

# AVANCES CIENTÍFICOS EN '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' EN EL CONTEXTO EUROPEO

**Silvia Barbé, Inmaculada Navarro, Félix Morán, Ester Marco-Noales**

Centro de Protección Vegetal y Biotecnología, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Moncada (Valencia)

## RESUMEN

'*Candidatus Liberibacter solanacearum*' (CaLsol) es una bacteria asociada a enfermedades de elevado impacto económico para determinados cultivos como la patata, el tomate y el pimiento en América y Oceanía, y la zanahoria, el apio y la chirivía en Europa. La dispersión de la enfermedad se debe principalmente a ciertas especies de insectos (psílidos) que se alimentan del floema de las plantas hospedadoras de la bacteria, ya que ésta vive en los vasos conductores de savia elaborada. Las preferencias en la alimentación de los psílidos explican, parcialmente, la diferencia de hospedadores vegetales y la epidemiología de CaLsol en los distintos continentes. Además de esta vía principal de transmisión que constituyen los insectos vectores, estudios recientes con bancos de semillas comerciales de diversos orígenes han revelado que un gran porcentaje de las mismas eran portadoras de la bacteria, pudiendo constituir una fuente de inóculo en áreas libres de la enfermedad. En el contexto del proyecto de investigación europeo POnTE (*Pest Organisms Threatening Europe*), que tiene como principal objetivo reducir el riesgo de introducción o el impacto de determinados organismos fitopatógenos, se está trabajando tanto en aspectos de diagnóstico como de epidemiología y control de CaLsol.

## INTRODUCCIÓN

'*Candidatus Liberibacter solanacearum*' (CaLsol) es una bacteria fitopatógena Gram-negativa perteneciente a la familia de las Rizobiáceas que, hasta el momento, no se ha podido aislar ni cultivar en laboratorio, dificultando así su estudio. Es una bacteria restringida al floema de la planta y la hemolinfa del insecto vector. Las plantas hospedadoras pertenecen a las familias de las Apiáceas y las Solanáceas, en las que se incluyen cultivos tan importantes como el apio, la chirivía o la zanahoria y la patata, el tomate o el

pimiento, respectivamente. Son cultivos estratégicos social y económicamente, porque sus productos se consideran básicos en la alimentación a nivel mundial.

La principal vía de dispersión de la bacteria en campo es mediante insectos vectores del orden de los hemípteros. Se trata de diferentes especies de psílidos, según la región geográfica, que, al alimentarse de la savia elaborada, pueden adquirir la bacteria de plantas infectadas y transmitirla a plantas sanas. Existen referencias bibliográficas sobre otras posibles vías de transmisión, como los tubérculos o las semillas, por lo que se deben extremar las precauciones para evitar la introducción de la bacteria por estos medios en zonas libres de la enfermedad.

Se ha establecido una clasificación de las bacterias asociadas a estas enfermedades en lo que se denominan haplotipos, que son grupos dentro de una misma especie que presentan pequeñas diferencias genéticas. La diferenciación de los haplotipos se puede relacionar con su distribución geográfica, las especies de psilas transmisoras y los hospedadores vegetales a los que pueden infectar. Los haplotipos descritos en América y Oceanía afectan a cultivos de solanáceas como la patata, el tomate o el pimiento, y no están descritos en Europa, por lo que tanto ellos como sus vectores se consideran plagas de cuarentena, y se han de extremar las medidas para evitar su introducción. En el continente europeo los haplotipos de la bacteria que se han encontrado afectan principalmente a apio, chirivía y zanahoria, y la introducción de un insecto vector no presente todavía o un nuevo haplotipo podría incrementar los daños que causa esta bacteria en la agricultura europea al afectar a cultivos de primer orden como la patata.

## ENFERMEDADES ASOCIADAS

CaLsol está asociado a diferentes enfermedades en especies de plantas hortícolas solanáceas y apiáceas, por lo que en cada hospedador se relaciona con diferentes síntomas. La primera enfermedad descrita asociada a esta bacteria, y la más importante, es la enfermedad del *Zebra chip* en patata. En las plantas de patata infectadas se puede observar un enrollamiento de las hojas, que además tienen un tama-

ño reducido y presentan amarilleamientos y coloraciones púrpuras. Los entrenudos de las plantas infectadas son más reducidos y los nudos, que se desarrollan en zig-zag, están abultados y presentan yemas axilares. Estas plantas tienen senescencia precoz y tienden a formar tubérculos aéreos. Los tubérculos afectados, que producen plantas enfermas no capaces de tuberizar, no son comercializables por su pequeño tamaño y la tonalidad parda en los radios medulares con moteados necróticos, de ahí el nombre de *Zebra chip*.

En plantas de tomate y pimiento CaLsol produce la enfermedad conocida como "amarilleamiento de los psíidos". En tomate, al igual que en la patata, se produce un enrollamiento y clorosis de los folíolos y las plantas muestran un tamaño más reducido y escasa producción de frutos. Además, las nervaduras se ennegrecen y en determinados cultivares los frutos tienen formas irregulares. En pimiento es típico el enanismo de las plantas afectadas, así como su enrollamiento, deformación y amarilleamiento; también aparecen entrenudos cortos, hojas jóvenes cloróticas o con una coloración muy pálida y ápices acucharados y acabados en punta. La producción de pimiento se reduce drásticamente debido al aborto de las flores.

En los cultivos de chirivía, zanahoria y apio, las plantas afectadas muestran evidentes desajustes vegetativos. Sus hojas presentan una coloración amarilla o púrpura y adquieren un aspecto rizado (Figura 1). Es muy común observar en las plantas afectadas una sobreproducción de hojas con tallos filiformes enrollados entre sí. Las raíces de las chirivías y zanahorias afectadas presentan un retraso en el crecimiento, adquieren un aspecto filiforme y su eje vertical está torcido. Es también característica la formación de raicillas secundarias, y en

**Figura 1. Campos de cultivo de zanahoria en Europa. Proliferación exagerada de los brotes en zanahorias afectadas con CaLsol (A y B); coloración púrpura de las hojas de estas zanahorias (C); parcela experimental del proyecto PONTE en Villena, España (D); síntomas de amarilleamiento asociados a CaLsol en Finlandia (E) (Fotos A, B, C y D: IVIA; foto E: PONTE – LUKE).**



**Figura 2. Oscurecimiento del tejido vascular en chirivía. Fotografía: PONTE – Cooperativa Agrícola Villena.**



chirivía se ha descrito en ocasiones el oscurecimiento de los haces vasculares de las raíces (Figura 2). En apio, lo más común es la proliferación de hojas, su aspecto filiforme y el retorcimiento de las mismas en forma de espiral, todo lo cual los hace no comercializables (Figura 3). En otros hospedadores de CaLsol como perejil, perejil de raíz ▶▶▶

y perifollo, también se ha observado la proliferación exagerada de los brotes, el amarilleamiento y rizado de las hojas, y la proliferación de raicillas secundarias (Figura 4).

El desarrollo de síntomas y la severidad de los mismos en las plantas infectadas por CaLsol dependen de la especie y el cultivar de la planta y de las condiciones ambientales, ya que ciertos factores, como la temperatura, pueden afectar al crecimiento de la bacteria y, por lo tanto, a la producción de síntomas. En el proyecto de investigación POnTE se ha observado que a temperaturas de entre 20 y 25°C se incrementa la multiplicación de CaLsol en las plantas de zanahoria infectadas, y después de 32-35 días desde el inicio de la infección la bacteria está ya distribuida por todas las partes de la planta infectada y no solo alrededor del punto de inoculación.

### BIOGEOGRAFÍA DE 'CANDIDATUS LIBERIBACTER SOLANACEARUM' Y SUS INSECTOS VECTORES

Las enfermedades y los desarreglos vegetativos asociados a CaLsol se han descrito, principalmente, en cultivos de solanáceas en Norteamérica y Nueva Zelanda y en apiáceas en Europa. En Europa, la primera detección de CaLsol fue en Finlandia y después se ha detectado en diferentes zonas del continente, como Noruega y Suecia, fundamentalmente en cultivos de zanahoria. En España CaLsol se ha descrito en zanahoria, chirivía, apio y perejil, al igual que en Francia, en donde también se ha detectado en perifollo e hinojo. En algunos de estos hospedadores los síntomas de enfermedad son muy evidentes, lo que sugiere que la bacteria se encuentra infectando una gama más amplia de hospedadores apiáceos de lo que en un principio podía imaginarse. En España también se ha detectado la bacteria en patata, pero no los haplotipos asociados a la enfermedad del *Zebra chip*, sino el haplotipo que está relacionado con apiáceas; además, tampoco se ha descrito la presencia del principal psílido transmisor en patata. Los vectores presentes en España en los cultivos de zanahoria, chirivía o apio infectados con CaLsol no constituyen un riesgo para la transmisión de la bacteria a la patata, por la que no tienen preferencia y de la que solo se alimentan de forma esporádica (cuando hay mucha presión de población y hay cultivos de la solanácea cercanos) sin llegar a establecer colonias, con lo que el riesgo de epidemia en patata está hoy por hoy descartado.

**Figura 3. Proliferación exagerada y aspecto filiforme y retorcido de las hojas en apio infectado por CaLsol: POnTE – IVIA.**



De manera similar, recientemente se ha descrito la presencia de CaLsol en otras especies vegetales, como plantas arvenses y silvestres próximas a cultivos hospedadores, que podrían actuar como reservorio de la enfermedad. El proyecto POnTE, en línea con el objetivo de minimizar el riesgo de introducción de determinados haplotipos de la bacteria y evitar el daño que podrían ocasionar los insectos vectores que pudieran dispersarla en cultivos solanáceos en la Unión Europea, aborda estudios de identificación de nuevas plantas susceptibles o plantas reservorio, que actúan como fuente de inóculo de la bacteria, y de identificación de nuevas especies de psíidos vectores.

La clasificación de CaLsol en diferentes haplotipos está basada en pequeñas variaciones genéticas dentro de la misma especie bacteriana. Actualmente diferenciamos los haplotipos A y B, que causan enfermedades en cultivos de solanáceas en Norteamérica, América central y Nueva Zelanda, y los haplotipos C, D, E, y el recientemente descrito haplotipo U, en Europa, donde la enfermedad se ha registrado únicamente en cultivos de apiáceas. El principal vector transmisor de la enfermedad en solanáceas (haplotipos A y B) es el psílido *Bactericera cockerelli*, no presente en Europa y considerado en este territorio una plaga de cuarentena por las grandes pérdidas que causa en la agricultura de aquellos países donde ha sido identificado. En Finlandia, Alemania y Escandinavia el haplotipo C se transmite principalmente por el psílido *Trioza apicalis*, mientras que *B. trigonica* (Figura 5) es el principal responsable de la dispersión de los haplotipos D y E en el norte de África e Israel, y también en España en apio y zanahoria. Aunque estos son los principales vectores de transmisión de CaLsol, otros psíidos también pueden adquirir la bacteria, como *B. nigricornis* y *B. tremblayi*. Para la correcta identificación de las especies de psíidos vectores, en el marco del POnTE se han iniciado estudios que combinan técnicas de taxonomía clásica con la taxonomía molecular mediante amplificación y secuenciación de determinadas regiones de ADN del insecto. Además, se están estudiando a fondo los hábitos de alimentación de los vectores en los diferentes hospedadores vegetales, su comportamiento en los cultivos, la ovoposición y la transmisión vertical de la bacteria en cada especie, entre otros aspectos. De esta forma es como se ha conseguido comprobar que *B. trigonica* no es capaz de colonizar las plantas de pa- ▶▶▶



# FERTINAGRO

## BIOTECH



**PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN INTEGRAL**

**PFI®**

**Programas nutricionales**  
Sostenibles, personalizados y completos  
LLÁMANOS, PODEMOS AYUDARTE



**FERTINAGRO**  
MÁS POR MENOS

info@fertinagro.es | 900 802 530 (Teléfono gratuito)

[www.fertinagro.es](http://www.fertinagro.es)

tata y, por consiguiente, no puede transmitir eficazmente la bacteria. Además, esta especie de psílido prefiere alimentarse y ovopositar las plantas de zanahoria y apio, por lo que se produce una alta tasa de transmisión de la bacteria en estos dos cultivos, mientras que la transmisión de la bacteria de plantas apiáceas a solanáceas es muy bajo. En el caso de *B. tremblayi* se ha demostrado que tiene preferencia por la zanahoria y el puerro, pero no por la patata y, aunque es capaz de adquirir la bacteria, es incapaz de transmitirla, por lo tanto no puede ser considerado un vector de la enfermedad.

La identificación de nuevas plantas hospedadoras y potenciales especies de psílicos vectores en Europa, que se está llevando a cabo en el proyecto POnTE, permitió identificar, en Finlandia, en el psílido *T. urticae* y en ortiga (*Urtica dioica*, *Urticaceae*) un haplotipo bacteriano no descrito hasta la fecha, relacionado filogenéticamente con el A y D, al que se le ha denominado haplotipo U. Además, este mismo estudio y uno adicional en el Reino Unido han revelado la presencia de la bacteria en perifollo verde (*Anthriscus sylvestris*), chirivías y otras apiáceas, con signos de decoloración en las hojas, y también en el psílido *T. anthrisci*. El estudio del haplotipo en estos nuevos hospedadores mostró que difería del descrito con anterioridad en estas mismas zonas en años anteriores (el haplotipo C), pudiéndose tratar de un nuevo haplotipo, aunque es una investigación todavía en curso. Todo esto confirma la hipótesis de la amplia gama de hospedadores y variedad de tipos genéticos en esta especie bacteriana que se va desvelando conforme avanza el conocimiento científico.

En los primeros años del proyecto POnTE también se describieron desarreglos vegetativos asociados a CaLsol en plantas de zanahoria y tomate en Túnez, y se detectó la presencia en semillas de zanahoria de cultivares locales tunecinos, ampliándose el conocimiento de la enfermedad en territorios próximos de la cuenca mediterránea en donde previamente no estaba descrita. Además, el análisis de las semillas de zanahorias de cultivares locales, no sometidas a

**Figura 4. Sintomatología asociada a CaLsol en diferentes plantas apiáceas como perejil (A), perejil de raíz (B), perifollo (C) y apio-nabo (D), en las que se aprecia una proliferación exagerada de los brotes, el amarilleamiento y rizado de las hojas, la proliferación de raicillas secundarias y retraso en el crecimiento. Foto A: POnTE – INRA; Fotos B, C y D: POnTE – ANSES.**



ningún tipo de tratamiento por no ser comerciales, reveló no solo la presencia de CaLsol en concentraciones elevadas sino también un porcentaje alto de viabilidad de la población, en comparación con los lotes de semillas comerciales de origen europeo. Fue muy interesante comprobar que en las plantas de zanahoria había co-infección con dos haplotipos de la bacteria (E y D), mientras que en sus semillas estaba solo uno de ellos (el D). Investigadores del proyecto POnTE han detectado también recientemente en Israel, por primera vez, el haplotipo D en plantas de zanahoria con una sintomatología evidente, así como en ejemplares del psílido *B. trigonica* capturados en las mismas plantaciones.

### RESERVORIOS DE CALSOL Y ESTRATEGIAS DE CONTROL

El control de las enfermedades asociadas a CaLsol parte, obviamente, de la utilización de lotes de semillas libres de la bacteria, con el fin de evitar su introducción en nuevas zonas, aunque la transmisión de CaLsol por esta vía ►►►

# AGROZONO

# AGRO3

www.agrozononet



## La solución **sin Residuo** para **regeneración** de suelos agrícolas

*"Incorporamos las prácticas agrícolas del Pasado, con la tecnología del Presente para revolucionar la agricultura del Futuro."*

Sin Residuos

Con Cultivo

Sin Plazos

Sostenible

Vídeo Corporativo



PREMIO BIOVAL  
MEJOR  
STARTUP BIOTECH  
2018

Sistema autorizado por el Servicio de Certificación CAEE para la limpieza de sistemas de riego en producción ecológica según la norma RCE 834/2007 que regula la producción ecológica (EUROPA) y en sistemas de riego en producción orgánica según NATIONAL ORGANIC PROGRAM (EEUU)



parece baja. En el marco del proyecto PONTE se está evaluando no solo la presencia sino la viabilidad de la bacteria en lotes comerciales de semillas de zanahoria y chirivía, ya que es importante conocer si las células bacterianas que puedan llegar a detectarse están o no viables y pueden, por tanto, actuar o no como fuente de inóculo. Se han planteado tres tipos de tratamiento, térmico, químico y combinado, con el fin de reducir la viabilidad del agente patógeno sin interferir en la germinación de las semillas, y en este sentido se están realizando ensayos en Francia, Israel, Reino Unido y España, pero todavía no se han obtenido resultados robustos. Varias casas comerciales de semillas, cuyos principales clientes están en el sur de Europa en donde CaLsol y sus psílidos vectores están presentes, también participan en el proyecto PONTE. Estas compañías tienen gran interés en métodos de desinfección de las semillas, ya que la planta productora podría infectarse con CaLsol durante su ciclo de crecimiento y llegar a estar contaminado un alto porcentaje de semillas de un mismo lote comercial, siendo no comercializables en países como Australia y Nueva Zelanda. Las compañías están efectuando ensayos en diferentes localizaciones europeas con apio, chirivía y zanahoria. Realizan análisis para la detección de CaLsol en las semillas y evalúan también su viabilidad, y hasta el momento han observado que tanto la detección como el grado de viabilidad son mayores en las semillas de zanahoria que en las de chirivía, por lo que podrían ser una fuente de inóculo, pero aún no se han obtenido resultados concluyentes.

Los cultivos mayoritarios de apiáceas, chirivía, apio y zanahoria, son los más afectados por la enfermedad, ya que al ser bienales están expuestos a adquirir el organismo patógeno durante mucho tiempo, por lo que el riesgo de producción de semillas contaminadas en estos cultivos es alto, ya que la infección se vuelve sistémica en un período breve. Hay un estudio reciente de tres colecciones históricas de semillas comerciales y no comerciales de especies de apiáceas (en las que se incluyen semillas de apio, chirivía, perejil, apio-nabo y zanahoria) recolectadas a nivel mundial, y en el que se evidencia una alta tasa de infección por CaLsol en los lotes de semillas producidas en Europa. Incluso se ha detectado la bacteria en semillas en las que no se había descrito previamente de manera oficial. Las semillas analizadas más antiguas datan de los años 70 y es llamativo que algunos de estos lotes positivos para CaLsol provienen de países en donde todavía no se había descrito la presencia de la bacteria en especies de apiáceas. En el caso de los lotes comerciales de semillas de zanahoria, obtenidas entre 1973 y 1999, el 63,4% de los lotes analizados procedentes de Europa fueron positivos para la bacteria, en contraste con el 11,5% de los lotes de semillas de fuera de

Figura 5. *Bactericera trigonica*. Foto: PONTE – CSIC-ICA.



Europa. En un porcentaje de estos lotes se logró determinar el haplotipo de la bacteria y en todos ellos, en los que se incluyen lotes de Bretaña, Checoslovaquia, Dinamarca, Holanda, Siria, Egipto y Japón, en donde previamente no se había descrito la presencia de CaLsol, se identificó el haplotipo D. En cuanto a las semillas de apio, únicamente en el 17% de los lotes de semillas analizados, todos ellos de origen europeo, se detectó CaLsol, también el haplotipo D, diferente al E descrito años atrás en plantas sintomáticas de apio en España. En cuanto a los lotes de semillas de apio-nabo, todos de origen europeo, el 20% eran portadores del organismo patógeno, y en uno de estos lotes, de origen alemán, se consiguió determinar el haplotipo C, un haplotipo común en Alemania en zanahorias y psílidos de la especie *T. apicalis*. En el caso del perejil, el 42% de los lotes de semillas analizados, todos ellos de origen europeo, fueron positivos y se detectaron los haplotipos C, D y E, descritos previamente en este hospedador excepto el C. En semillas de chirivía, el 32% de los lotes comerciales analizados fueron positivos, y se pudo identificar el haplotipo E en un lote de Estados Unidos y el D en dos de la República Checa. CaLsol ya se había detectado previamente en semillas y plantas de chirivía sintomáticas. En el estudio de las colecciones de semillas también se detectó la bacteria en semillas obtenidas del medio silvestre del género *Daucus* y *Anthriscus*. En definitiva, en este estudio los autores demuestran que un alto porcentaje de semillas comerciales de zanahoria, chirivía y perejil de origen europeo estaba contaminado por CaLsol. El hecho de que estas semillas fueran recolectadas hace más de 45 años indica que la bacteria lleva presente en nuestro continente al menos desde el año 1973, por lo tanto realmente no es emergente en nuestro territorio ni en Europa en general, sino que actualmente es cuando se está empezando a detectar en campo. La incidencia de CaLsol en las semillas originarias de ▶▶▶



**B·MOX**

**UN COMIENZO POTENTE  
PARA CADA SIEMBRA**

- ▶ Niagara
- ▶ Naval
- ▶ Natuna
- ▶ Namibia
- ▶ Bangor

**Así es la calidad de bejo ▶ [bejo.es](http://bejo.es)**



la cuenca mediterránea europea es mucho mayor que en las del resto del mundo. Puesto que el comercio internacional de semillas de apiáceas es alto, se puede asumir que desde Europa se han estado exportando enormes cantidades de semillas positivas para CaLsol. Sin embargo, en países no pertenecientes a la región euromediterránea, como podría ser la República Checa (chirivía), Dinamarca (zanahoria, perejil), Egipto (zanahoria), Japón (zanahoria), Líbano (zanahoria silvestre y *Daucus aureus*), Holanda (zanahoria, apio, apio-nabo, chirivía), Siria (zanahoria), el Reino Unido (zanahoria, perejil, chirivía), la antigua Checoslovaquia (zanahoria) y la antigua Unión Soviética (zanahoria), la bacteria no se ha detectado en los cultivos probablemente por la ausencia de vectores adecuados o porque las tasas de transmisión sean muy bajas.

El control se basa también en una adecuada prevención. Un elevado porcentaje de plantas portadoras de la bacteria son portadoras latentes en unas condiciones ambientales no favorables para el desarrollo de los síntomas asociados a esta bacteria, y la detección en estas plantas aparentemente sanas es un reto. En este sentido, en el proyecto POnTE también se están realizando ensayos de seguimiento en campo de la enfermedad con el uso de dispositivos ópticos instalados en vehículos terrestres y aéreos no tripulados. Estos sistemas se basan en la toma de imágenes georreferenciadas de los cultivos con cámaras multispectrales, hiperespectrales y térmicas, que son capaces de captar diferentes índices en la vegetación. Las imágenes son procesadas por ordenadores industriales y su interpretación puede ayudar a discriminar las plantas sanas de las enfermas, pero también de plantas infectadas en los primeros estadios que sean asintomáticas. Esta aproximación se complementa con el análisis en el laboratorio mediante técnicas moleculares de amplificación de una secuencia de ADN específica de CaLsol, ya que éstas son muy precisas y sensibles. Además, los vehículos de teledetección también podrían ejecutar acciones relacionadas con el control de la enfermedad, destruyendo las plantas enfermas y reduciendo así la fuente de inóculo en campo. En los campos experimentales se están ensayando también cámaras de precisión para el seguimiento de las poblaciones de vectores, con el fin de estimar el número de vectores en tiempo real para ser capaces de aplicar los tratamientos en el momento más adecuado.

Varios grupos de trabajo de distintos países, en el marco del proyecto POnTE, están evaluando estrategias amigables con el medio ambiente para el control de las poblaciones de los vectores responsables de la transmisión y el avance de la enfermedad. Así, se han ensayado: compuestos químicos, entre los que se incluyen determinados biopesticidas; métodos biológicos, como el uso de *Beauveria bassiana*, un hongo

entomopatógeno que compromete la supervivencia de los psílidos; y métodos físicos, como el cultivo bajo malla, el empleo de aceites minerales de uso hortícola y de caolín. Los ensayos son exclusivamente en cultivo de zanahoria, ya que es el más afectado a nivel europeo. Estos tratamientos, que pretenden combatir los organismos nocivos minimizando los riesgos para la salud humana y el medio ambiente, se rigen por la Directiva Marco de la Unión Europea sobre el Uso Sostenible de los Plaguicidas (Directiva 2009/128/CE) para el manejo integrado de plagas. El caolín se había descrito previamente como un agente eficaz en la lucha de plagas en agricultura ecológica, ya que tiene efecto disuasorio de la ovoposición y de la alimentación de diferentes insectos. Entre los resultados preliminares encontramos que los tratamientos con partículas de caolín en las hojas de las zanahorias reducen eficazmente los huevos y las ninfas de *T.apicalis* y de *B.trigonica*. El problema del uso de este compuesto en el campo es su facilidad de lavado con el riego o la lluvia, por lo que requeriría aplicaciones periódicas. También se han aportado datos de la eficacia de los tratamientos para el control de los psílidos adultos en campos de zanahoria con piretrinas naturales, con el hongo entomopatogénico *B. bassiana* y con aceite de parafina, mientras que los productos basados en maltodextrina han sido los más satisfactorios para el control de los huevos. Sorprendentemente, los resultados *in vitro* no han tenido correspondencia con el nivel poblacional de CaLsol detectado en campo, que ha sido muy alto, por lo que actualmente se están ensayando diferentes tratamientos combinados de estos mismos compuestos y se está estudiando a fondo la población del vector en las zonas tratadas para ajustar el tiempo de administración de esos productos. El cultivo bajo malla, que implica la existencia de una barrera física anti-psílidos, podría garantizar un nivel de infección casi nulo, pero actualmente no es viable por la extensión de los cultivos, y, dependiendo de su diseño y de las condiciones climáticas, podría afectar al desarrollo vegetativo de la zanahoria o del cultivo en cuestión.

## CONCLUSIONES

En la actualidad podemos decir que CaLsol es una bacteria patógena no emergente en los cultivos europeos de apiáceas, principalmente zanahoria, chirivía y apio, pero que ha pasado desapercibida y no ha sido identificada durante mucho tiempo. Solo se producen pérdidas económicas cuando las poblaciones de psílidos vectores aumentan por condiciones ambientales favorables (como ha ocurrido en determinadas campañas en cultivos de zanahoria en Finlandia y España). Aunque en Europa se han descrito los haplotipos C y E, que son capaces de infectar patata, la transmisión

por psílicos vectores en apiáceas desde éstas a patata es muy ineficiente, por ello la mayor preocupación es evitar la introducción de *B. cockerelli*, el psílido que se alimenta del floema de solanáceas (como en el caso del continente americano), que sí permitiría la rápida dispersión de la bacteria en patata y en otras especies de solanáceas como el pimiento y el tomate. En la cuenca mediterránea europea y en Europa en general, la introducción de un vector de estas características conllevaría graves pérdidas económicas, ya que la enfermedad en cultivos estratégicos, como la patata, es muy destructiva y socialmente importante, por ser un producto base en la alimentación.

El proyecto europeo POnTE tiene como objetivo principal, respecto a CaLsol, minimizar el daño que ocasionalmente produce esta bacteria en los cultivos apiáceos en la Unión Europea, y prevenir la introducción de nuevos insectos vectores que podrían transmitir la bacteria a cultivos solanáceos. Ello es abordado desde un punto de vista multidisciplinar, mediante estudios del organismo patógeno en sí, su transmisión, la epidemiología de la enfermedad, los métodos de detección temprana, y los sistemas de diagnóstico sensibles y específicos. Finalmente, el proyecto POnTE tiene también como objetivo evaluar

las consecuencias sociales del daño producido por CaLsol en el cultivo de zanahoria en toda Europa, considerando el impacto económico potencial que tiene, y al mismo tiempo valorar posibles opciones de mitigación.

## REFERENCIAS

- Alfaro-Fernández *et al.* 2012a. *Plant Dis.* 96: 582.  
 Alfaro-Fernández *et al.* 2012b. *Plant Dis.* 96: 581.  
 Alfaro-Fernández *et al.* 2017. *Eur. J. Plant Pathol.* 149 (1): 127-131.  
 Antolínez *et al.* 2017. *Scientific Reports* 7: 45534.  
 Bertolini *et al.* 2014. *Plant Pathol.* 63: 1149-1158.  
 EPPO 2013. *Bull. OEPP/EPPO Bull.* 43: 197-201.  
 Haapalainen *et al.* 2018. *Phytopathol.* 108(8): 925-934.  
 Hajri *et al.* 2017. *Plant Dis.* 101: 1383-1390.  
 Ilardi *et al.* 2016. *J. Plant Pathol.* 98: 369-377.  
 Loiseau *et al.* 2017. *Plant Dis.* 101: 2104-2109.  
 Monger y Jeffries. 2017. *Eur. J. Plant Pathol.* DOI 10.1007/s10658-017-1322-6  
 Munyaneza *et al.* 2010. *Plant Dis.* 94: 639.  
 Munyaneza *et al.* 2012. *Plant Dis.* 96: 18-23.  
 Munyaneza *et al.* 2015. *J. Pot. Res.* 92: 230-235.  
 Nelson *et al.* 2011. *Eur. J. Plant Pathol.* 130: 5-12.  
 Nelson *et al.* 2012. *Eur. J. Plant Pathol.* 135: 633-639.  
 Nissinen *et al.* 2014. *Plant Pathol.* 63: 812-820.  
 Ohtmen *et al.* 2018. *J. Plant Pathol.* 100: 197-207.  
 Secor *et al.* 2009. *Plant Dis.* 93: 574-583.  
 Sjölund *et al.* 2017. *New Dis. Rep.* 36.  
 Tahzima *et al.* 2014. *Plant Dis.* 98(1): 1426. y 2017  
 Teresani *et al.* 2014. *Phytopathol.* 104: 804-811.  
 Teresani *et al.* 2015. *Spanish Agric. Res.* 13. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2015131-6551>



**4\* AÑOS DE GARANTÍA**  
 EN TODA LA GAMA DE TRACTORES  
 T6, T7 y T8 NEW HOLLAND

**GARANTIZADO**

**No podrás quitártelo de la cabeza...**  
 New Holland te ofrece una **garantía de 4 años o hasta 5.000 horas**  
**en toda la gama de tractores T6, T7 y T8**, más confianza y tranquilidad.

CONSULTA EN LOS CONCESIONARIOS NEW HOLLAND DE CASTILLA Y LEÓN  
 ADHERIDOS A LA PROMOCIÓN. VÁLIDO HASTA EL 31/12/2018.  
 \*4 años vinculados a Financiación CNH Capital + Mantenimiento Oficial en Concesionario.

**NEW HOLLAND**  
 AGRICULTURE