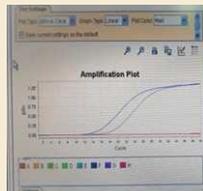




# INFORME TÉCNICO

Prospección y estudio de zebra chip de la papa en Tenerife asociada a *Candidatus Liberibacter solanacearum* y de sus vectores



**Zebra chip** de la papa (papa manchada o papa rayada) es una enfermedad causada por la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum*. Esta bacteria es un parásito obligado del floema de las plantas que parasita o de los insectos que le sirven de vectores (psílidos) en los que también vive y se multiplica. *Ca. L. solanacearum* fue descrita por primera vez en California en cultivos de papa y en Nueva Zelanda en cultivos de tomate y papa, y transmitida en ambos casos por el psílido *Bactericera cockerelli*. En Canarias y en la Península Ibérica se detectó también este patógeno en zanahoria en 2012 y, posteriormente, en apio y chirivía, en estos casos transmitida por *B. trigonica*. Se detectaron tubérculos afectados de zebra chip por primera vez en España y Europa en Cantabria en 2016, lo que supone un peligro potencial para un cultivo de gran importancia económica. En este trabajo se han llevado a cabo prospecciones en zonas productoras de papas en Tenerife con el fin de localizar plantas con síntomas de zebra chip y psílidos vectores sobre los que realizar análisis de laboratorio para la detección de *Ca. L. solanacearum*. Se visitaron 45 parcelas de papa en las que se recogieron 67 muestras de plantas. En ninguna de las parcelas visitadas se detectó *B. trigonica* ni ningún otro psílido mediante el uso de la manga entomológica ni mediante el análisis visual, y tampoco se detectó la bacteria en los análisis realizados en las muestras recogidas. Sin embargo, sí se detectaron otros organismos como *Rhizoctonia*, PLRV o fitoplasmas entre las plantas analizadas.

Palabras clave: *Solanum tuberosum*, psílido, *Bactericera trigonica*, *Bactericera cockerelli*, *Rhizoctonia*, PLRV, fitoplasma

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	[pg-3]
OBJETIVO .....	[pg-5]
MATERIALES Y MÉTODOS.....	[pg-6]
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	[pg-11]
CONCLUSIONES.....	[pg-14]
AGRADECIMIENTOS .....	[pg-15]
BIBLIOGRAFÍA.....	[pg-16]

## Prospección y estudio de zebra chip de la papa en Tenerife asociada a *Candidatus Liberibacter solanacearum* y de sus vectores

### INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa en Canarias ha sido uno de los principales sustentos para los habitantes de las islas desde su introducción en el siglo XVI. En nuestras condiciones climáticas y con el paso de los años han subsistido lo que denominamos papas antiguas de Canarias, también llamadas locales, “del país” o de color, que son variedades que provienen de las traídas desde América en los intercambios migratorios y comerciales. Estas variedades adaptadas a nuestras condiciones climáticas son muy apreciadas por su sabor en las islas y también fuera de ellas.

Actualmente es el segundo cultivo en importancia en Tenerife, por detrás del plátano. En 2017 la superficie de cultivo dedicada a la papa en la isla fue de 2.744 ha, en las que se produjeron 36.293 t (ISTAC, 2017). La papa es, por tanto, una de las fuentes de ingresos más importantes para los agricultores canarios y sus problemas sanitarios son de gran interés.

Zebra chip es una importante enfermedad que afecta a la papa, fue descrita en 1994 en México y desde entonces se ha detectado en Norte y Centro América, y Nueva Zelanda (Figura 1) (EPPO, 2019). Esta enfermedad está causada por la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* (Munyaneza y col., 2010a y b), que vive exclusivamente en el floema de las plantas hospederas y en los insectos vectores, donde se multiplica (Liefting y col., 2009).

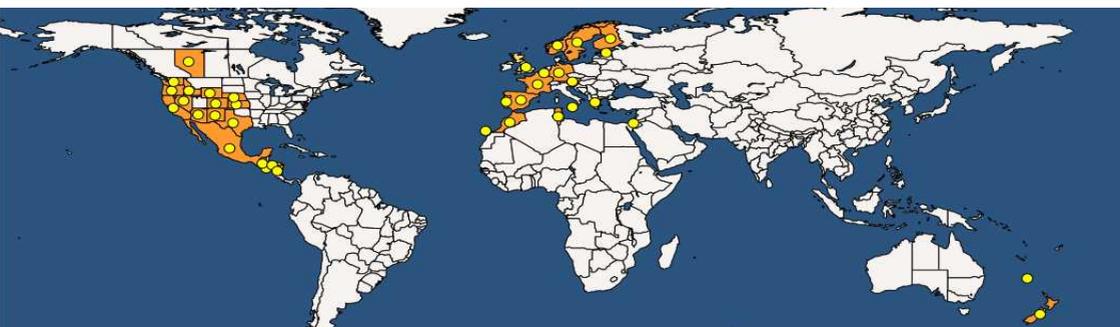


Figura 1. Mapa de la distribución mundial de *Candidatus Liberibacter solanacearum* (EPPO, 2019)



El insecto vector de esta bacteria en el cultivo de la papa es el psílido *Bactericera cockerelli* (Šulc, 1909) (Munyanenza, 2012) (Figura 2).



Figura 2. Psílido vector de zebra chip (*Bactericera cockerelli*): A, adulto; B, ninfas; C, tamaños relativos de adulto, ninfas, huevos y melaza. (<https://gd.eppo.int>)

En España se han observado síntomas en zanahorias (*Daucus carota* L.) y apio (*Apium graveolens* L.) desde el año 2008, que se han asociado con esta bacteria. En las Islas Canarias se citan síntomas de amarillosos y enrojecimientos en cultivos de zanahorias desde 1999 (Font y col., 1999), pero no es hasta 2012 cuando se identifica *Ca. L. solanacearum* en muestras recogidas en 2009 (Alfaro-Fernández y col., 2012a y b).

Los síntomas que presentan las plantas de papa infectadas por zebra chip se pueden confundir con otras afecciones como pueden ser las causadas por *Rhizoctonia solani* y el virus del enrollado de la hoja de la papa (*Potato Leafroll Virus*, PLRV). Sin embargo, el aspecto característico que muestran los tubérculos afectados en muchas ocasiones, dependiendo de las variedades, puede ayudar a excluir otras posibilidades (Henne y col., 2010). Los síntomas que presenta la planta son: hojas amarillentas, cloróticas, con bordes rojos, entrenudos cortos, tubérculos aéreos, retraso en el crecimiento, proliferación de yemas axilares y en algunos casos la muerte. Los tubérculos tienen menor tamaño y al cortarlos pueden mostrar estrías de color marrón claro. El nombre de la enfermedad surge de la coloración característica en forma de líneas radiales oscuras que presenta el interior del tubérculo al freírse (Figura 3). Este cambio de aspecto y sabor hace que los tubérculos pierdan calidad y no sea posible su comercialización, ocasionando pérdidas millonarias en el sector (Munyanenza y col., 2007). El consumo de papas infectadas no tiene riesgos para la salud.

Se han descrito cinco haplotipos principales para *Ca. L. solanacearum* en el mundo de los que se han encontrado dos en España, los haplotipos D y E, que afectan a los cultivos de zanahoria y

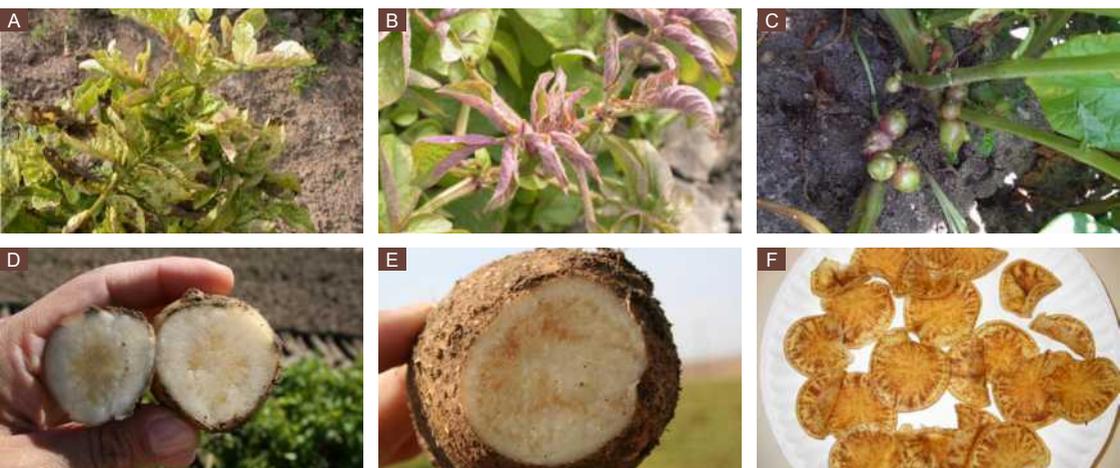


Figura 3. Síntomas de zebra chip en la papa: A, hojas amarillentas y cloróticas; B, hojas acucharadas y con bordes rojizos; C, tubérculos aéreos; D y E, tubérculos con estrías; F, coloración característica en forma de líneas radiales oscuras que presenta el interior del tubérculo al freírse. (A, B, D, E, F: <https://gd.eppo.int>; C: Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACYL)).

se transmiten a través del vector *B. trigonica* (Alfaro-Fernández y col., 2017; Teresani, 2014). En el año 2016 se detectaron tubérculos de papas con síntomas con el haplotipo E en la Comunidad Autónoma de Cantabria, siendo el primer caso de *Ca. L. solanacearum* en Europa en cultivo de papa (Asensio y col., 2017). Por lo tanto, teniendo en cuenta: (i) la importancia del cultivo de la papa en Canarias, (ii) la presencia de *Ca. L. solanacearum* asociado a otros cultivos y (iii) la detección en la península ibérica de papas sintomáticas afectadas por *Ca. L. solanacearum* (haplotipo E) se ha considerado de interés realizar una prospección por zonas productoras de papa de Tenerife en la que estudiar la posible presencia de esta bacteria y de psílidos vectores.

## OBJETIVO

Determinar si en los cultivos de papa de Tenerife se encuentra la enfermedad conocida como zebra chip: el agente etiológico de la misma (*Candidatus Liberibacter solanacearum*) y/o su vector (*Bactericera cockerelli*).



## MATERIALES Y MÉTODOS

### Prospección

Para llevar a cabo la prospección se contó con el asesoramiento de las Agencias de Extensión Agraria del Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo de Tenerife en los recorridos que se realizan para la preparación de los avisos fitosanitarios de la papa. La tabla 1 y la figura 4 muestran la distribución de las parcelas visitadas.

<b>Fecha</b>	<b>Agencia de Extensión Agraria</b>	<b>Municipio</b>	<b>Nº de Localizaciones</b>	<b>Nº de Muestras</b>	<b>Superficie muestreada (m<sup>2</sup>)</b>
21/03/17	La Laguna	La Laguna	1	2	1.270
		El Rosario	3	3	3.330
20/03/17	Tacoronte	Santa Úrsula	2	3	4.350
		La Matanza	1	1	2.600
27/03/17	La Orotava	La Orotava	6	6	17.840
29/03/17	Buenavista	Buenavista	4	6	14.660
		Los Silos	2	2	1.750
		Tanque	1	2	170
04/04/17	Icod	Icod	4	5	2.380
		Garachico	2	2	1.350
18/04/17	Granadilla	Granadilla	2	5	2.110
		Vilaflor	1	2	6.000
04/05/17	Icod	Icod	2	7	9.840
10/05/17	Arico	Arico	2	4	1.430
		Fasnia	5	5	1.100
16/05/17	Güímar	Arafo	2	3	1.050
		Güímar	4	6	6.900

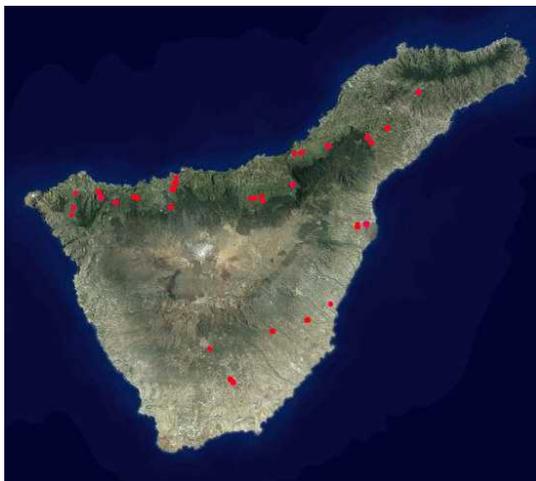


Figura 4. Mapa de distribución de las parcelas de papa prospectadas.

Se elaboró un formulario para recoger la información de interés de cada parcela: datos del agricultor y de la finca, coordenadas del emplazamiento, tipo de cultivo, variedad, fecha de plantación, listado de daños visibles, estado fenológico del cultivo, tratamientos fitosanitarios y observaciones.

A la llegada a la parcela se realizó una inspección visual general caminando por los bordes del cultivo y entre las plantas de papa, buscando en las hojas: huevos, ninfas o adultos, en un mínimo de 20 plantas. Además, se realizaron opcionalmente dos pasadas con una manga con red de malla fina para atrapar insectos en caso de que se observaran al caminar entre el cultivo. Los insectos capturados se recogieron con un chupóptero y se conservaron hasta su observación y análisis en el laboratorio a 5-8°C en una solución de etanol con glicerol al 5%.

A continuación, se buscaron plantas con síntomas similares a los descritos para zebra chip como: hojas acucharadas, cloróticas o deformadas, amarillos, enrojecimientos, enanismo y tubérculos aéreos. En la Figura 5 se muestran algunos de estos síntomas. En el caso de no encontrar plantas sintomáticas, se recogieron aleatoriamente muestras de plantas asintomáticas. Se recogieron 1-3 plantas por parcela visitada.



Figura 5. A, hojas acucharadas; B, coloraciones rojizas; C y D, tubérculos aéreos.

Se recogieron principalmente muestras de la parte aérea de la planta y de la zona radicular de cultivos en estadios anteriores a la floración o en floración, evitando las primeras etapas de cultivo ya que apenas presentan masa foliar desarrollada. Tampoco se recogieron muestras de plantas en los estadios finales del cultivo, ya que en ese momento las ramas de la planta están muy deterioradas, presentan coloraciones amarillas, hojas acucharadas y mal aspecto en general. En esta fase no se puede distinguir si estos síntomas se deben al estadio del cultivo o son consecuencia de una enfermedad.

A la hora de recoger las muestras, se utilizó un cuchillo esterilizado para cortar la hoja, que se introdujo en una bolsa de plástico individual con el nombre de la zona o la finca, un número de registro y la fecha. Para ayudar a la ubicación de la planta se utilizó la aplicación GPS Map Camera que proporciona una fotografía con las coordenadas de la localización (Figura 6).



Figura 6. Vista de pantalla de la aplicación GPS Map Camera.

En el laboratorio se realizó el procesamiento del material recogido en campo. Se fotografiaron todos los folíolos de cada planta juntos y por separado, y se anotaron todas las observaciones relevantes que se pudieran apreciar a simple vista. Se buscaron insectos, huevos u otros restos de interés bajo la lupa binocular (Nikon SMZ645). Los insectos encontrados se introdujeron en tubos de ensayo en etanol absoluto con glicerol al 5% para su conservación en nevera y poder clasificarlos o analizarlos posteriormente.

### Preparación de la muestra para la detección de *Ca. L. solanacearum*

Las muestras foliares recogidas en campo se limpiaron de restos de suciedad y productos fitosanitarios. Se recortaron los nervios centrales y se introdujeron en una bolsa de extracción BIOREBA hasta completar aproximadamente 1 g de material vegetal donde se trituró con un homogeneizador manual (Bioreba homogenizer hand model Art. No. 400014). A continuación, se añadieron 10 ml/g de tampón de extracción PBS (tampón fosfato salino). Los extractos de las hojas mezclados con el tampón se homogeneizaron. El extracto de la muestra se congeló en tubos Eppendorf de 1,5 ml a -20°C si no se iba a utilizar inmediatamente, y



para su conservación (Figura 7). Para la extracción del ADN de los triturados de las muestras se utilizó el método de bromuro de cetil-trimetil amonio (CTAB) formulado por Murray y Thompson (1980). Los extractos de ADN obtenidos se analizaron o se congelaron a  $-80^{\circ}\text{C}$  hasta su uso.

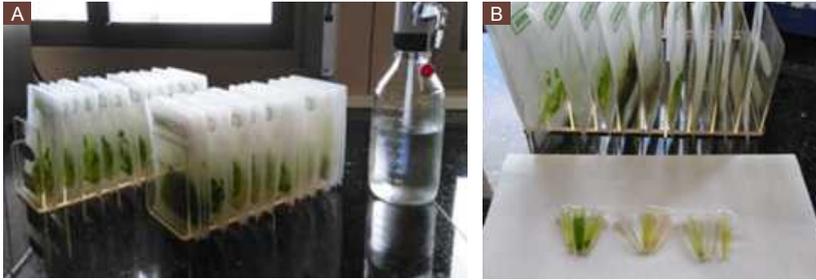


Figura 7. A, bolsas BIOREBA con el extracto vegetal y tampón de extracción; B, bolsas con el extracto en tampón y tubos Eppendorf con el extracto listo para congelar.

### Detección de *Ca. L. solanacearum* en el extracto vegetal mediante PCR en tiempo real

Para la detección de *Ca. L. solanacearum* se utilizó un kit específico de la marca Plant Print Diagnòstics. Este protocolo está citado en la norma que describe la *European and Mediterranean Plant Protection Organization* (EPPO) para el sistema de control de *B. cockerelli* y del patógeno bacteriano *Ca. L. solanacearum*. Este kit es capaz de detectar todos los haplotipos de la bacteria. Para la PCR en tiempo real se utilizó un equipo Applied Biosystems StepOnePlus programado como recomendaba el fabricante del kit, controlado por el programa StepOne 2.0 (Figura 8).



Figura 8. Procedimiento de detección de *Ca. L. solanacearum* mediante PCR en tiempo real (Teresani, 2014): A, muestras a analizar y microplacas de PCR; B, equipo de PCR en tiempo real (Applied Biosystems StepOnePlus); C, lectura de positivos en la pantalla.

### Detección de otros organismos nocivos (fitoplasmas, PLRV y Rhizoctonia)

Para la detección de fitoplasmas mediante PCR en tiempo real se utilizó el protocolo descrito por Hren y col. (2007) empleando el equipo citado anteriormente.

La detección de PLRV se realizó mediante análisis ELISA-DAS (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay - Double Antibody Sandwich) utilizando un kit específico de la empresa BIOREBA AG (OLRV N° Art. 110675). El procedimiento utilizado fue el descrito por el fabricante (Figura 9).



Figura 9. Detección de PLRV mediante ELISA-DAS: A, microplaca preparada para la lectura en el equipo BIO-TEX ELx800; B, microplaca con pocillos positivos coloreados.

La detección de Rhizoctonia se realizó bajo la lupa binocular (Nikon SMZ645) y el microscopio (Nikon Eclipse 80i) sobre fragmentos de tallo o raíces para localizar rizomorfos y esclerocios.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante las visitas a campo se recogieron muestras de variedades de papas antiguas de Canarias y de papas de consumo obtenidas de variedades de siembra de importación. Se visitaron 45 parcelas en las que se recogieron 67 muestras. Los resultados de las prospecciones de papa se muestran en la tabla 2. Del total de las fincas visitadas, el 69% presentaba plantas con alguno de los síntomas similares a los descritos para zebra chip que se recogieron para su análisis y en el otro 31% se tomaron aleatoriamente de 1 a 3 muestras asintomáticas. El síntoma observado con más frecuencia fue el de hojas deformadas con un porcentaje del 36%, seguido de los amarillosos con un 33,8%, hojas acucharadas



con un 18%, hojas moradas con un 16,9%, hojas cloróticas con un 10,7%, plantas con tubérculos aéreos con un 6% y, por último, el síntoma menos frecuente fue el enanismo con un 4,6%.

**Tabla 2. Resultados de la prospección en cultivos de papa**

Agencia de Extensión Agraria	Municipio	Fecha	Nº de parcelas	Nº de Muestras	Psíli-dos	Ca. L. sola-nacearum	Fito-plasmas	PLRV	Rhizoc-tonia
La Laguna	La Laguna	21/03/17	2	2	-	-	-	-	-
	El Rosario		3	3	-	-	-	-	-
Tacoronte	Santa Úrsula	20/03/17	2	3	-	-	-	-	-
	La Ma-tanza		1	1	-	-	-	-	-
La Orotava	La Orotava	27/03/17	6	6	-	-	-	4	-
Buenavista del Norte	Buena-vista	29/03/17	4	6	-	-	2	1	-
	Los Silos		2	2	-	-	-	1	-
	Tanque		1	2	-	-	-	-	-
Icod de los Vinos	Icod	04/04/17	4	5	-	-	-	1	-
	Garachico		2	2	-	-	-	-	-
Granadilla	Granadilla	18/04/17	2	5	-	-	-	1	-
	Vilaflor		1	2	-	-	-	-	-
Icod	Icod	04/05/17	2	7	-	-	-	1	1
Arico	Arico	10/05/17	2	4	-	-	-	1	1
	Fasnía		5	5	-	-	2	2	-
Güímar	Arafo	16/05/17	2	3	-	-	-	1	-
	Güímar		4	6	-	-	-	1	-

De las 67 muestras de papa obtenidas y analizadas para la detección de *Ca. L. solanacearum* mediante PCR en tiempo real ninguna fue positiva. En ninguna de las parcelas visitadas se detectó la presencia de *B. trigonica* ni ningún otro psílido mediante el uso de la manga entomológica ni mediante el análisis visual.

Los análisis realizados dieron como resultado que cuatro de las muestras recogidas fueron positivas a fitoplasmas. Las muestras mostraban síntomas de hojas acucharadas y deformes principalmente. Una de las muestras asintomáticas resultó también positiva a fitoplasmas (Figura 10).



Figura 10. Plantas en las que se detectaron fitoplasmas y PLRV: A, hoja con escasos síntomas y positiva a fitoplasmas y PLRV; B, hoja con síntomas y positiva a fitoplasmas.

Catorce de las muestras resultaron positivas en el test ELISA realizado para la detección del virus del enrollado de la hoja de la papa (PLRV). Los síntomas más repetidos en estas muestras fueron hojas abarquilladas y con los bordes de color morado rojizo (Figura 11), dos de las muestras que resultaron positivas provenían de plantas asintomáticas.



Figura 11. Plantas en las que se detectó PLRV: A, hoja con foliolos abarquillados y con los bordes de coloraciones rojizas; B, vista general de planta con hojas retorcidas y rojizas positiva para PLRV.

Solamente dos de las muestras fueron positivas para *Rhizoctonia*. Las muestras presentaban enanismo, tubérculos aéreos, coloraciones oscuras en el tallo y algunas hifas superficiales (Figura 12). Después de llevar las plantas enteras al laboratorio y realizar las observaciones correspondientes a la lupa y al microscopio óptico, se concluyó que estaban afectadas de *Rhizoctonia* al de-



tectarse rizomorfos y esclerocios en cuello y/o tubérculo.



Figura 12. Plantas en las que se detectó *Rhizoctonia*: A, planta con tubérculos aéreos y cuello oscuro; B, detalle de tubérculos aéreos en las axilas de los folíolos de la planta.

Desde abril de 2017 el Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente ha implantado en todo el territorio español un Plan de Contingencia con el objetivo de detectar y controlar la presencia de *Ca. L. solanacearum* en los cultivos de papa. Los laboratorios de diagnóstico de cada Comunidad Autónoma son responsables de analizar las muestras de papa recibidas de las inspecciones y alertar en caso de un positivo.

El único caso de *Ca. L. solanacearum* declarado en España y dentro de la Unión Europea en tubérculos de papa sintomáticos, fue registrado en diciembre de 2016 en la Comunidad Autónoma de Cantabria. También se han desarrollado otros estudios académicos en Salamanca y Segovia sobre la presencia de psíldos en el cultivo de la papa. Antolínez y col. (2019) obtiene resultados similares a los de este estudio, encontrando únicamente la presencia de *B. nigricornis* en papa, aunque en muy bajas cantidades. Este psílido no se encuentra presente en las Islas Canarias. En el momento en el que se realiza este trabajo no hay constancia oficial de otros estudios de *Ca. L. solanacearum* y sus vectores en el cultivo de la papa en Canarias.

## CONCLUSIONES

**1.-**En las prospecciones realizadas en cultivos de papa de Tenerife no se han encontrado plantas afectadas por zebra chip: no se encontraron psíldos asociados al cultivo ni se detectó *Candidatus Liberibacter solanacearum* en ninguna de las muestras de papa analizadas.

**2.-** Sin embargo, en los cultivos de papa visitados se observaron síntomas similares a los descritos para zebra chip en el 69% de las parcelas visitadas como: hojas deformadas (36%), amarilleos (33,8%), hojas acucharadas (18%), hojas moradas (16,9%), hojas cloróticas (10,7%), plantas con tubérculos aéreos (6%) y plantas que presentaban enanismo (4,6%).

**3.-** Los análisis de las muestras de papas con dichos síntomas permitieron detectar: fitoplasmas (3 muestras con hojas acucharadas y deformes), virus del enrollado de la hoja de la papa (PLRV) (12 positivos con síntomas principalmente de hojas acucharadas o deformes y coloraciones rojizas), Rhizoctonia (2 muestras con coloraciones oscuras en los tallos, enanismo y tubérculos aéreos). Además, se detectaron patógenos en muestras asintomáticas (2 casos de PLRV y 1 de fitoplasmas en las 16 plantas asintomáticas analizadas).

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a los Agentes de Extensión Agraria y Desarrollo Rural de Tenerife: David Hernández (La Laguna), Zoilo García (Tacoronte), Vicente Melián (Icod), Eugenia Trujillo (La Orotava), Carlos Rodríguez (Granadilla), Eduardo Pérez (Buenavista), Óscar Saavedra (Güímar) y Carlos Díaz (Arico) por su ayuda. A todos los agricultores que permitieron visitar y recoger muestras e información en sus parcelas. A Antonio González Hernández como responsable del Servicio de Sanidad Vegetal de la Dirección General de Agricultura del Gobierno de Canarias por permitir la realización de parte de los análisis incluidos en este trabajo en el Laboratorio de Sanidad Vegetal. A Moisés Botella Guillén del Laboratorio de Sanidad Vegetal por su ayuda en las detecciones de '*Ca. L. solanacearum*' y fitoplasmas en muestras de psíidos y plantas. Este trabajo ha sido cofinanciado por el proyecto INIA E-RTA2014-0008-C4-01, titulado "Epidemiología de zebra chip, situación de la enfermedad en las principales zonas de productoras de patata en España y detección de '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' en otras solanáceas" del Plan Estatal de I+D+I 2013-2016, del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.



## BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro-Fernández, A., Cebrián, M.C., Villaescusa, F. J., Hermoso de Mendoza, A., Ferrándiz, J. C., SanJuan., y S., Font, M. I. (2012a). First Report of *Candidatus Liberibacter solanacearum* in carrot in Mainland Spain. *Plant Disease*, 96(4), 582-582.
- Alfaro-Fernández, A., Siverio, F., Cebrián, M., Villaescusa, F., y Font, M. (2012b). *Candidatus Liberibacter solanacearum* associated with *Bactericera trigonica* affected carrots in the Canary Islands. *Plant Disease*, 96(4), 581.
- Alfaro-Fernández, A., Font, M., y Hernández-Llopis, D. (2017). Haplotypes of *Candidatus Liberibacter solanacearum* identified in Umbeliferous crops in Spain. *European Journal of Plant Pathology*, 149, (1), 127-131. doi: 10.1007/s10658-017-1172-2.
- Antolínez, A., Aranzazu Moreno, A., Ontiveros, I., Pla, I., Plaza, M., Sanjuan, S., Palomo, J.L., Sjölund, J., Summer-Kalkun, J., Arnsdorf, Y., Jeffries, C., Ouvrard, D., Fereres, A. (2019). Seasonal abundance of psyllid species associated with carrots and potato fields in Spain. Preprints (www.preprints.org) Posted: 8 July 2019 doi:10.20944/preprints201907.0094.v1.
- Asensio Sánchez-Manzanera, M.C., Palomo-Gómez, J.L., Santiago-Calvo, Y., Martín-Alonso, I., Bastin, S., Estévez Gil, J.R., Hernández-Suárez, E., Siverio de la Rosa, F. (2017). Detección y evolución de poblaciones de psílidos en cultivo de patata de Castilla y León y Tenerife. Comunicación Oral presentada al X Congreso Nacional de Entomología Aplicada y XVI Jornadas Científicas de la SEEA. Logroño, del 16 al 20 de octubre de 2017. Pp. 51.
- EPPO (2019), European and Mediterranean Plant Protection Organization. [En línea]: [https://www.eppo.int/RESOURCES/eppo\\_databases/global\\_database](https://www.eppo.int/RESOURCES/eppo_databases/global_database) [Último acceso: 30/04/2019].
- Font M.I., Abad P., Albiñana M., Espino A. I., Dally E. L., Davis R. E., Jordá C. (1999). Amarilleos y enrojecimientos en zanahoria: Una enfermedad a diagnóstico. Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas, 25 (3): 405-415.

- Henne, D. C., Workneh, F., Wen, A., Price, J. A., Pasche, J. S., Gudmestad, N. C., y Rush, C. M. (2010). Characterization and epidemiological significance of potato plants grown from seed tubers affected by Zebra Chip disease. *Plant Disease*, 94(6), 659-665.
- Hren, M., Boben, J., Rotter, A., Kralj, P., Gruden, K. y Ravnikar, M. (2007). Real-time PCR detection systems for *Flavescence dorée* and *Bois noir* phytoplasmas in grapevine: comparison with conventional PCR detection and application in diagnostics. *Plant Pathology*, 56, 785-796.
- Liefting, L. W., Weir, B. S., Pennycook, S. R., Clover, G. R. G. (2009). *Candidatus Liberibacter solanacearum*, associated with plants in the family Solanaceae. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 59, 2274-2276.
- Munyaneza, J.E., Crosslin, J.M., Upton, J.E. (2007). Association of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) with "Zebra Chip" a new potato disease in southwestern United States and Mexico. *Journal of Economic Entomology*, 100(3), 656-663.
- Munyaneza, J.E. (2012). Zebra chip disease of potato: Biology, epidemiology, and management. *American journal of potato research* 89 (5), 329.
- Munyaneza, J.E., Fisher, T.W., Sengoda, V.G. y Garczynski, S.F. (2010a). First report of *Candidatus Liberibacter solanacearum* associated with psyllid-affected carrots in Europe. *Plant Disease*, 94,639.
- Munyaneza, J.E., Fisher, T.W., Sengoda, V.G., Garczynski, S.F., Nissinen, A. y Lemmetty, A. (2010b). Association of *Candidatus Liberibacter solanacearum* with the psyllid *Triozza apicalis* (hemiptera: Triozidae) in Europe. *Journal of Economical Entomology*, 103, 1060-1070.
- Munyaneza, J.E., Sengoda, V.G., Buchman, J.L., y Fisher, T.W. (2012). Effects of temperature on *Candidatus Liberibacter solanacearum* and zebra chip potato disease symptom development. *Plant Disease*. 96 (1), 18-23.



- Murray, M.G. y Thompson, W.F. (1980). Rapid isolation of high molecular weight plant DNA. *Nucleic Acids Res* 8, 4321–4325.
- Teresani, G. (2014). *Candidatus Liberibacter solanacearum*: detection, characterization, new hosts and epidemiology in Spain. [Tesis doctoral no publicada]. Universitat Politècnica de València. doi:10.4995/Thesis/10251/48459.

#### **AUTORES:**

##### **Ilenia Martín Alonso**

Ingeniera Agrícola y del Medio Rural

##### **Santiago Perera González**

Ingeniero Agrónomo. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo Insular de Tenerife

##### **Felipe Siverio de la Rosa**

Investigador ICIA y Técnico Superior de la Sección de Laboratorio de Sanidad Vegetal

#### **PUBLICACIÓN FINANCIADA POR:**

##### **Dirección General de Agricultura. Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca**

Gobierno de Canarias

**Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) y FEDER** (Proyecto E-RTA2014-00008-C04)

#### **COLABORA:**

##### **Gestión del Medio Rural de Canarias, SAU**

Área de Agricultura - División de Proyectos

© del texto: Los autores

© de las imágenes: Autores de la publicación y autores citados

Octubre 2019





# INFORME TÉCNICO

Prospección y estudio de zebra chip de la papa en Tenerife asociada a *Candidatus Liberibacter solanacearum* y de sus vectores

