la infestación en campo, es necesario revisar las plantas directamente en el campo; el muestreo de éstas plantas se hace recorriendo la parcela siguiendo una M o W imaginaria y se de inspeccionar al menos cinco plantas por hectárea; las plantas se deben revisar completamente, en especial el envés de las hojas; las plantas colectadas en la orilla del cultivo deben revisarse con mayor atención. Las infestaciones de paratrypanos son más abundantes en la parte media de la planta; las infestaciones en campo inician en las plantas de la orilla y se van moviendo hacia el interior siguiendo un patrón concéntrico.

Se sugiere el uso de acolchados para establecer el cultivo en campo y utilizar plásticos de color plata brillante para acolchar las plantas ya que éstos son repelente a los adultos de paratrypanos; con ésta medida se reduce el establecimiento del vector en el cultivo así como las infecciones de Lso en el mismo. Sin embargo, éste método de control pierde efectividad

conforme se desarrolla el cultivo; especialmente después de tres a cuatro semanas después del trasplante.

El uso de insecticidas es una herramienta importante en el combate del insecto vector; sin embargo, es clave el manejo de los diferentes grupos químicos para reducir el riesgo de desarrollo de resistencia. En el cuadro 1 se presentan los insecticidas más comunes para el combate de la paratrioza, así como los grupos químicos a los que pertenecen y su modo de acción.

**Cuadro 1.** Insecticidas para el control de las poblaciones de paratrioza.

Grupo Químico	Ingrediente Activo	Nombre Comercial	Modo de Acción
<b>1A (CARBAMATOS)</b>	Carbarilo	Sevin	Contacto e ingestión
<b>1ª</b>	Metomilo	Lannate	Contacto e ingestión, sistémico
<b>1ª</b>	Oxamilo	Vydate	Contacto e ingestión, sistémico
<b>1ª</b>	Pirimicarb	Pirimor	Contacto, fumigante, translaminar
<b>1B (ORGANOFOSFORADOS)</b>	Acefato	Orthene	Contacto e ingestión, sistémico
<b>1B</b>	azinfos metilo	Gusathion metílico	Contacto e ingestión
<b>1B</b>	Diazinon	Diazinon	Contacto, ingestión y respiratoria
<b>1B</b>	Dimetoato	Rogor / Perfekthion	Contacto e ingestión, sistémico
<b>1B</b>	Malation	Malation	Contacto e ingestión
<b>1B</b>	Metamidofos	Tamaron	Contacto e ingestión, sistémico
<b>1B</b>	Forato	Thimet	Contacto y fumigante, sistémico
<b>1B</b>	pirimifos metilo	Actellic	Contacto e ingestión, fumigante

<b>3A (PIRETROIDES)</b>	alfa cipermetrina	Fastac / Concord	Contacto e ingestión
<b>3ª</b>	Esfenvalerato	Belmark / Conquer	Contacto e ingestión
<b>3ª</b>	Deltametrina	Decis	Contacto e ingestión
<b>3ª</b>	lambda cialotrina	Karate	Contacto e ingestión
<b>4A (NEONICOTENOID ES)</b>	Imidacloprid	Confidor	Contacto e ingestión, sistémico
<b>4ª</b>	Thiacloprid	Calypso	Contacto e ingestión, sistémico
<b>4ª</b>	Thiamethoxam	Actara / Cruiser	Contacto e ingestión, sistémico
<b>5 (SPINOSINAS)</b>	Spinetoram	Exalt	Contacto e ingestión
<b>5</b>	Spinosad	Tracer / Spin Tor	Contacto e ingestión
<b>6A (AVERMECTINAS)</b>	Avermectina	Agrimek / Abamectin a	Contacto e ingestión
<b>9A (PIRIDINAS)</b>	Pimetrozina	Plenum	Inhibe la alimentación
<b>15 (BENZOILFENILUR EAS)</b>	Novaluron	Rimon	Inhibidor de la síntesis de quitina
<b>17A (TIADIZINAS)</b>	Thiadiazina	Buprofezin	Inhibidor de la síntesis de quitina
<b>21A (PYRAZOLES)</b>	Fenpyroximate	Fenamite	Contacto e ingestión
<b>21 (INHIBIDORES DE LA SÍNTESIS DE LÍPIDOS)</b>	Spiromesifen	Oberon	Inhibe desarrollo y fecundidad, ovicida
<b>23 (KETOENOLES)</b>	Spirotetramat	Movento	Inhibe la producción de lípidos
<b>28 (DIAMIDAS ANTRANÍLICAS)</b>	Chlorantraniliprole	Coragen	Activador de los receptores de rianodina de los insectos
<b>COMPUESTOS ORGÁNICOS</b>	Azadirachtin	Neem	Regulador de crecimiento, anti-alimentario
<b>ACEITE MINERAL</b>	aceite mineral	Saf-T-side / Sunspray	Contacto, interfiere con los procesos metabólicos

En 2008 Vega-Gutiérrez et al. (2008) reportaron que las poblaciones de paratrioza provenientes de San Luis Potosí y

Coahuila – Nuevo León resultaron susceptibles a insecticidas como Abamebtina (Agrimec 1.8 CE), Cyfluthrin (Baytroid 050 CE), Dimetoato (Aflix), Esfenvalerate (Sumi-Alpha XL), Pyriproxifen (Knack) y Fenpropathrin (Herald 375 CE). Por otro lado, Lin y Gudmestad (2013) señalan que los insecticidas Thiamethoxam y Abamectina son efectivos para reducir las poblaciones de adultos de paratrioza aunque se reporta que el efecto residual es relativamente corto (cercano a 24 horas); otros insecticidas como el Spiromesifen resultaron efectivos para el manejo de ninfas. Sin embargo, la reducción de la población de vectores (paratrioza) no siempre lleva a evitar la manifestación de la enfermedad en las plantas.

En otro enfoque, algunos insecticidas pueden ser empleados para impactar la actividad del vector sin causar su muerte; los insecticidas Imidacloprid, Abamectina y Pymetrozine han mostrado reducir la duración del periodo en que el adulto prueba en las hojas de las plantas de papa aumentando, en consecuencia, el tiempo que el vector pasa fuera de las plantas de papa. Además el Imidacloprid y la Abamectina han probado que pueden reducir la transmisión de Lso, lo cual puede ayudar a reducir otras infecciones. La eficiencia de los insecticidas puede depender, entre otros aspectos, del número de adultos presentes al momento de la aspersión; daños menores al 2% en papa se lograron cuando las aspersiones de insecticidas se

realizaron con un umbral menor de tres adultos de paratíoxa por trampa por semana.

En Chile jalapeño se evaluaron insecticidas para el manejo de la paratíoxa: los insecticidas Sultron (azufre líquido) y Tri sin (mezcla de los hongos *Metarrhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin, *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin y *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown & Smith en dosis de 2 l/ha así como el insecticida Soi-U-sol (1.5%) (mezcla de aceite de soya y extracto de ajo) tuvieron un efecto de control prometedor aunque se requiere un seguimiento más cercano de las poblaciones de paratíoxa (Ramírez et al., 2008).

## LITERATURA CITADA

- Bertolini, E., Teresani, G.R., Loiseau, M., Tanaka, F.A.O., Barbé, Bertolini, E., Teresani, G.R., Loiseau, M., Tanaka, F.A.O., Barbé, S., Martínez, C., Gentit, P., López, M.M., and Cambra, M. 2015. Transmission of “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” in carrot seeds. *Plant Pathology* 64:276-285.
- Bextine, B., Arp, A., Flores, E., Aguilar, E., Lastrea, L., Soza, G.F., Powell, C., and Rueda, A. 2013a. First report of zebra chip and “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” on potatoes in Nicaragua. *Plant Disease* 97:1109.

- Bextine, B., Aguilar, E., Rueda, A., Cáceres, O., Sengoda, V.G., McCue, K.F., and Munyaneza, J.E. 2013b. First report of “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” on tomato in El Salvador. *Plant Disease* 97:1245.
- Bové, J.M. 2006. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Journal of Plant Pathology* 88:7-37.
- Buchman, J.L., Sengoda, V.G., and Munyaneza, J.E. 2011. Vector transmission efficiency of liberibacter by *Bactericera cockerelli* (Hemiptera:Triozidae) in zebra chip potato disease: effects of psyllid life stage and inoculation access period. *Journal of Economic Entomology* 104:1486-1495.
- Camacho-Tapia, M., Rojas-Martínez, R.I., Zavaleta-Mejía, E., Hernández-Dehesa, M.G., Carrillo-Salazar, J.A., Rebollar-Alviter, A., and Ochoa-Martínez, D.L. 2011. Etiology of chili pepper variegation from Yurecuaro, Mexico. *Journal of Plant Pathology* 93:331-335.
- Cooper, W.R., Sengoda, V.G., and Munyaneza, J.E. 2014. Localization of “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” (Rhizobiales:Rhizobiaceae) in *Bactericera cockerelli*

(Hemiptera:Triozidae). *Annals of the Entomological Society of America* 107:204-210.

Cranshaw, W.S. 2001. Diseases caused by insect toxin: psyllid yellows. 73-74 p. *Compendium of Potato Diseases*. The American Phytopathological Society. The APS Press. St. Paul, MN, USA.

Hansen, A.K., Trumble, J.T., Stouthamer, R., Paine, T.D. 2008. A new hunglongbing species, “*Candidatus Liberibacter psyllaourous*”, found to infect tomato and potato, is vectored by the psyllid *Bactericera cockerelli* (Sulc). *Applied and Environmental Microbiology* 74:5862-5865.

Jagoueix, S., Bove, J.M., and Garnier, M. 1994. The phloem-limited bacterium of greening disease of citrus is a member of the  $\alpha$  subdivision of the Proteobacteria. *International Journal of Systematic Bacteriology* 44:379-386.

Levy, J., Ravindran, A., Gross, D., Tamborindeguy, C., and Pierson, E. 2011. Translocation of “*Candidatus Liberibacter solanacearum*”, the zebra chip pathogen, in tomato and tomato. *Phytopathology* 101:1285-1291.

- Liefting, L., Pérez-Egusquiza, Z., Clover, G., and Anderson, J. 2008. A new “Candidatus Liberibacter” species in *Solanum tuberosum* in New Zealand. *Plant Disease* 92:1474.
- Liefting, L.W., Weir, B.S., Pennycook, S.R., Clover, G.R. 2009. “Candidatus Liberibacter solanacearum”, associated with plants in the family Solanaceae. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 59:2274-2276.
- Lin, H., Islam, M.S., Bai, Y., Wen, A., Lan, S., Gudmestad, N.C., and Civerolo, E.L. 2012. Genetic diversity of “Candidatus Liberibacter solanacearum” strains in the United States and Mexico revealed by simple sequence repeat markers. *European Journal of Plant Pathology* 132:297-308.
- Lin, H. and Gudmestad, N.C. 2013. Aspects of pathogen genomics, diversity, epidemiology, vector dynamics, and disease management for a newly emerged disease of potato: Zebra chip. *Phytopathology* 103:524-537.
- Ling, K.-S., Lin, H., Lewis-Ivey, M.L., Zhang, W., and Miller, S.A. 2011. First report of “Candidatus Liberibacter solanacearum” naturally infecting tomatoes in the state of Mexico, Mexico. *Plant Disease* 95:1026.

- López-Monroy, B. 2012. Variación genética de *Bactericera cockerelli* (Sulc.) (Hemiptera: Trioziidae) en las zonas paperas de México. Tesis. Doctorado en Ciencias. Universidad Autónoma de Nuevo León. 92 p.
- Mena-Covarrubias, J., Velásquez-Valle, R. y Reveles-Torres, L.R. 2014. Insectos vectores de virus y fitoplasmas en el cultivo de chile en México. In: Memorias del Cuarto Foro de Productores de Chile , Zacatecas, zac. pp. 36-45.
- Munyanaza, J.E., Sengoda, V.G., Crosslin, J.M., Garzón-Tiznado, J.A., and Cárdenas-Valenzuela, O.G. 2009a. First report of “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” in pepper plants in Mexico. *Plant Disease* 93:1076.
- Munyanaza, J.E., Sengoda, V.G., Crosslin, J.M., Garzón-Tiznado, J.A., and Cárdenas-Valenzuela, O.C. 2009b. First report of “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” in tomato plants in Mexico. *Plant Disease* 93:1076.
- Munyanaza, J.E. 2012. Zebra chip disease of potato: biology, epidemiology, and management. *American Journal of Potato Research* 89:329-350.
- Nachappa, P., Shapiro, A.A., and Tamborindeguy, C. 2012. Effect of “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” on

fitness of its insect vector, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera:Triozidae), on tomato. *Phytopathology* 102:41-46.

Nelson, W.R., Fischer, T.W., and Munyaneza, J.E. 2011. Haplotypes of “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” suggest long-standing separation. *European Journal of Plant Pathology* 130:5-12.

Nelson, W.R., Sengoda, V.G., Alfaro-Fernández, A.O., Font, M.I., Crosslin, J.M, and Munyaneza, J.E. 2012. A new haplotype of “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” identified in the Mediterranean region. *European Journal of Plant Pathology* 135:633-639.

Olivares, M.P.X. 2013. Identificación filogenética de *Candidatus Liberibacter solanacearum* y su efecto en la calidad fisiológica de la semilla de chile jalapeño. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México, México. 100 p.

Ontiveros-Guerra, G. 2012. Detección de “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” en papa y tomate en los estados de Nuevo León y San Luis Potosí. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León. 80 p.

- Ramírez, G.M., Santamaría, C.E., Méndez, R.J.S., Ríos, F.J.L., Hernández, S.J.R. y Pedro, M.J.G. 2008. Evaluación de insecticidas alternativos para el control de paratrioza (*Bactericera cockerelli* B. y L.) (Homoptera:Triozidae) en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas* 76:47-56.
- Rashed, A., Nash, T.D., Paetzold, L., Workneh, F., and Rush, C.M. 2012. Transmission efficiency of “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” and potato zebra chip disease progress in relation to pathogen titer, vector numbers, and feeding sites. *Phytopathology* 102:1079-1085.
- Rubio, C.O.A., Almeyda, L.I.H., Ireta, M.J., Sánchez, S.J.A., Fernández, S.R., Borbón, S.J.T., Díaz, H.C., Garzón, T.J.A., Rocha, R.R. y Cadena H.M:A. 2006. Distribución de la punta morada y *Bactericera cockerelli* Sulc. en las principales zonas productoras de papa en México. *Agricultura Técnica en México* 32:201-211.
- Sengoda, V.G., Buchman, J.L., Henne, D.C., Pappu, H.R., and Munyaneza, J.E. 2013. “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” titer over time in *Bactericera cockerelli* (Hemiptera:Triozidae) after acquisition from infected

potato and tomato plants. *Journal of Economic Entomology* 106:1964-1972.

Sengoda, V.G., Cooper, W.R., Swisher, K.D., Henne, D.C., and Munyaneza, J.E. 2014. Latent period and transmission of “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” by the potato psyllid *Bactericera cockerelli* (Hemiptera – Triozidae). *PLoS one* 9:e93475.

Tanaka, F.A.O., Coletta-Filho, H.D., Alves, K.C.S., Spinelli, M.O., Machado, M.A., and Kitajima, E.W. 2007. Detection of the “*Candidatus Liberibacter americanus*” in phloem vessels of experimentally infected *Cataranthus roseus* by scanning electron microscopy. *Fitopatologia Brasileira* 32:519.

Thinakaran, J., Pierson, E.A., Longnecker, M., Tamborindeguy, C., Munyaneza, J.E., Rush, C.M., and Henne, D.C. 2015. Settling and ovipositional behavior of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera:Triozidae) on solanaceous hosts under field and laboratory conditions. *Journal of Economic Entomology* 108:1-13

Thomas, K.L., Jones, D.C., Kumarasinghe, L.B., Richmond, J.E., Gill, G.S.C., and Bullians, M.S. 2011. Investigation into

the entry pathway for tomato potato psyllid *Bactericera cockerelli*. *New Zealand Plant Protection* 64:259-268.

Tran, L.T., Worner, S.P., Hale, R.J., and Teulon, D.A.J. 2012. Estimating development rate and thermal requirements of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera:Triozidae) reared on potato and tomato by using linear and nonlinear models. *Environmental Entomology* 41:1190-1198.

Vega-Gutiérrez, M.T., Rodríguez-Maciel, J.C., Díaz-Gómez, O., Bujanos-Muñiz, R., Mota-Sánchez, D., Martínez-Carrillo, J.L., Lagunes-Tejeda, A. y Garzón-Tiznado, J.A. 2008. Susceptibilidad a insecticidas en dos poblaciones mexicanas del salerillo, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera:Triozidae). *Agrociencia* 42:463-471.

Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R. y Mena-Covarrubias, J. 2012. Incidencia y sintomatología de cinco virus en parcelas comerciales de chile seco en Aguascalientes, San Luis Potosí y Zacatecas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3:381-390.

Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R., Reveles-Hernández, M. 2013. Manejo de las principales enfermedades del chile para secado en el norte centro de México. Folleto

Técnico Num. 50. Campo Experimental Zacatecas –  
INIFAP. Calera de V.R., Zacatecas, México. 57 p.

Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R., Mena-Covarrubias,  
J., Salas-Muñoz, S. y Mauricio-Castillo, J.A. 2014.  
Outbreak of *Candidatus Liberibacter solanacearum* in  
dried chile pepper in Durango, México. *Agrofaz* 3:87-92.

## **REVISIÓN TÉCNICA Y EDICIÓN**

Dr. Guillermo Medina García  
INIFAP Zacatecas

M.C. Ernesto González Gaona  
INIFAP Aguascalientes

## **DISEÑO DE PORTADA**

Luis Roberto Reveles Torres

## **Grupo Colegiado del CEZAC**

Presidente: Dr. Jaime Mena Covarrubias

Secretario: Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez

Comisión Editorial y Vocal: Dr. Manuel de Jesús Flores Nájera

Vocal: Dr. Luis Roberto Reveles Torres

Vocal: Dr. Guillermo Medina García

Vocal: Dr. Jorge A. Zegbe Domínguez

Vocal: MC. Mayra Denise Herrera

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de  
Noviembre de 2015 en “Paus” Impresiones, Calle Real del  
Calvario #125, Col. Real de Calera. C. P. 98500, Calera de V. R.,  
Zacatecas, México.

Tel. (478) 98 5 22 13

Su tiraje constó de 500 ejemplares

# **CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS**

## **DIRECTORIO**

**Dr. Francisco Gpe. Echavarría Cháirez**  
**Director de Coordinación y Vinculación**

Dr.	Guillermo Medina García	Agrometeorología y Modelaje
MC.	Nadiezhdá Y. Ramírez Cabral*	Agrometeorología y Modelaje
Dr.	Manuel de Jesús Flores Nájera	Carne de Rumiantes
Dr.	Alfonso Serna Pérez	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
Ing.	José Ángel Cid Ríos	Fríjol y Garbanzo
MC.	Juan José Figueroa González	Fríjol y Garbanzo
MC.	Mayra Denise Herrera	Fríjol y Garbanzo
Dr.	Jorge A. Zegbe Domínguez	Frutales
MC	Valentín Melero Meraz	Frutales
Ing.	Manuel Reveles Hernández	Hortalizas
MC.	Miguel Servin Palestina	Ingeniería de Riego
Dra.	Raquel Cruz Bravo	Inocuidad de Alimentos
MC	Enrique Medina Martínez	Maíz
MC.	Francisco A. Rubio Aguirre	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr.	Ramón Gutiérrez Luna	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Ing.	Ricardo A. Sánchez Gutiérrez *	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr.	Luis Roberto Reveles Torres	Recursos Genéticos: Forestales, Agrícolas, Pecuarios y Microbianos
Dr.	Jaime Mena Covarrubias	Sanidad Forestal y Agrícola
Dr.	Rodolfo Velásquez Valle	Sanidad Forestal y Agrícola
MC.	Blanca I. Sánchez Toledano *	Socioeconomía

\* Becarios

[WWW.INIFAP.GOB.MX](http://WWW.INIFAP.GOB.MX)