



**BOLETÍN INFORMATIVO**  
Número 91 • septiembre 2015  
[www.sef.es](http://www.sef.es)

# SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FITOPATOLOGÍA

- Actualidad
- Máster y Cursos
- Actividades de los Socios
- Publicaciones SEF
- Nuevos Patógenos
- Reuniones y Congresos

## EL ARTÍCULO DEL BOLETÍN

**Estudio y dinámica poblacional de vectores  
potenciales de *Xylella fastidiosa* en el Noreste de España**

**EDITORIAL**3 **NOVEDADES****ACTUALIDAD**4 **REUNIÓN DE LA RED NACIONAL DE MICOTOXINAS Y HONGOS TOXIGÉNICOS Y SUS PROCESOS DE DESCONTAMINACIÓN****CURSOS DE ESPECIALIZACIÓN Y MÁSTER**5 **MÁSTER INTERUNIVERSITARIO EN SANIDAD VEGETAL**5 **MÁSTER INTERUNIVERSITARIO EN PROTECCIÓN INTEGRADA DE CULTIVOS**5 **MÁSTER EN SANIDAD VEGETAL**5 **MÁSTER EN BIOTECNOLOGÍA ALIMENTARIA**6 **ESPECIALISTA EN MICOLOGÍA Y FITOPATOLOGÍA DE ZONAS ÁRIDAS**6 **INNOVACIONES EN EL DIAGNÓSTICO Y GESTIÓN INTEGRADA DE ENFERMEDADES, PLAGAS Y MALAS HIERBAS DE CULTIVOS Y MASAS FORESTALES. 3ª EDICIÓN****ACTIVIDADES DE LOS SOCIOS****TESIS DOCTORALES**7 **ANA I. BORREGO BENJUMEA.** Las enmiendas orgánicas del suelo en el control de las Fusariosis del espárrago y del tomate. IAS-CSIC, Universidad de Córdoba11 **GABRIELA RIBEIRO TERESANI.** '*Candidatus Liberibacter solanacearum*': detection, characterization, new hosts and epidemiology in Spain. IVIA, UPV14 **ROCÍO ARIAS CALDERÓN.** Mejora de olivo para resistencia a la Verticilosis: evaluación de progenies y material silvestre. IFAPA, Universidad de Córdoba17 **ROCÍO CALDERÓN MADRID.** Detection of Verticillium wilt in olive using high-resolution hyperspectral and thermal remote sensing imagery. IAS-CSIC, Universidad de Córdoba21 **CRISTINA GÓMEZ AIX.** Interacción MNSV-planta de melón. Una aproximación transcriptómica y celular. CEBAS-CSIC, Universidad de Murcia24 **MANUEL LÓPEZ GÓMEZ.** Meloidogyne species in cucurbit crops: Characterization and quantification of the host-parasite relationship. IRTA, UPC**LIBROS Y PUBLICACIONES**28 **PUBLICACIONES SEF**31 **PUBLICACIONES DESTACADAS DE LOS SOCIOS SEF****NUEVAS DESCRIPCIONES DE PATÓGENOS EN ESPAÑA**32 **HONGOS Y OOMICETOS**32 **PROCARIOTAS**32 **VIRUS Y VIROIDES**32 **NEMATODOS****REUNIONES Y CONGRESOS**33 **II REUNIÓN DEL GRUPO ESPECIALIZADO EN DETECCIÓN, DIAGNÓSTICO E IDENTIFICACIÓN (GEDDI-SEF)**33 **LA SANIDAD EN LA VID Y FACTORES PRECOSECHA QUE INCIDEN EN LA CALIDAD DEL VINO**33 **5TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TOMATO DISEASES**33 **3RD HEMIPTERAN-PLANT INTERACTIONS SYMPOSIUM****EL ARTÍCULO DEL BOLETÍN**34 **ESTUDIO Y DINÁMICA POBLACIONAL DE VECTORES POTENCIALES DE *XYLELLA FASTIDIOSA* EN EL NORESTE DE ESPAÑA** por A. Laviña, J. Sabaté, y A. Batlle.

## Novedades BOLETÍN Y WEB SEF

Queridos Soci@s:

*Una vez recuperados de unas seguro que reproductoras vacaciones os presentamos una nueva edición del Boletín con información diversa que esperamos os pueda interesar ....*

*El Artículo del Boletín está dedicado a uno de los patógenos más en boga en los últimos meses que ya hemos referido en anteriores Boletines como es la bacteria *Xylella fastidiosa* con un más que interesante artículo sobre los trabajos que desde hace más de una década vienen realizando nuestros colegas del IRTA-Cabrils sobre la la "Dinámica poblacional de vectores potenciales de *Xylella fastidiosa* en el Noroeste de España".*

*En esta edición del Boletín continuamos con la sección que iniciamos en el número anterior sobre "Nuevos Patógenos descritos en España" que incluyen las nuevas descripciones de patógenos publicadas entre julio y septiembre de 2015. Especialmente extensa resulta la sección de reseñas de Tesis Doctorales, lo que sin duda es buena noticia ya que suponen la culminación de duros años de trabajo para todos los nuev@s Doctor@s que son el futuro de nuestra disciplina y de nuestra Sociedad ....*

*Además, como ya viene siendo habitual encontraréis información sobre Cursos de especialización y Máster, así como una relación de congresos y reuniones que organizan nuestros socios. En el apartado de libros como ya sabeis únicamente se incluyen las publicaciones de la SEF, podréis encontrar una relación extensa y actualizada de libros de reciente publicación en la web-SEF. Asimismo se omite la información relativa al listado de próximos Congresos que podréis encontrar completa y actualizada en la web-SEF.*

*Finalmente, os agradecemos vuestras aportaciones de material para la elaboración del Boletín y os animamos a que sigáis enviando toda aquella información que pueda ser de interés para nuestra sociedad como Tesis, cursos, reseñas de congresos a los que habéis asistido, etc.*

L@s Editor@s

## I REUNIÓN DE LA RED NACIONAL DE MICOTOXINAS Y HONGOS TOXIGÉNICOS Y SUS PROCESOS DE DESCONTAMINACIÓN

El pasado 20 de febrero, se realizó en la Facultat de Farmàcia (Universitat de València) presidida por la decana Dra. Teresa Barberá, la primera reunión de la recién creada Red de Excelencia MICOFOOD (AGL2014-52648-REDT) al amparo del Programa Estatal de Fomento de la Investigación Científica y Técnica de Excelencia-Acciones de dinamización «Redes de Excelencia».

La red está coordinada por el Prof. Jordi Mañes Vinuesa (Facultat de Farmacia, Universitat de València) e integrada adeos grupos de investigación de la Facultat de Biología, Universitat de València (Dra. Misericordia Jiménez Escamilla); Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria, Universitat de Lleida (Dr. Vicente Sanchis Almenar); Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid (Dra. Covadonga Vázquez Estévez); Facultad de Farmacia, Universidad de Navarra (Dra. Adela López de Cerain Salsamendi); Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela (Dr. Alberto Cepeda Sáez); Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza (Dr. Agustín Ariño Moneva); Facultad de Veterinaria, Universidad de Extremadura (Dra. María del Mar Rodríguez Jovita) y el Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos- CSIC (Dr. Luis González Candelas).

La finalidad de la red es coordinar el estudio de la presencia de microorganismos productores de micotoxinas en alimentos producidos en España y evaluar el riesgo toxicológico que su ingesta representa, así como la propuesta de tecnología para su eliminación.



# CURSOS DE ESPECIALIZACIÓN

## MÁSTER INTERUNIVERSITARIO EN SANIDAD VEGETAL

Fechas: octubre 2015 a julio 2016



**Preinscripción: a partir de 2 junio 2015**

**INFORMACIÓN:** <http://mastersanidadvegetal.blogs.upv.es/>

## MÁSTER INTERUNIVERSITARIO PROTECCIÓN INTEGRADA DE CULTIVOS

Fechas: octubre 2015 a junio 2016



**Preinscripción: varios plazos de 2 marzo a 15 octubre 2015**

**INFORMACIÓN:** <https://www.ipm.cat/es/index.html>

## MÁSTER EN SANIDAD VEGETAL

Fechas: octubre 2015 a mayo 2016



**Matrícula: a partir de 1 junio 2015**

**INFORMACIÓN:** <http://mastersanidadvegetal.es>

## MÁSTER EN BIOTECNOLOGÍA ALIMENTARIA

Fechas: octubre 2015 a julio 2016



**Matrícula: junio 2015**

**INFORMACIÓN:** <http://udg.edu/biotecal>



**ESPECIALISTA EN MICOLOGÍA Y FITOPATOLOGÍA DE ZONAS ÁRIDAS**

**Fechas:** 2 noviembre 2015 a 28 febrero 2016



**Preinscripción:** 1 a 30 septiembre 2015

**INFORMACIÓN:** [www2.ual.es/mycozonar/especialista.html](http://www2.ual.es/mycozonar/especialista.html)

**INNOVACIONES EN EL DIAGNÓSTICO Y GESTIÓN INTEGRADA DE ENFERMEDADES, PLAGAS Y MALAS HIERBAS DE CULTIVOS Y MASAS FORESTALES. 3ª EDICIÓN**

**Fechas:** enero 2016 a abril 2016



**Preinscripción:** 1 a 20 de noviembre 2015

**Matrícula:** 20 de noviembre a 30 de diciembre 2015

**INFORMACIÓN:** <http://www.uco.es/estudios/idep/sfp/cursos>

## A na I. Borrego Benjumea



Beneficiaria de una beca JAE-Predoc del CSIC, defendió su Tesis doctoral titulada “Las enmiendas orgánicas del suelo en el control de las Fusariosis del espárrago y del tomate” el 11 de diciembre de 2014 en la Universidad de Córdoba (UCO) bajo la dirección del Dr. José M. Melero Vara (Instituto de Agricultura Sostenible, CSIC) y la Dra. María J. Basallote Ureba (Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera “Las Torres-Tomejil”). El tribunal estuvo constituido por los Doctores Antonio Trapero Casas (UCO), Celia Borrero Vega (Biocontrol Technologies S.L.) y Long-Xian Ran (Agricultural University of Hebei, China). La Tesis, con Mención Internacional, recibió la calificación por unanimidad de Sobresaliente *Cum Laude*.



Autora de la Tesis Ana I. Borrego Benjumea

La Podredumbre de raíces y corona (PRC) del espárrago tiene una etiología compleja incluyendo varias especies de *Fusarium*. Su control es difícil debido a la prolongada supervivencia de los patógenos en el suelo y su fácil diseminación con el material de propagación. Además, los cultivares de espárrago suelen tener escasa resistencia, que es difícil de implementar por la amplia diversidad genética dentro de las especies de *Fusarium* patogénicas de espárrago. Por otro lado, para la Fusariosis vascular (FV) del tomate ocasionada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Fol), los cultivares de tomate han mejorado su resistencia a FV durante décadas y proporcionan un cierto grado de tolerancia, pero la aparición y desarrollo de nuevas razas patogénicas supone un problema continuo. Para el manejo de estas enfermedades hay pocas opciones de control químico disponibles. Una alternativa sostenible y ecológica es el uso de enmiendas orgánicas de suelo, que pueden reducir las infecciones por hongos de suelo. Este

trabajo se ha realizado en el marco de la agricultura orgánica, utilizándose residuos de la industria agrícola y pesquera de la zona: gallinaza (GA), pellet comercial de gallinaza (PG), compost de alpeorujo (CA) y emulsión de pescado (EP), como enmiendas orgánicas de suelo en ambos patosistemas *Fusarium* spp./espárrago y *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* / tomate, que están presentes en la mayoría de las zonas de cultivo del mundo y llegan a causar graves pérdidas económicas.

**El primer objetivo** fue evaluar la eficacia de la temperatura y el periodo de incubación del sustrato en combinación con las enmiendas orgánicas GA, PG y CA, en el control de la PRC del espárrago causada, en España, por *Fusarium oxysporum* (Fo), *F. proliferatum* (Fp) y *F. solani* (Fs). La determinación de la viabilidad de los propágulos de los aislados de estas tres especies en un sustrato artificialmente infestado y enmendado que se incubó a 30 ó 35°C durante diferentes periodos (15, 30 ó 45 días) resultó afectada por la temperatura y el periodo de incubación, produciéndose una mayor reducción de aquella cuando se combinó con la aplicación de enmiendas orgánicas. Por lo general, la mayor reducción de la viabilidad se produjo con periodos de incubación más largos (45 días), y a 35°C se alcanzaron mayores pérdidas de viabilidad que a 30°C, siendo PG (al 2 y 1%, p) la enmienda más efectiva. Tras la incubación, se trasplantaron plántulas de espárrago a macetas con los sustratos infestados por las distintas especies de *Fusarium*, y a los tres meses se determinó la severidad de las lesiones en el sistema radical y el peso fresco de las plantas. Los resultados mostraron disminuciones muy significativas de la severidad de síntomas radicales. El inóculo de Fp causó una menor severidad de síntomas de raíz que los de Fo y Fs. La disminución de la severidad de síntomas fue mayor en el tratamiento con PG, así como con GA al 2%. Los incrementos del peso fresco de las plantas de espárrago fueron significativamente elevados para infestaciones del sustrato con Fo y Fs, con cualquiera de las enmiendas orgánicas evaluadas.

**El segundo objetivo** consistió en la identificación y caracterización de 93 aislados de *Fusarium* de 11 plantaciones comerciales de espárrago asociados con la PRC en el Suroeste de Ontario (Canadá), y en la evaluación de la eficacia de enmiendas orgánicas en el control de la enfermedad, mediante su impacto en las poblaciones de los patógenos más importantes y de bacterias del suelo, así como en el desarrollo de la enfermedad. En base a caracteres morfológicos y análisis de PCR con cebadores especie-específicos, se identificaron: el 65,5% de los aislados como *F. oxysporum*, 18,3% como *F. proliferatum*, como *F. solani* y *F. acuminatum* el 6,4%, y el 3,2% fueron *F. redolens*. Posteriores caracterizaciones mediante análisis de PCR con inter-secuencias simples repetidas (ISSR) revelaron una considerable variabilidad intra- e interespecífica. Las pruebas de patogenicidad mostraron un amplio rango de agresividad entre aislados, siendo el 50% patógenos para espárrago, y el 22% causaron los síntomas más severos. En esa zona de cultivo, *F. oxysporum* y *F. proliferatum* fueron predominantes y, junto con *F. solani* pueden considerarse como las especies más importantes de *Fusarium* asociadas a la PRC del espárrago.

Con los dos aislados más patogénicos (uno de *F. oxysporum* y otro de *F. solani*) se evaluó en invernadero el control de la PRC en suelos infestados a los que se añadieron las enmiendas orgánicas PG, CA y EP, en tres cultivares de espárrago de diferente susceptibilidad. Estas tres enmiendas redujeron la severidad de síntomas en los sistemas aéreo y radicular, y además aumentaron los pesos de las plantas. Con cualquiera de las enmiendas se observó una disminución gradual de las poblaciones de *Fusarium* simultáneamente a un aumento constante de las densidades de población de bacterias cultivables totales en suelos enmendados. Se concluyó pues, que las enmiendas orgánicas del suelo, en especial el PG, logran disminuir la severidad de la enfermedad y promover el crecimiento de plantas, posiblemente por la disminución de la población de patógenos y la mejora de la actividad bacteriana en el suelo.



**En el tercer objetivo** se determinó la eficacia de enmiendas orgánicas en combinación con la temperatura de incubación del suelo, en el control de la FV del tomate, en un sustrato artificial que fue infestado con un aislado patogénico de *Fol* y enmendado con GA, PG o CA, e incubado a 30 ó 35°C durante 15 ó 30 días, tras lo cual se observó una reducción de la viabilidad de *Fol*, mayor a 35°C durante 30 días. Tras la incubación, para evaluar la severidad de las lesiones radicales, se trasplantaron plántulas de tomate cv. Monfavet en el sustrato. A medida que se aumentaba la dosis de la enmienda añadida se reducía proporcionalmente la severidad, sobre todo en sustratos incubados durante 15 días. También se determinó el efecto de las enmiendas en la FV del tomate en un suelo natural, que se infestó con el mismo aislado de *Fol* y enmendó con PG o CA, y se incubó a temperatura ambiente (23±2°C) ó a 35°C durante periodos de 7, 14 y 28 días, evaluándose el papel de las concentraciones de los compuestos tóxicos NH<sub>3</sub> y HNO<sub>2</sub> en el desarrollo de la enfermedad. La cuantificación

de *Fol* se realizó mediante PCR cuantitativa en tiempo real (RT-qPCR) con sondas TaqMan. Fue significativo el efecto de las enmiendas sobre las poblaciones de *Fol*, que se redujeron en mayor medida cuando se incubó el suelo enmendado con PG a 35°C. La incubación del suelo también fue determinante en los procesos de liberación de NH<sub>3</sub> y HNO<sub>2</sub>, ya que las reducciones en la viabilidad de *Fol* parecían relacionarse con la acumulación de altas concentraciones de NH<sub>3</sub> (27,3 mM) en suelos enmendados con PG a la dosis más alta (2%). La severidad en el sistema radical en suelos incubados con PG a temperatura ambiente se redujo en más del 40%, y en más del 73% cuando se incubó a 35°C, con cualquiera de las dosis de PG, en consonancia con la reducción de la viabilidad de *Fol*. En cambio, el CA redujo la viabilidad de *Fol* a cualquier dosis, pero la mayor reducción de la severidad se observó a la dosis más alta (3%), tanto a temperatura ambiente como a 35°C. Además, tanto el PG como el CA difirieron en sus efectos sobre el peso de la planta, incrementando el primero

Parte de los resultados de esta Tesis Doctoral se presentaron en el VII International Symposium on Chemical and non-Chemical Soil and Substrate Disinfestation (Leuven, Belgium 2009), en los XV y XVI Congresos Nacionales de la SEF (Vitoria 2010 y Málaga 2012), el 6<sup>th</sup> IOBC Working Group Meeting on Multitrophic Interactions in Soil (Córdoba 2011), la Canadian Phytopathological Society (CPS) 83<sup>rd</sup> Annual Meeting and International PPV Meeting (Niagara Falls, ON, Canadá 2012), y el Southwestern Ontario Regional Association of the CPS (SORA-CPS) Annual Meeting (London, ON, Canadá 2012).

## Referencias de artículos publicados:

- Borrego-Benjumea, A., Basallote-Ureba, M.J., Abbasi, P.A., Lazarovits, G. and Melero-Vara, J.M. 2014. Effects of incubation temperature on the organic amendment-mediated control of Fusarium wilt of tomato. *Annals of Applied Biology*, 164: 453-463.
- Borrego-Benjumea, A., Basallote-Ureba, M.J., Melero-Vara, J.M., and Abbasi P.A. 2014. Characterization of *Fusarium* isolates from asparagus fields and influence of soil organic amendments on Fusarium crown and root rot. *Phytopathology*, 104: 403-415.
- Borrego-Benjumea, A., Melero-Vara, J.M., Basallote-Ureba, M.J. 2010. Effects of soil organic amendments and incubation temperature on the control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi*. *Acta Horticulturae*, 883:369-375.

## Artículos en proceso de publicación:

- Borrego-Benjumea, A., Melero-Vara, J.M., Basallote-Ureba, M.J. Organic amendments conditions on the control of Fusarium crown and root rot of asparagus caused by three *Fusarium* spp. Manuscrito enviado para publicación en la revista Spanish Journal of Agricultural Research.



## Gabriela Ribeiro Teresani

Ha defendido su Tesis Doctoral titulada "'*Candidatus Liberibacter solanacearum*': detection, characterization, new hosts and epidemiology in Spain" el 11 de diciembre de 2014 realizada en el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) y defensa en Universidad Politécnica de Valencia (UPV), Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y Medio Ambiente en el Programa de doctorado: Recursos y Tecnologías Agrícolas (UPV). Modalidad: Doctorado Internacional. La Tesis ha sido dirigida por los Doctores Mariano Cambra, María Milagros López y Edson Bertolini del Centro de Protección vegetal y Biotecnología del IVIA. Tutor Dr. José García Jiménez (Catedrático UPV). El tribunal estuvo constituido por los Doctores Ferrán García Marí (UPV), Collin J. Jeffries (Investigador SASA, UK), Antonio de Vicente (Universidad de Málaga) obteniendo la calificación: **Sobresaliente 9,9 Cum laude**. **Mención Doctor Internacional**.



De izquierda a derecha: Mariano Cambra, Gabriela Ribeiro Teresani, María Milagros López y Edson Bertolini.

'*Candidatus Liberibacter solanacearum*' es una  $\alpha$ -Proteobacteria, Gram-negativa, limitada al floema de plantas y a la hemolinfa de psílidos que actúan como vectores. Esta bacteria emergente ha sido asociada a diferentes enfermedades en distintos huéspedes y en España a desórdenes vegetativos en zanahoria (*Daucus carota*). Desde 2008 se observaron desarreglos vegetativos en apio (*Apium graveolens*) de etiología desconocida.

En esta Tesis se ha desarrollado un protocolo de PCR en tiempo real con sonda TaqMan y métodos directos de preparación de muestras para la detección específica de 'Ca. L. solanacearum'. La tecnología desarrollada ha sido validada mediante pruebas de comportamiento intralaboratorio, resultando en sensibilidad 1, especificidad 1 y precisión 100%, que está disponible comercialmente en forma de kit (Plant Print Diagnostics). Mediante el protocolo de PCR en tiempo real desarrollado en este trabajo, se ha asociado 'Ca. L.

*solanacearum* con el síndrome observado en apio y se ha demostrado que el apio es un nuevo huésped de la bacteria. Además, se ha

identificado un nuevo haplotipo (E) en apio y zanahoria (Figura 1).

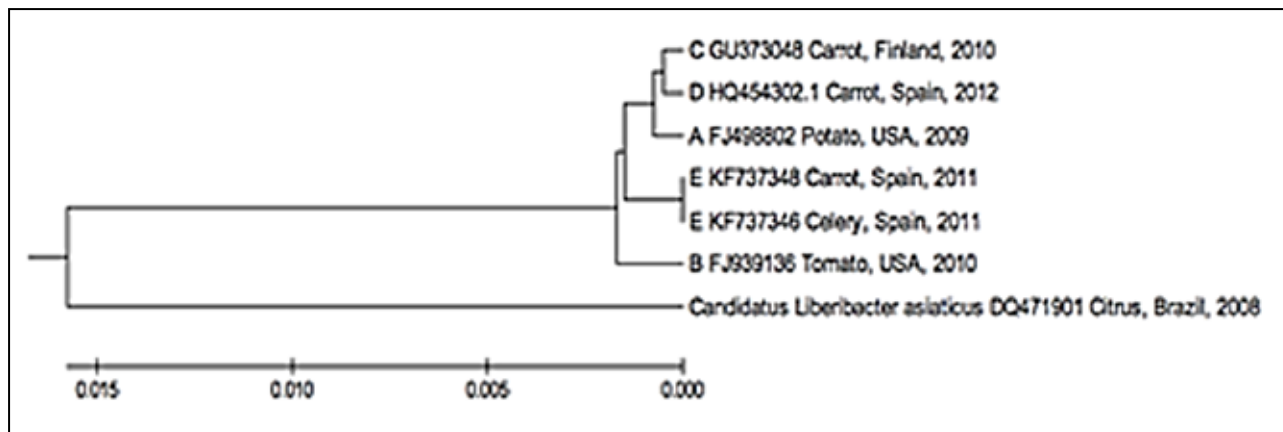


Fig. 1. Cladograma de los haplotipos de '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' en el gene 16S rRNA (1011 pares de bases) con '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' como referencia utilizando el algoritmo UPGMA. Nótese la posición del nuevo haplotipo (E) descrito. Número de acceso al GenBank y origen indicados en la figura.

Mediante el mismo protocolo de PCR en tiempo real, también se ha detectado '*Ca. L. solanacearum*' en el 42,6% de los lotes comerciales de semillas de zanahoria

analizados y en semillas individuales. Se ha estimado en  $4.8 \pm 3.3$  a  $210 \pm 6.7$  el número de células bacterianas/semilla de zanahoria, de las cuales el 5% resultaron viables (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis por PCR a tiempo real y cuantificación de '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' en semillas individuales de tres lotes diferentes de semilla de zanahoria.

| Código del lote de semillas | Nº de semillas positivas/Nº de semillas analizadas | % estimado de semillas positivas | Rango log (células de ' <i>Ca. L. solanacearum</i> ' /semilla de zanahoria) | Rango log $\pm$ SD (Nº estimado de células bacterianas por semilla) |
|-----------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 11/2012                     | 14/30                                              | 47                               | 0.04 a 3.70                                                                 | $1.68 \pm 1.15$ ( $48 \pm 14.4$ )                                   |
| 12/2012                     | 22/30                                              | 73                               | 0.59 a 4.55                                                                 | $2.32 \pm 0.82$ ( $210 \pm 6.7$ )                                   |
| 10/2012                     | 28/30                                              | 93                               | 0.02 a 1.73                                                                 | $0.69 \pm 0.52$ ( $4.8 \pm 3.3$ )                                   |

A los 150 días de siembra de semillas de lotes infectados, el 12% de las plantas del cultivar Maestro de zanahoria presentaron síntomas y resultaron positivas a '*Ca. L. solanacearum*' (Figura 2). La microscopia electrónica, permitió observar organismos tipo bacteria en el floema de la cáscara de semillas de lotes infectados y en las plántulas

procedentes de las mismas (Figura 3).

Estos resultados demuestran que '*Ca. L. solanacearum*' es una bacteria transmitida horizontalmente por semillas de zanahoria. Este hecho posee relevancia epidemiológica y económica. Una vez introducida la bacteria en una zona, es eficazmente dispersada por psílidos vectores.



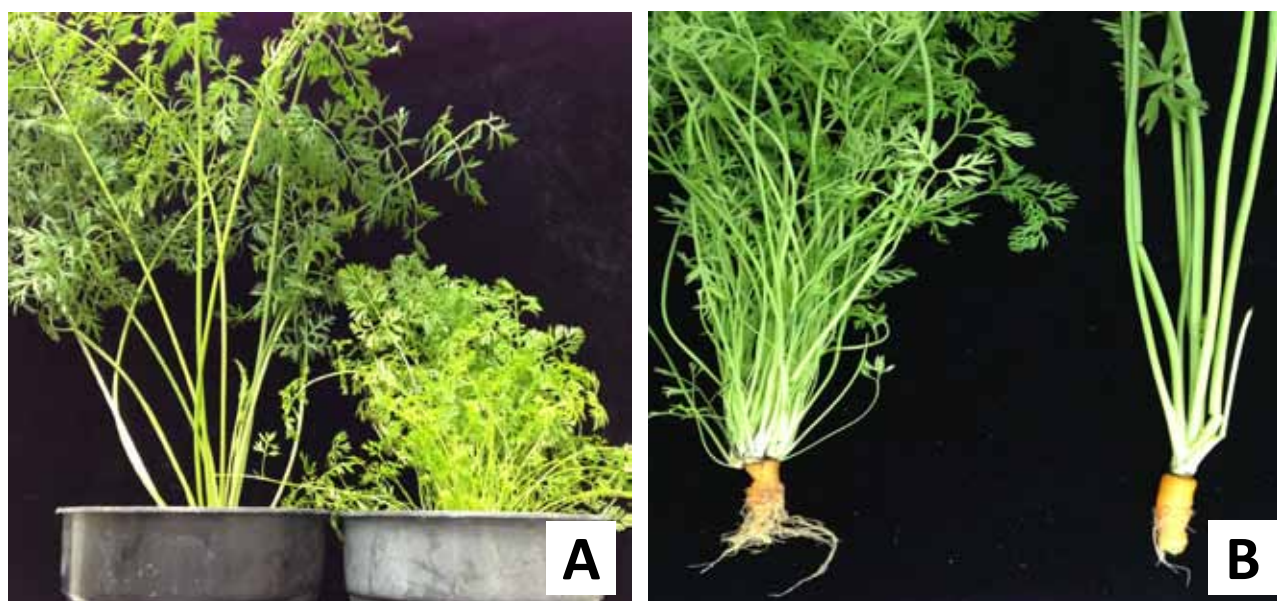


Fig. 2. Síntomas de infección de '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' en plantas de zanahoria cv. Maestro (lote 30/2012) cultivadas en invernadero tipo P2 de nivel de contención. A) Proliferación de hojas (derecha) y planta de zanahoria asintomática (izquierda). B) Proliferación de hojas y de raicillas secundarias (izquierda) y planta de zanahoria asintomática (derecha)

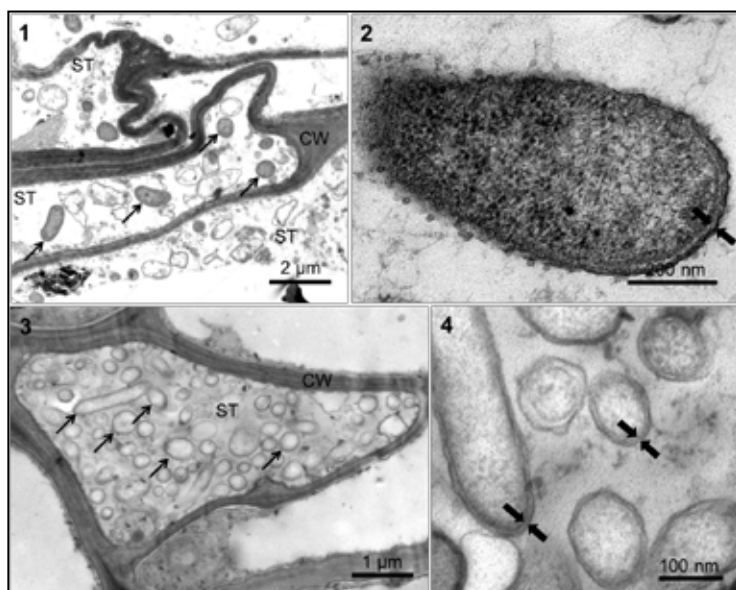


Fig. 3. Microscopia electrónica de transmisión (TEM). Fotos de la cáscara de semillas de zanahoria y tejidos de plantas de zanahoria. 1) Presencia de organismos tipo bacteria (BLOs) (flechas negras) en el floema (ST) de la cáscara de la semilla. CW= pared celular vegetal. 2) Células bacterianas individuales; 3) presencia de BLOs (flechas negras) en el floema (ST) de plántulas de zanahoria procedentes de lotes de semilla infectada; 4) Células bacterianas con la triple capa en la pared, sugiriendo la presencia de células tipo-'*Ca. Liberibacter*', que se aprecia también en 2.

Se han determinado las familias de artrópodos que visitan o aterrizan en los cultivos de zanahoria, apio y patata y la superfamilia Psylloidea ha sido clasificada a nivel de especie, resultando *Bactericera trigonica*, *B. tremblayi* y *B. nigricornis* las especies más capturadas mediante brotes pegajosos en cada cultivo estudiado. Se ha determinado la dinámica poblacional de los psíidos, en Villena (Alicante) y Tenerife, concluyendo que en verano se produce el máximo poblacional. Se ha detectado '*Ca.*

*L. solanacearum*' en las diferentes especies de *Bactericera* citadas anteriormente y en *Bactericera* sp. Estas especies pueden ser consideradas como posibles vectores.

Se han efectuado estudios utilizando gráficos de penetración eléctrica (EPGs) que mostraron que *B. trigonica* (la especie predominante en zonas productoras de zanahoria en la península ibérica y Canarias), es capaz de alimentarse en floema de plantas de zanahoria, apio y



patata pero no de tomate. Experimentos de transmisión, utilizando 1 o 10 individuos, han demostrado que *B. trigonica* transmitió 'Ca. L. solanacearum' de zanahoria a zanahoria, apio, patata y tomate. Las mayores tasas de transmisión fueron obtenidas cuando se utilizaron 10 individuos, siendo el número de plantas infectadas/total de plantas ensayadas,

de 10/10 en apio, 8/10 en zanahoria y 1/10 en patata y tomate. La transmisión experimental a patatas representa una amenaza para dicho cultivo que pudiera esporádicamente infectar a algunas plantas si hay inóculo disponible. Se ha demostrado la transmisión transovárica de la bacteria por *B. trigonica*.

**Todos estos resultados han permitido conocer aspectos biológicos y epidemiológicos de 'Ca. L. solanacearum' que aportan nueva información científica clave para establecer estrategias de control de la bacteria en los cultivos de apio y zanahoria. El uso de lotes de semillas de zanahoria libres de la bacteria contribuirá definitivamente a mitigar los daños y a reducir riesgos de transmisión a cultivos de solanáceas y otros.**

## Publicaciones derivadas de la Tesis:

Teresani, G.R., Bertolini, E., Alfaro-Fernández, A., Martínez, C., Ossamu Tanaka, F.A.O., Kitajima, E.W., Roselló, M., Sanjuán, S., Ferrándiz, J.C., López, M.M., Cambra, M., Font, M.I. (2014). Association of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' with a vegetative disorder of celery in Spain and development of a real-time PCR method for its detection. *Phytopathology* 104: 804-811.

Bertolini, E.\*, Teresani, G.R.\*, Loiseau, M., Tanaka, F.A.O., Barbé, S., Martínez, C., Gentit, P., López, M.M., M. Cambra (2014). Transmission of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' in carrot seeds. *Plant Pathology* 64, 276-285. (Doi: 10.1111/ppa.12245).

Teresani, G.R., Hernández, E., Bertolini, E., Siverio, F., Marroquín, C., Molina, J., Hermoso de Mendoza, A., Cambra, M. (2015). Looking for potential vectors of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*': population dynamics in host crops. *Spanish Journal of Agricultural Research* 13: e10-002. (Doi: org/10.5424/sjar/2015131-6551) (open access).

Teresani, G.R., Hernández, E., Bertolini, E., Siverio, F., Moreno, A., Ferreres, A., Cambra, M. (2015). Transmission of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' by *Bactericera trigonica* Hodkinson. *Plant Pathology* (in press).



El tribunal de tesis de Doctorado Internacional. De izquierda a derecha, Dr. Colin Jeffries, Dr. Ferrán García Marí y Dr. Antonio de Vicente



La Dra. Gabriela R. Teresani lo celebró con el tribunal y directores a base de productos saludables



## Rocío Arias Calderón

Ha defendido su Tesis Doctoral titulada “Mejora de olivo para resistencia a la Verticilosis: evaluación de progenies y material silvestre” el 24 de junio de 2015 en el Instituto de Investigación y Formación Agraria, Pesquera y Alimentaria (IFAPA) centro “Alameda del Obispo” de Córdoba donde se ha llevado a cabo bajo la codirección del Dr. Lorenzo León Moreno y la Dra. Dolores Rodríguez Jurado. El tribunal estuvo constituido por los doctores Francisco Luque Vázquez (Universidad de Jaén), Luciana Baldoni (CNR-IBBR Perugia, Italia) y Francisco Javier López Escudero (Universidad de Córdoba). La Tesis que ha otorgado el título de Doctora con mención internacional por la Universidad de Córdoba en la línea Biociencias y Ciencias Agroalimentarias, ha sido calificada con Sobresaliente *Cum Laude*.



Autora de la Tesis Rocío Arias Calderón



La Tesis se enmarca dentro del Programa de mejora de olivo del centro IFAPA “Alameda del Obispo” en su línea de trabajo para la selección de material vegetal resistente a la Verticilosis. El objetivo general de la Tesis ha sido seleccionar genotipos procedentes de progenies de olivo y de material silvestre que presenten características agronómicas de interés y niveles elevados de resistencia a la Verticilosis y ampliar el conocimiento acerca de la herencia de dicha resistencia.

La amplia dispersión y la virulencia del patotipo Defoliante de *V. dahliae* sumadas a la naturaleza vascular de la Verticilosis en un cultivo perenne han dificultado el control de la enfermedad. Hoy en día no existe fungicida disponible como medida de control de la Verticilosis

del olivo, por lo que la resistencia varietal es una medida de control de la enfermedad reconocida por ser complementaria a otras medidas de control, económica y respetuosa con el medio ambiente.

Una evaluación agronómica inicial permitió seleccionar 52 genotipos de olivo procedentes de polinización libre de 15 variedades de olivo (*Olea europaea* L.) y 38 genotipos procedentes de tres cruzamientos incluyendo al menos un parental categorizado como resistente a la Verticilosis ('Changlot Real' x 'Dolce Agogia', 'Frantoio' x 'Arbosana' y 'Koroneiki' x 'Empeltre'). Asimismo se han evaluado otros 64 genotipos con diferente origen: olivos silvestres o acebuches (*Olea europaea* subsp. *europaea* var. *sylvestris*), genotipos de subspecies afines de *Olea* (*Olea europaea* subsp. *guanchica*) y genotipos procedentes de cruzamientos entre la variedad 'Picual' y dos acebuches seleccionados. Las plantas se inocularon por inmersión de las raíces con un aislado altamente virulento del patotipo Defoliante de *V. dahliae* y después crecieron en condiciones controladas (Figura 1). Se ha desarrollado un Índice de Susceptibilidad Relativa (RSI en inglés) que aúna diferentes parámetros de enfermedad comúnmente utilizados. La colonización de la planta por el hongo se estimó mediante aislamientos de tejido aéreo y radicular.



Figura 1. Crecimiento de plantas en cámara de ambiente controlado

En los genotipos evaluados se ha obtenido una amplia variabilidad en el desarrollo de síntomas a la enfermedad. En base a los valores de RSI, se han podido seleccionar genotipos con un nivel de resistencia similar

a 'Frantoio' (usado como control resistente) en los tres grupos de material evaluados: ocho genotipos procedentes de variedades en polinización libre (15.4%), diez genotipos procedentes de cruzamientos dirigidos (26.3%) y 13 (23.2%) procedentes de origen silvestre y especies afines. Ha sido de interés la evaluación de resistencia a la enfermedad por primera vez de la subsp. *guanchica*, que ha clasificado como resistentes a la Verticilosis la mayor parte de sus genotipos evaluados. En cuanto a la evaluación de la colonización, se han encontrado diferentes respuestas entre el nivel de resistencia al desarrollo de síntomas y el grado de colonización de la planta (raíz y tallo), lo que sugiere la existencia un posible mecanismo de tolerancia en la interacción olivo /*Verticillium dahliae*.

Los resultados obtenidos del conjunto de materiales procedentes de progenies evaluadas no permiten establecer conclusiones definitivas acerca del mecanismo de herencia de resistencia a la enfermedad y, por consiguiente, la estrategia de selección más adecuada. Seguida esta estrategia de selección en el programa de mejora clásica de olivo, cabría esperar una alta respuesta a la selección en cruzamientos dirigidos entre variedades de interés caracterizadas por su resistencia a la enfermedad. Este es el caso del cultivar 'Frantoio' que genera una alta descendencia resistente a la enfermedad, incluso al ser cruzado con un parental categorizado como susceptible a la enfermedad, como es 'Arbosana'. Sin embargo, la selección de genotipos resistentes a partir de genitores susceptibles indica que ciertos cruzamientos con alta aptitud combinatoria específica pueden permitir obtener descendencias con mayores niveles de resistencia.

En la actualidad, los genotipos seleccionados en este trabajo se han establecido en ensayos en campos naturalmente infestados para confirmar el nivel de resistencia a la enfermedad y el interés como posibles futuras nuevas variedades de olivo. Además, se han utilizado como genitores en nuevos ciclos de mejora, así ya se dispone de nuevas descendencias de segunda generación, lo que permitirá a medio plazo ampliar conocimientos acerca de la herencia de la resistencia a la enfermedad.



*Como conclusión general de esta Tesis Doctoral se desprende que existe una amplia variabilidad de reacción al desarrollo de síntomas de la Verticilosis y de colonización de los genotipos por el hongo. La presencia entre las progenies de genotipos resistentes al desarrollo de síntomas con similar colonización vascular que genotipos susceptibles, sugiere que los conceptos de resistencia/tolerancia para la interacción olivo / *V. dahliae* podrían variar con el genotipo evaluado. Se destaca en estos resultados la transferencia de la resistencia es más acusada desde 'Frantoio' que desde las otras variedades utilizadas como parentales resistentes. Los genotipos seleccionados en este trabajo se han establecido en ensayos en campos naturalmente infestados para confirmar el nivel de resistencia a la enfermedad y el interés como posibles futuras nuevas variedades de olivo, además de haberse utilizado como genitores en nuevos ciclos de mejora.*

La doctoranda ha pertenecido al subprograma del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) de Formación de Personal Investigador (FPI-INIA). La Tesis ha dado lugar hasta el momento a 4 publicaciones indexadas en los primeros cuartiles de JCR, 14 comunicaciones a congresos nacionales e internacionales (entre ellos XVI y XVII ediciones de congresos SEF) y diversas jornadas de divulgación al sector del olivar. Además se encuentran en preparación trabajos relacionados con dos estancias predoctorales realizadas en el Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Bioscienze e BioRisorse, Perugia (Italia) bajo la supervisión de la Dra. Luciana Baldoni y en la Biotechnical Faculty, University of Ljubljana (Eslovenia) bajo la supervisión de la Dra. Branka Javornik donde se han estudiado a nivel transcriptómico y proteómico la interacción olivo / *Verticillium dahliae*, respectivamente.

La Tesis Doctoral puede consultarse en <http://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/12818>.

ResearchID <http://www.researcherid.com/rid/J-4122-2015>.

ResearchGate [https://www.researchgate.net/profile/Rocio\\_Arias-Calderon](https://www.researchgate.net/profile/Rocio_Arias-Calderon)

### **Publicaciones referentes a la Tesis Doctoral hasta la fecha:**

Arias-Calderón, R., Rouiss, H., Rodríguez-Jurado, D., de la Rosa, R., León, L., 2014. Variability and heritability of fruit characters in olive progenies from open pollination. *Scientia Horticulturae*: 169, 94-98.

Arias-Calderón, R., León, L., Bejarano-Alcázar, J., Belaj, A., De la Rosa, R., Rodríguez-Jurado, D., 2015. Resistance to *Verticillium* wilt in olive progenies from open-pollination. *Scientia Horticulturae*: 185, 34-42.

Arias-Calderón, R., Rodríguez-Jurado, D., Bejarano-Alcázar, J., Belaj, A. de la Rosa, R., León, L., 2015. Evaluation of *Verticillium* wilt resistance in selections from olive breeding crosses. *Euphytica* DOI 10.1007/s10681-015-1463-7.

Arias-Calderón, R., Rodríguez-Jurado, D., León, L., Bejarano-Alcázar, J., De la Rosa, R., Belaj, A., 2015. Pre-breeding for resistance to *Verticillium* wilt in olive: fishing in the crop wild relative gene pool. *Crop Protection*. DOI 10.1016/j.cropro.2015.05.006.

León, L., Arias-Calderón, R., Bejarano-Alcázar, J., Belaj, A., De la Rosa, R., Rodríguez-Jurado, D. 2014. Screening of Wild Olives Genotypes for *Verticillium* Wilt Resistance. *Acta Horticulturae* 1057, ISHS 2014, 559-564.

De la Rosa, R., Klepo, T., Arias-Calderón, R., Toumi, A., Domínguez-García, MC, Mariotti, R., Satovic, Z., Atienza, SG, Martín, A., Baldoni, L., León, L., Belaj, A. 2014. Current Status of Conservation, Evaluation and Usefulness of Wild Olive Germplasm. *Acta Horticulturae* 1057, ISHS 2014, 515-520.



## Rocío Calderón Madrid



Ha defendido su Tesis Doctoral titulada “Detection of Verticillium wilt in olive using high-resolution hyperspectral and thermal remote sensing imagery” el 22 de julio de 2015 en el Instituto de Agricultura Sostenible (CSIC) y la Universidad de Córdoba (UCO) bajo la dirección de los Drs. Pablo J. Zarco Tejada y Juan A. Navas Cortés (Instituto de Agricultura Sostenible, CSIC). El tribunal estuvo constituido por los Doctores Elías Fereres Castiel (UCO), María del Pilar Martín Isabel (CCHS, CSIC) y Emilio Montesinos Seguí (Universidad de Girona). La Tesis recibió la calificación de Sobresaliente *Cum Laude* por unanimidad.



De izquierda a derecha: Emilio Montesinos Seguí, Juan A. Navas Cortés, Rocío Calderón Madrid, Pablo J. Zarco Tejada, María Pilar Martín Isabel y Elías Fereres Castiel

El olivo (*Olea europaea* L.) es el cultivo leñoso no tropical que ocupa mayor superficie en todo el mundo, con el 95% de la producción mundial localizada en la cuenca Mediterránea. España es el país con mayor superficie de olivar del mundo con 2.5 MHa y aproximadamente el 39% de la producción mundial. Durante las últimas décadas, la Verticilosis, causada por el hongo de suelo *Verticillium dahliae* Kleb., ha ocasionado severas pérdidas de rendimiento en el olivar, convirtiéndose en la enfermedad más limitante causada por patógenos de suelo de este cultivo a nivel mundial. Este patógeno coloniza el sistema vascular de la planta, bloqueando el flujo del agua y finalmente induciendo estrés hídrico. El desarrollo de la Verticilosis en el olivo puede estar influenciado por factores bióticos y abióticos, sin embargo, poco se sabe sobre la influencia del medio físico en él. Actualmente, ninguna medida de control aplicada individualmente es completamente efectiva para el tratamiento de la Verticilosis del olivo, no obstante, una estrategia de control integrado es la mejor forma de manejar la enfermedad, combinando el uso de medidas de control previas y posteriores a la plantación. Las medidas de control posteriores a la

plantación serían más efectivas si las zonas del terreno con árboles afectados por Verticilosis fueran identificadas en etapas tempranas del desarrollo de la enfermedad con el objetivo de disminuir la expansión del patógeno y sucesivas infecciones a árboles o plantaciones vecinas. Sin embargo, la inspección visual en campo de síntomas de la enfermedad en estadios tempranos de su desarrollo es costosa en tiempo y recursos. Por lo tanto, la teledetección puede ser una herramienta muy útil para detectar el estrés inducido por la infección de *V. dahliae* en olivos en etapas tempranas del desarrollo de la enfermedad.

Los objetivos de la Tesis Doctoral fueron: (i) evaluar el efecto de la temperatura del suelo en el desarrollo de la Verticilosis teniendo en cuenta diferentes patotipos de *V. dahliae* y cultivares de olivo; (ii) valorar el uso de la teledetección térmica e hiperespectral de alta resolución como herramienta para detectar la infección y severidad por Verticilosis en parcelas de olivo y áreas de mayor extensión, evaluando la temperatura e índices fisiológicos desde escala foliar a escala de cubierta.

El primer objetivo se llevó a cabo con plantas de olivo de los cultivares (cv.) Arbequina y Picual que crecieron en suelo infestado con los patotipos defoliante (D) y no defoliante (ND) de *V. dahliae* bajo

condiciones climáticas controladas en tanques de suelo con temperaturas de 16 a 32°C. El desarrollo de Verticilosis en plantas infectadas por el patotipo D fue más rápido y severo en cv. Picual que en cv. Arbequina. La temperatura de suelo óptima para el desarrollo de la infección del patotipo D fue de 16 a 24°C para cv. Picual y de 20 a 24°C para cv. Arbequina. Para el patotipo ND el rango de temperatura más favorable para la infección fue de 16 a 20°C. Estos resultados permiten un mejor conocimiento de la distribución geográfica diferencial de los patotipos de *V. dahliae* así como evaluar el efecto potencial del cambio climático en el desarrollo de la enfermedad.

El segundo objetivo de la Tesis Doctoral fue abordado a escala foliar. Para ello, se estimaron periódicamente a nivel foliar diversos parámetros relacionados con el estrés de la planta (i.e., temperatura, fluorescencia clorofílica en estado estacionario Fs, Photochemical Reflectance Index PRI, contenido de clorofila y producción de etileno) para estimar su relación con la infección por *V. dahliae* y el desarrollo de la enfermedad en plantas de olivo que crecieron a diferentes temperaturas de suelo. Esta relación se determinó por regresión logística multinomial y árboles de clasificación, identificando el contenido de clorofila, Fs y temperatura foliar como los mejores indicadores de la

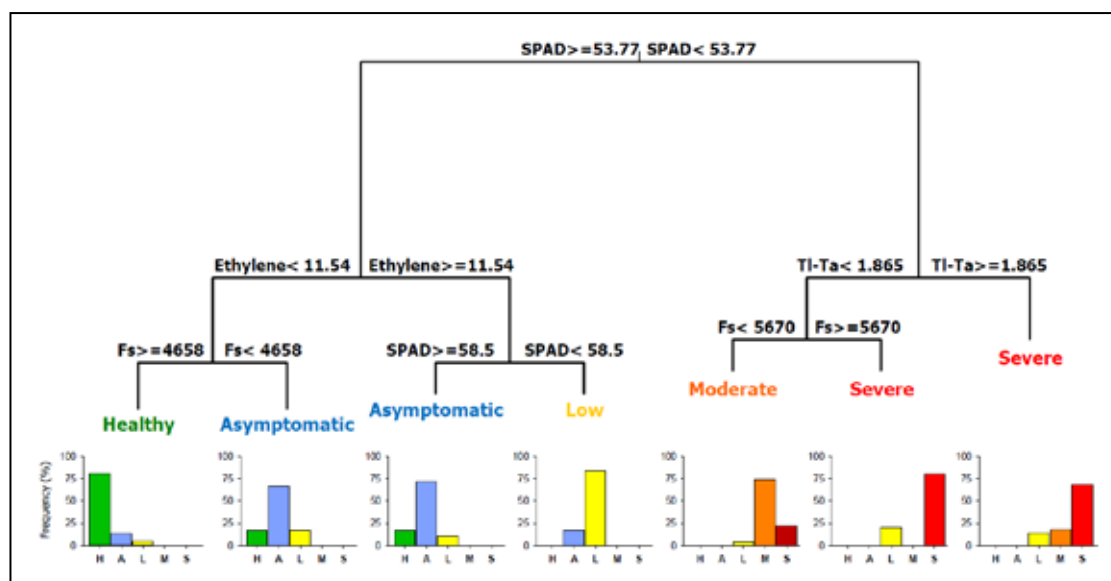


Figura 1. Árbol de clasificación para discriminar entre clases de severidad de Verticilosis y cinco parámetros relacionados con estrés: Contenido en clorofila (SPAD), producción de etileno, Fluorescencia clorofílica (Fs), temperatura hoja (TI-Ta).

Verticilosis en etapas tempranas del desarrollo de la enfermedad, mientras que la producción de etileno y PRI sólo la detectaron en etapas avanzadas de su desarrollo (Figura 1).

Para estudiar la detección de la Verticilosis a escala de cubierta, se realizaron vuelos durante tres años consecutivos con vehículos aéreos no tripulados (UAVs) usando cámaras térmicas, multispectrales e hiperespectrales sobre dos parcelas de olivar. Las imágenes obtenidas se relacionaron con la severidad de la Verticilosis evaluada en campo al mismo tiempo que los vuelos. Además, se realizaron medidas en campo a nivel foliar y de copa en una de las parcelas con el fin de apoyar los resultados obtenidos de las imágenes. Estos vuelos permitieron la detección temprana de la Verticilosis a partir de la temperatura de cubierta y el Crop Water Stress Index (CWSI) derivados de las imágenes térmicas (Figura 2), los ratios azul/azul-verde/azul-rojo y la fluorescencia clorofílica (FLD3), confirmando los resultados obtenidos en las medidas de campo.

fue validado para vuelos en áreas de mayor extensión que constaban de varias parcelas de olivar que diferían en diversas características agronómicas. Se evaluó una metodología para la clasificación automática de la infección y severidad por *V. dahliae* usando imágenes térmicas e hiperespectrales de alta resolución adquiridas con una plataforma tripulada sobre una región olivarera de 3,000-ha (Figura 3).

Los métodos de clasificación, análisis discriminante lineal (LDA) y support vector machines (SVM), se aplicaron para discriminar entre niveles de severidad de la Verticilosis, explotando la información combinada de la temperatura de cubierta e índices fisiológicos calculados a partir de las imágenes. LDA alcanzó una precisión en la clasificación global del 59.0% y un coeficiente kappa ( $\kappa$ ) de 0.487, mientras que con SVM se obtuvo una mayor precisión en la clasificación, 79.2% con un  $\kappa$  similar 0.495. Sin embargo, LDA clasificó mejor árboles con niveles de severidad iniciales y bajos, alcanzando precisiones de 71.4 y 75.0%, respectivamente, en comparación con el 14.3

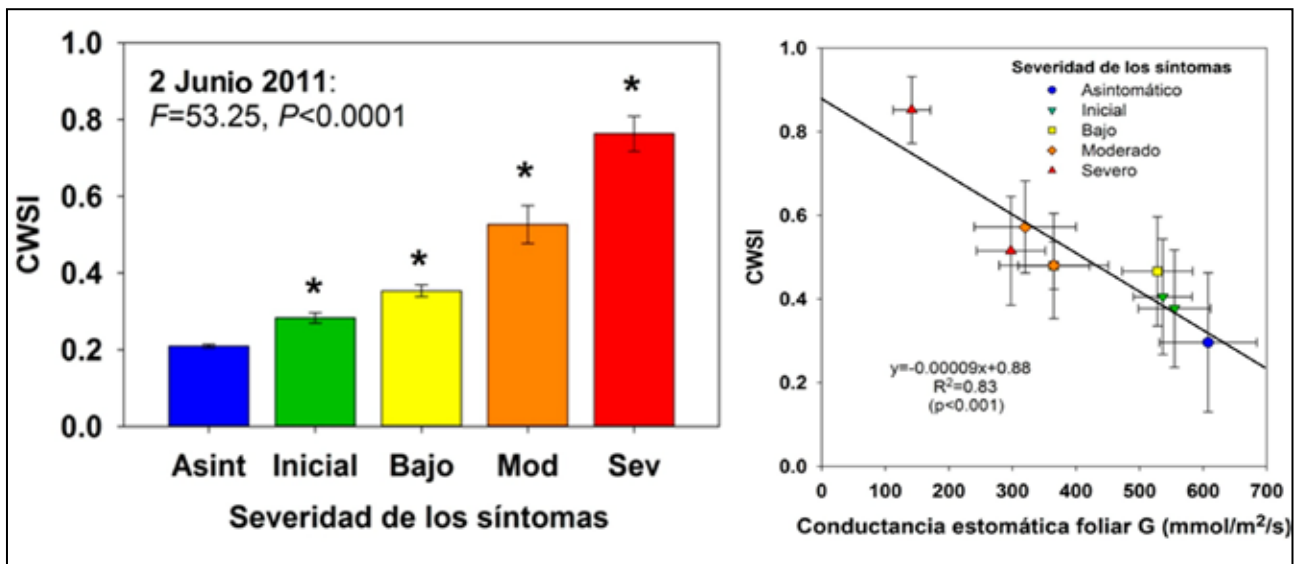


Figura 2. Panel superior: Valores de Crop Water Stress Index (CWSI) para cada nivel de severidad de Verticilosis. Panel inferior: Relación entre la conductancia estomática G y el CWSI en árboles con diferente severidad de Verticilosis.

Los índices estructurales (i.e., NDVI), PRI, el índice de enfermedad HI, los índices de clorofila y carotenos y los ratios rojo/verde fueron buenos indicadores para detectar la presencia de daño de moderado a severo.

Posteriormente, este método para la detección de la Verticilosis a escala de parcela

y 40.6% obtenido por SVM. La temperatura de cubierta, FLD3, los índices estructurales, de xantofilas, clorofila, carotenos y de enfermedad fueron los mejores indicadores para detectar etapas tempranas y avanzadas de la infección por Verticilosis. Comparando con los resultados obtenidos a escala de

parcela, la temperatura de cubierta y FLD3 permitieron identificar olivos en etapas tempranas del desarrollo de la enfermedad tanto a escala de parcela como a mayor escala, no estando influenciados por la variación en características agronómicas

dentro del área de estudio. Los índices estructurales, de xantofilas, clorofila, carotenos y de enfermedad y los ratios azul/verde/rojo fueron buenos indicadores para detectar la presencia de daño de moderado a severo a ambas escalas.

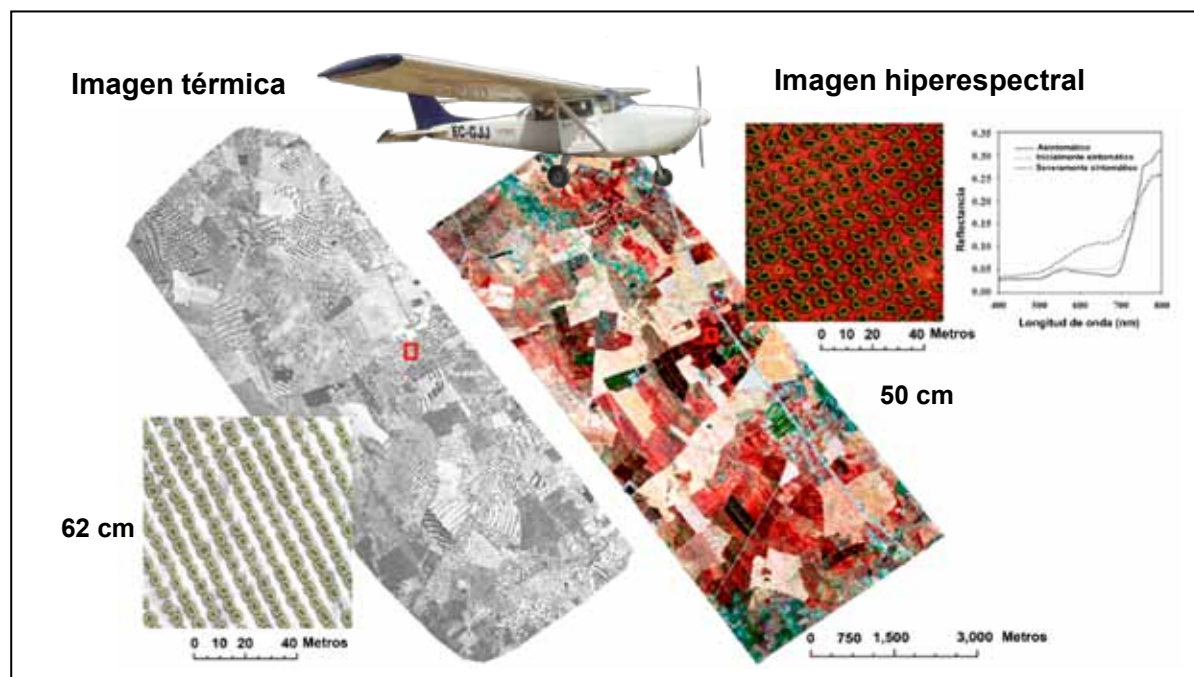


Figura 3. Mosaicos hiperespectral y térmicos obtenidos con sensores a bordo de vehículo tripulado a 50 y 62-cm resolución, respectivamente con selección de copas de árboles puros. El panel superior derecho muestra la reflectancia de la copa de árboles sin síntomas de Verticilosis o con síntomas leves o severos.

***Este trabajo demuestra el potencial de usar la teledetección térmica e hiperespectral de alta resolución para la detección temprana de olivos infectados por *V. dahliae* con el fin de diseñar estrategias de control de la enfermedad a escala de parcela y regional.***

### Publicaciones derivadas de la Tesis Doctoral:

Calderón, R., Navas-Cortés, J. A., Lucena, C., & Zarco-Tejada, P. J. 2013. High-resolution airborne hyperspectral and thermal imagery for early detection of *Verticillium* wilt of olive using fluorescence, temperature and narrow-band spectral indices. *Remote Sensing of Environment* 139:231-245.

Calderón, R., Lucena, C., Trapero-Casas, J. L., Zarco-Tejada, P. J., & Navas-Cortés, J. A. 2014. Soil Temperature Determines the Reaction of Olive Cultivars to *Verticillium dahliae* Pathotypes. *PLoS ONE* 9(10):e110664, doi:10.1371/journal.pone.0110664.

Calderón, R., Navas-Cortés, J. A., & Zarco-Tejada, P. J. 2015. Early detection and quantification of *Verticillium* wilt in olive using hyperspectral and thermal imagery over large areas. *Remote Sensing* 7(5):5584-5610, doi:10.3390/rs70505584



## Cristina Gómez Aix



Ha defendido su Tesis Doctoral "Interacción MNSV-planta de melón. Una aproximación transcriptómica y celular" el pasado 24 de julio de 2015 en el CEBAS-CSIC/Universidad de Murcia dirigida por los Drs. Miguel A. Aranda Regules y M<sup>a</sup> Amelia Sánchez Pina del Grupo de Patología Vegetal del CEBAS-CSIC. El tribunal estuvo constituido por los doctores Vicente Pallás Benet (IBMCP-CSIC; Presidente), Eusebio Navarro Ros (Departamento de Genética y Microbiología Universidad de Murcia, Secretario) y Cristina Risco Ortiz (CNB-CSIC, Vocal). La tesis fue calificada con Sobresaliente *Cum Laude* por unanimidad.



De izquierda a derecha: Cristina Gómez Aix, Eusebio Navarro Ros, Vicente Pallás Benet y Cristina Risco Ortiz en un momento de la Defensa de la Tesis Doctoral

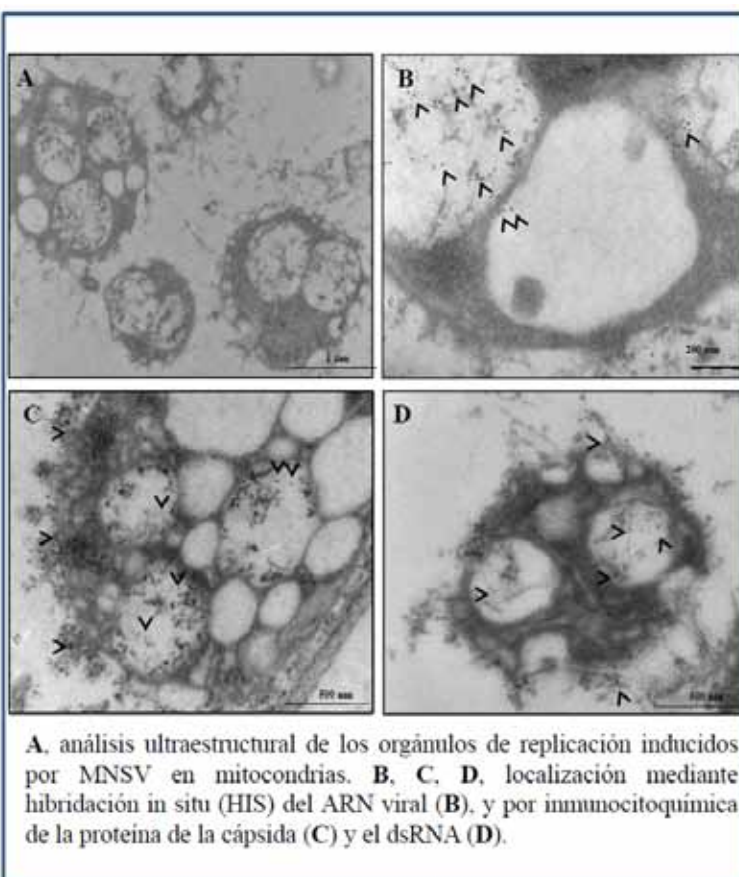
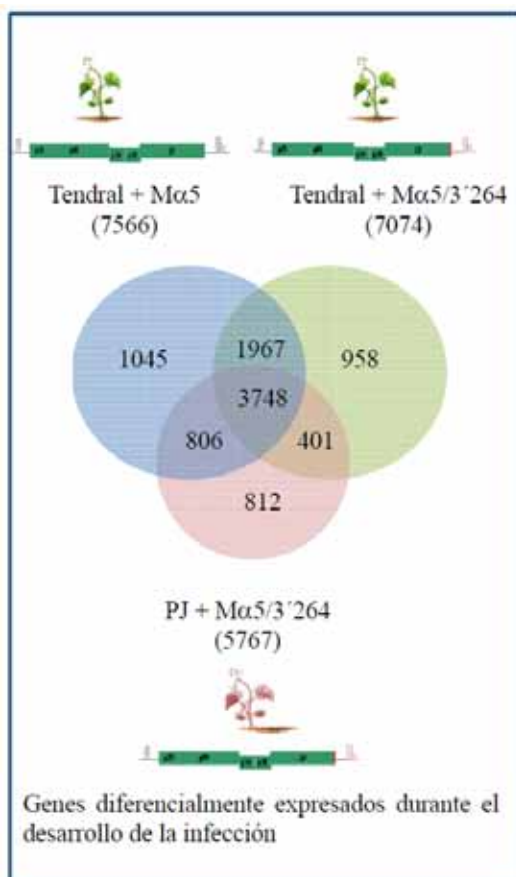
El Virus de las manchas necróticas del melón (*Melon necrotic spot virus*, MNSV; género *Carmovirus*; Familia *Tombusviridae*) es un virus de ARN de sentido positivo endémico en cultivos de melón. Este virus ha sido empleado como modelo de estudio de aspectos relacionados con la superación de resistencias recesivas, la traducción de ARNs virales carentes de estructuras cap o el movimiento intercelular. Sin embargo, se sabe poco acerca de las respuestas que la infección por este virus induce en las plantas o los genes alterados como consecuencia del desarrollo de su ciclo viral en su huésped natural, el melón. Así mismo, se desconocen los lugares, dentro de la célula vegetal, donde este virus lleva a cabo su replicación. Todos estos procesos podrían aportar conocimiento sobre los genes necesarios en la interacción planta-virus que permiten el establecimiento de una infección satisfactoria por parte del virus, o los factores necesarios

para la puesta en marcha de una respuesta de defensa eficaz para contrarrestar la infección y que podrían ser utilizados en estrategias antivirales.

En el desarrollo de esta Tesis se han utilizado los *microarrays* como herramienta principal de análisis para llevar a cabo un estudio de las alteraciones transcriptómicas inducidas por MNSV en melón, con especial énfasis en aquellos cambios asociados con: (i) una región no codificante del genoma del virus, (ii) diferentes cultivares de melón (iii) diferentes tejidos de la planta, (iv) y con el desarrollo de infecciones de tipo local o sistémico. Los resultados obtenidos han permitido identificar la desregulación específica de dos grupos de genes asociados con una región no traducible del genoma viral, así como genes que responden de forma específica de cultivar. La comparación entre tejidos ha mostrado una respuesta cuantitativa diferente entre hoja y cotiledón, pero cualitativamente muy similar, aportando validez a los resultados

obtenidos en cotiledón. Así mismo, una aproximación tradicional al estudio de la posible activación de una respuesta sistémica adquirida por parte de la planta, ha descartado la activación de la misma. Finalmente, la comparación entre estos resultados con los obtenidos en trabajos previos para otros virus, ha permitido identificar un sólo gen compartido por los tres virus analizados, que podría ser importante en las infecciones virales al menos en esta especie. Adicionalmente, estos análisis han puesto de manifiesto la importancia de utilizar diferentes tiempos de muestreo a la hora de realizar comparaciones entre los cambios transcriptómicos inducidos por diferentes virus. Los resultados de este capítulo se están preparando para su publicación.

Por otro lado, se ha llevado a cabo una aproximación celular al entorno donde tiene lugar la replicación de MNSV lo que ha permitido identificar la existencia de grandes orgánulos originados como consecuencia



de la infección por este virus. Estos orgánulos han sido identificados como mitocondrias modificadas estructuralmente y representan los lugares donde el virus lleva a cabo su replicación ya que, a través de experimentos de hibridación in situ e inmunocitoquímica, se han localizado los ARNs virales, la proteína de la cápsida viral (CP) así como el dsRNA (intermediario de replicación) en estos orgánulos. La reconstrucción tridimensional de las mitocondrias modificadas mostró la presencia de grandes dilataciones internas, interconectadas entre ellas y con el citoplasma circundante a través de poros y/o estructuras complejas así como su conexión con cuerpos lipídicos. Así mismo, se llevó a cabo el estudio de la implicación de la proteína p29 de MNSV en la localización y generación de los sitios de replicación de MNSV. Para ello se generaron

construcciones de la proteína p29 fusionada a GFP cuyo análisis mediante microscopía láser confocal permitió identificarla en mitocondrias. El análisis de la ultraestructura de las células que expresaron la proteína de fusión p29-GFP y su localización por inmunocitoquímica confirmó su presencia en mitocondrias e identificó la inducción de modificaciones estructurales en estos orgánulos muy semejantes a las inducidas por el virus.

### **Publicaciones referentes a la Tesis Doctoral hasta la fecha:**

Gómez-Aix, C., García-García, M., Aranda, M.A., Sánchez-Pina, M.A. (2015). Melon necrotic spot virus Replication Occurs in Association with Altered Mitochondria. *Molecular Plant-Microbe Interactions MPMI*. 28: 387-397.





## Manuel López Gómez

beneficiario de una beca FPI-INIA, defendió el 24 de Julio de 2015 su Tesis Doctoral titulada “*Meloidogyne* species in cucurbit crops: Characterization and quantification of the host-parasite relationship” en la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) bajo la dirección de la Dra. Soledad Verdejo Lucas (Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA) y el Dr. Francisco Javier Sorribas Royo (UPC). El tribunal estuvo constituido por los doctores Pablo Castillo Castillo del Instituto de Agricultura Sostenible (IAS- CSIC), Cinta Calvet Pinós del Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) y Francesc Sepulcre Sánchez (UPC). La Tesis recibió la calificación de Excelente *Cum Laude* por unanimidad.



De izquierda a derecha: Francesc Sepulcre Sánchez, Cinta Calvet Pinós, Soledad Verdejo Lucas, Pablo Castillo Castillo, autor de la tesis Manuel Fco. López Gómez y Francisco Javier Sorribas Royo.

Las cucurbitáceas se cultivan comúnmente en rotación con las solanáceas en muchas áreas de producción agrícola. Aunque la mayoría de los cultivos comerciales de cucurbitáceas se han descrito como susceptibles a *Meloidogyne*, pocos estudios aportan información sobre el efecto del patógeno en la planta. El objetivo principal de la tesis fue caracterizar y cuantificar la relación parásito-huésped en la infección de *Meloidogyne* en varios cultivos de la familia de las cucurbitáceas.

La caracterización de la relación parásito-huésped fue el objeto de estudio de los dos primeros objetivos específicos: (1) Conocer el proceso de infección y el desarrollo post-infectivo de *Meloidogyne* spp. en cultivos de cucurbitáceas seleccionados; (2) Determinar la idoneidad de cultivares de calabacín, pepino, sandía y patrones de cucurbitáceas a *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita*, y *M. javanica*, y su variación parasítica.



Por otro lado, la cuantificación de la relación parasito-huésped se abordó en los dos objetivos específicos restantes: (3) Estudiar la dinámica de población de *M. javanica* en calabacín y sandía; y (4) Desarrollar modelos de predicción de daño producidos por *M. javanica* en calabacín y sandía.

**Caracterización de la relación parasito-huésped.** El proceso infeccioso y el desarrollo post-infeccioso de *M. arenaria*, *M. incognita* y *M. javanica* se estudió en calabacín cv. Amalthee, pepino cv. Dasher II, melón cv. Pistolero, calabaza cv. Totanera y sandía cv. Sugar Baby. Los resultados indicaron que estas cucurbitáceas eran huéspedes de los tres aislados, aunque *M. javanica* mostró mayor

tasa de invasión, desarrollo más rápido y mayor producción de huevos que *M. arenaria*. Las diferencias entre las cucurbitáceas se debieron principalmente a la tasa de invasión (Figura 1), desarrollo, formación de masas de huevos y reproducción. En pepino y melón se produjo una mayor tasa de invasión y reproducción que en calabacín y calabaza, mientras que en sandía fue donde se registraron los valores más bajos. Además, el desarrollo del nematodo en sandía fue más lento y produjo menos masas de huevos que en las otras cucurbitáceas. En el calabacín, *M. incognita* se comportó de forma diferente que las otras dos especies del nematodo, mostrando una elevada tasa de invasión, pero menor reproducción.

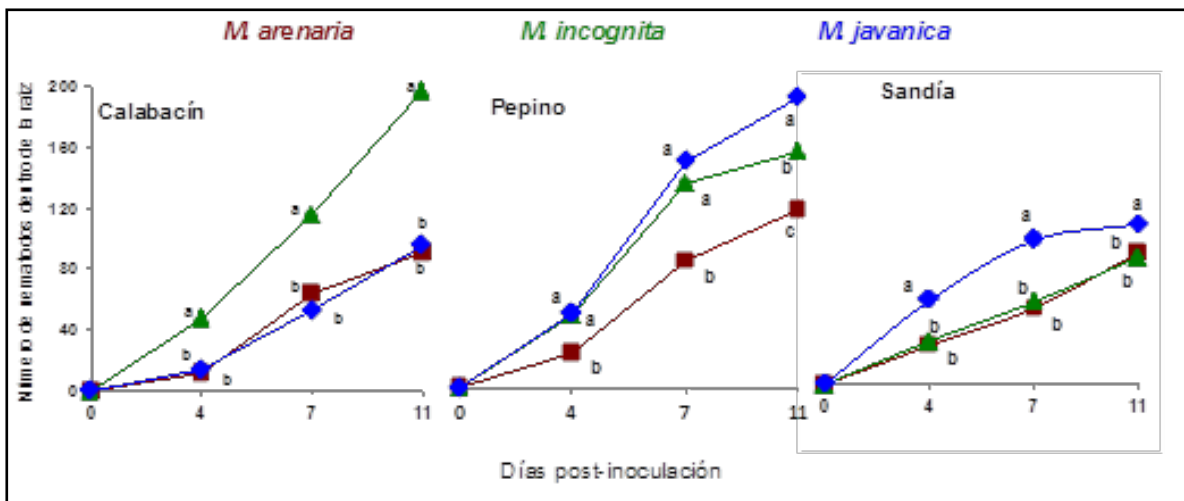


Figura 1. Invasión de *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita* y *M. javanica* en raíces de calabacín cv. Amalthee, pepino cv. Dasher II y sandía cv. Sugar Baby.

La idoneidad de cinco genotipos de calabacín y tres genotipos de pepino se determinó frente a las poblaciones de *M. incognita* MiPM26 y *M. javanica* Mj05. El número de masas de huevos no difirió entre los genotipos de calabacín o de pepino, pero sí la producción de huevos y la tasa de reproducción entre genotipos de calabacín. MiPM26 produjo menos masas de huevos y huevos por planta que Mj05. El examen de las agallas formadas en las raíces de calabacín reveló que éste proporciona condiciones inadecuadas para el desarrollo de MiPM26, ya que sólo el 22% de las hembras producía masas de huevos en comparación con el 95% de las hembras de Mj05. En pepino, el 86% de las hembras de MiPM26 y el 99% de Mj05 produjeron masas de huevos. Por otro lado se estudió la idoneidad

de ocho genotipos de sandía y siete patrones de cucurbitáceas frente a MiPM26 y Mj05. La población MiPM26 se reprodujo más que Mj05 en todos los genotipos ensayados, aunque ambas lo hicieron menos en sandía que en los patrones.

La variabilidad parasítica del nematodo se estudió a partir de diversas poblaciones de *M. arenaria*, *M. incognita* y *M. javanica* en calabacín cv. Amalthee y pepino cv. Dasher II. En calabacín se observó la mayor variabilidad parasítica, y aunque ambas cucurbitáceas eran huéspedes de *Meloidogyne*, el calabacín resultó peor huésped que el pepino.

**Cuantificación de la relación parasito-huésped.** El desarrollo de las poblaciones

del nematodo está condicionado a) por el estatus, como huésped, de la planta con la que interacciona, b) por las densidades de inóculo pretrasplante del cultivo, y c) por las condiciones ambientales en las que se produce la interacción. Además, estos factores condicionan las pérdidas de producción que puede experimentar el cultivo. Tanto el desarrollo de las poblaciones como las pérdidas de producción pueden expresarse mediante modelos matemáticos que permiten predecir la dinámica poblacional del nematodo y las pérdidas de producción del cultivo. Para construir dichos modelos en cucurbitáceas se llevaron a cabo ensayos en condiciones controladas (bioensayos) y en condiciones de campo.

**Bioensayos:** Se determinó la relación entre la población inicial ( $P_i$ ) y la población final ( $P_f$ ) de *M. javanica* en respuesta a niveles crecientes de  $P_i$ , y el efecto sobre la producción de calabacín cv. Amalthee y de sandía cv. Sugar Baby utilizando una serie geométrica de 12  $P_i$  crecientes comprendidas entre 0 y 5.120 huevos  $100\text{ cm}^3$  de suelo. El nematodo mostró una tasa máxima de multiplicación ( $a$ ) y una densidad de equilibrio ( $E$ ) de 425 y 701.951 huevos  $100\text{ cm}^3$  de suelo en calabacín, y de 14 y 49.400 huevos  $100\text{ cm}^3$  de suelo en sandía, respectivamente. La producción, medida como peso seco de la biomasa aérea, se ajustó al modelo de daño de Seinhorst tanto en calabacín como en sandía, dando como resultado una producción mínima ( $m$ ) y un límite de tolerancia ( $T$ ) de 0,82 y 402  $J_2\ 100\text{ cm}^3$  de suelo en calabacín, y de 0,65 y 74 huevos  $100\text{ cm}^3$  de suelo en sandía.

**Ensayos en condiciones de campo:** Los estudios se realizaron con calabacín y con sandía sin injertar e injertada en los patrones híbridos de *C. maxima* x *C. moschata* RS841 y Titan. El calabacín cv. Dyamant se cultivó de marzo a julio en un invernadero infestado con *M. javanica*. La  $P_i$  osciló entre 0 y 861  $J_2\ 100\text{ cm}^3$  de suelo. La tasa máxima de multiplicación del nematodo fue de 3093, y la densidad de equilibrio de 1485  $J_2\ 100\text{ cm}^3$  de suelo. La relación entre la  $P_i$  y la producción, medida como peso de los frutos por parcela elemental, se ajustó al modelo

de daño de Seinhorst; el valor de  $m$  fue 0,48, y el de  $T$  fue 0,02  $J_2\ 100\text{ cm}^3$  de suelo. La sandía cv. Sugar Baby se cultivó sin injertar durante dos años consecutivos en el mismo invernadero infestado por *M. javanica* con densidades de población que oscilaron entre 0 y 1800, y entre 0 y 3600  $J_2\ 100\text{ cm}^3$  de suelo, cada año respectivamente. La tasa máxima de reproducción fue de 73 y 70, y la densidad de equilibrio de 32 y 35  $J_2\ 100\text{ cm}^3$  de suelo, el primer y segundo año. Los datos de producción, expresada en peso de los frutos por parcela elemental, se ajustaron a la función de daño de Seinhorst en el primer año, siendo los valores  $m$  de 0,63 y  $T$  de 20  $J_2\ 100\text{ cm}^3$  de suelo (Figura 2).

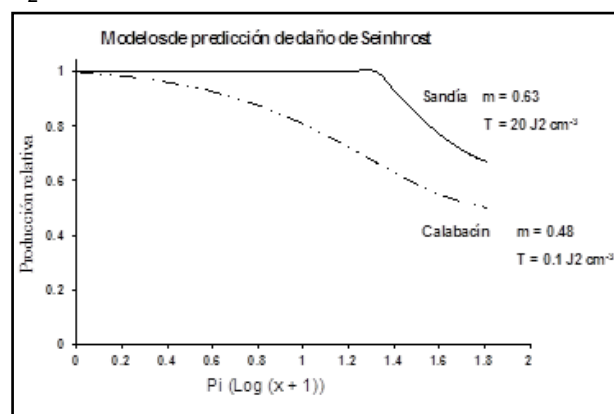


Figura 2. Modelo de predicción de daño de Seinhorst calabacín cv. Amalthee y sandía cv. Sugar Baby en condiciones de campo, sembrados en un invernadero infestado con *Meloidogyne javanica*. ( $m$ ) Mínima producción relativa. ( $T$ ) Límite de tolerancia.

Al contrastar el efecto de una  $P_i$  creciente, entre 0 y 69  $J_2\ 100\text{ cm}^3$ , sobre la producción de sandía sin injertar e injertada en los patrones híbridos, y sobre el desarrollo de las poblaciones, se observó un retraso significativo en el desarrollo aéreo de las sandías no injertadas durante las primeras nueve semanas de cultivo en las parcelas infestadas, aunque éstas se recuperaron hasta alcanzar el mismo nivel de desarrollo que las sandías sin injertar cultivadas en parcelas no infestadas por el nematodo y que las injertadas, independientemente de estar o no infestadas por el nematodo. En las parcelas con presencia del nematodo, las sandías no injertadas y las injertadas sobre Titan mostraron una producción similar,

pero mayor que la de las plantas injertadas sobre RS841. La reproducción del nematodo en la sandía injertada fue mayor que en la no injertada, independientemente del patrón. Este comportamiento se ajustaba al observado en invernaderos comerciales en los que se

producían incrementos medios de la población del nematodo de 42 veces la  $P_i$ , lo cual confirmó la alta susceptibilidad de los patrones híbridos de cucurbitáceas que se utilizan actualmente como patrones de sandía.

*En conclusión, la respuesta de las cucurbitáceas frente a *Meloidogyne* varía desde buen huésped (valores altos de  $a$  y  $E$ ), como es el caso del pepino, a huésped pobre (valores bajos de  $a$  y  $E$ ), como es el caso de la sandía, pasando por huésped intermedio (valores medios de  $a$  y  $E$ ), como el calabacín. Igual comportamiento se observa respecto la tolerancia de los cultivos, el calabacín mostró una baja tolerancia al nematodo ( $T = 0.1 J_2$  100  $cm^{-3}$  de suelo) experimentando pérdidas máximas de producción de hasta un 51%, siendo la sandía el cultivo mas tolerante ( $T = 20 J_2$  100  $cm^{-3}$  de suelo) y pérdidas de hasta un 37 % de la producción.*

*Los resultados de la tesis proporcionan herramientas de decisión para seleccionar los cultivos de cucurbitáceas más idóneos para utilizar en secuencias de rotación de hortalizas considerando el efecto que tendrán sobre el desarrollo de las poblaciones del nematodo y las pérdidas de producción asociadas.*

Los estudios recogidos en la tesis se realizaron en el centro IRTA de Cabrils y en la UPC. Los resultados de estos estudios han dado lugar a la publicación de siete artículos científicos y varias comunicaciones en congresos

## Publicaciones referentes a la Tesis Doctoral:

Giné, A., López-Gómez, M., Vela, M.D., Ornat, C., Talavera, M., Verdejo-Lucas, S., Sorribas, F.J. 2014. Thermal requirements and population dynamics of root-knot nematodes on cucumber and yield losses under protected cultivation. *Plant Pathology* 63, 1446-1453. DOI: 10.1111/ppa.12217

López-Gómez, M., Verdejo-Lucas, S. 2014. Penetration and reproduction of root-knot nematodes on cucurbit species. *European Journal of Plant Pathology* 138, 863-871. DOI: 10.1007/s10658-013-0359-4

López-Gómez, M., Giné, A., Vega, M.D., Ornat, C., Sorribas, F.J., Talavera M., Verdejo-Lucas, S. 2014. Relationships between increasing population densities of *Meloidogyne javanica* and yield losses on watermelon. *Annals Applied Biology* 165, 466-473. DOI: 10.1111/aab.12154

López-Gómez, M., Flor-Peregrín, E., Talavera, M., Sorribas, F.J., Verdejo-Lucas, S. 2015. Population dynamics of *Meloidogyne javanica* and its relationship with the leaf chlorophyll content in zucchini. *Crop Protection* 70, 8-14. DOI: 10.1016/j.cropro-204.12.015

López-Gómez, M., Flor-Peregrín, E., Talavera, M., Verdejo-Lucas, S. 2015. Suitability of zucchini and cucumber genotypes to populations of *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita* and *M. javanica*. *Journal of Nematology* 47, 79-85. PMCID: PMC4388583

López-Gómez, M., Talavera, M., Verdejo-Lucas, S. 2015. Differential reproduction of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* in watermelon cultivars and cucurbit rootstocks. *Plant Pathology*. DOI: 10.1111/ppa.12394

Vela, M.D., Giné, A., López-Gómez, M., Sorribas F.J.; Ornat, C., Verdejo-Lucas, S., Talavera, M. 2014. Thermal time requirements of root-knot nematodes on zucchini-squash and population dynamics with associated yield losses on spring and autumn cropping cycles. *European Journal of Plant Pathology* 140, 481-490. DOI: 10.1007/s10658-014-0482-x

## ENFERMEDADES CAUSADAS POR NEMATODOS FITOPARÁSITOS EN ESPAÑA

**Editado por:** María Fe Andrés Yeves y Soledad Verdejo Lucas

**Publicado por:** Phytoma-España. ISBN: 978-84-935247-6-0

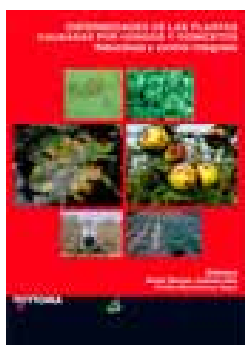


**CONTENIDO:** Nematodos fitoparásitos. Detección, extracción y diagnóstico de nematodos fitoparásitos. Interacción planta-nematodo: Mecanismos de patogénesis celular. Interacciones planta-nematodo: Resistencia vegetal. Dinámica de poblaciones, epidemiología y umbrales de daño. Estrategias de control integrado de nematodos fitoparásitos. Nematodos de cuarentena en España. Nódulos en las raíces de tomate (*Meloidogyne* spp.). Quistes en las raíces de la patata (*Globodera* spp.). Quistes en las raíces de los cereales (*Heterodera avenae*). Decaimiento de los cítricos (*Tylenchulus semipenetrans*). Lesiones en las raíces de frutales (*Pratylenchus vulnus*). Deformación de bulbos de ajo y cebolla (*Ditylenchus dipsaci*). Manchas foliares en el arroz y la fresa (*Aphelenchoides* spp.). Ápice blanco de las hojas del arroz. Rizado de las fresas. Marchitamiento de los pinos (*Bursaphelenchus xylophilus*). Transmisor del virus del entrenudo corto de la vid (*Xiphinema index*)

## ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS CAUSADAS POR HONGOS Y OOMICETOS. NATURALEZA Y CONTROL INTEGRADO

**Editado por:** R. M. Jiménez Díaz y E. Montesinos Seguí

**Publicado por:** Phytoma-España. ISBN: 978-84-935247-5-3



**CONTENIDO:** Los Hongos y Oomicetos Fitopatógenos. Infección y Patogénesis en las Micosis Vegetales. Manejo Integrado de Enfermedades Causadas por Hongos. Muerte de Plántulas. Podredumbre Radical de la Encina y el Alcornoque. Colapso del Melón Asociado a Hongos Fitopatógenos. Enfermedades Fúngicas de la Madera de la Vid. Mildiu del Girasol. Tizones de los Cereales. Fusariosis Vascular del Garbanzo. Verticilosis del Olivo. Oídio de las Cucurbitáceas. Repilo del Olivo. Rabia del Garbanzo. Moteado del Manzano. Podredumbre Parda del Melocotonero.

## HERRAMIENTAS BIOTECNOLÓGICAS EN FITOPATOLOGÍA

**Editado por:** V.Pallás, C.Escobar, P.Rodríguez-Palenzuela, J.F.Marcos

**Publicado por:** Mundi Prensa Libros SA-SEF. ISBN: 978-84-847631-9-2



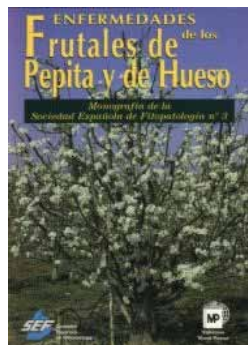
**CONTENIDO:** Aislamiento e identificación de genes de fitopatógenos. Cambios en la expresión génica. Transcriptómica. Proteómica. Herramientas bioinformáticas. Análisis de la variabilidad de los virus de plantas. Estrategias moleculares en el diagnóstico y análisis de la diversidad bacteriana en plantas. Estimación de la diversidad genética en hongos fitopatógenos. Utilización de marcadores moleculares en el estudio de nematodos fitoparásitos. Plásmidos y transposones para la manipulación de fitobacterias gram negativas. Transformación genética aplicada al estudio de la patogénesis fúngica. Tecnología de proteínas fluorescentes. Análisis de promotores mediante el uso de genes delatores. Aplicación de la biotecnología al control biológico de bacterias y hongos fitopatógenos. Hidrolasas y genes fúngicos. Identificación y diseño de péptidos antimicrobianos y su aplicación en protección. Interferencia por RNA (RNAi) en el control de virosis. RNAs autocatalíticos: ribozimas de cabeza de martillo. Genes de resistencia a virus fitopatógenos en especies de interés agronómico. Anticuerpos recombinantes.



## ENFERMEDADES DE LOS FRUTALES DE PEPITA Y HUESO

**Editado por:** E.Montesinos, P.Melgarejo, M.A.Cambra, J.Pinochet

**Publicado por:** Mundi Prensa Libros SA-SEF. ISBN: 84-7114-916-8

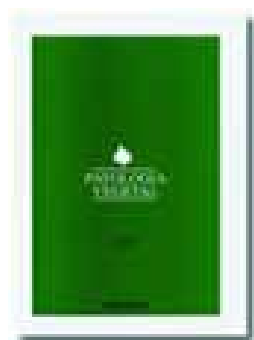


**CONTENIDO:** Introducción. Enfermedades causadas por viroides, virus, fitoplasmas o transmisibles por injerto. Enfermedades causadas por bacterias. Enfermedades causadas por hongos. Enfermedades causadas por nematodos. Enfermedades de replantación en frutales. Anejos. Relación de patógenos citados en este libro. Glosario. Fotos en color.

## PATOLOGÍA VEGETAL (2 VOLUMENES)

**Editado por:** G.Llácer, M.M.López, A.Trapero, A.Bello

**Publicado por:** Mundi Prensa Libros SA - Phytoma. ISBN: 84-921910-5-8

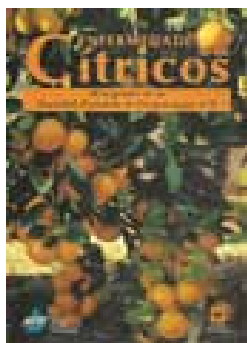


**CONTENIDO:** Estructura y expresión del genoma de los virus de plantas. Patogenésis de virus de plantas. Resistencia a virus de plantas. ARNs satélites y ARNs defectivos interferentes. Viroides. Diagnóstico de virosis: técnicas clásicas. Caracterización, diagnóstico y detección serológica de virus. Técnicas de detección de ácidos nucleicos virales. Transmisión de virus de plantas por insectos vectores. Epidemiología de las viroides. Métodos de control de las virosis. Lista de virosis descritas en los distintos. Enfermedades causadas por bacterias fitopatógenas. Biología molecular de las interacciones entre plantas y bacterias fitopatógenas. Diagnóstico y detección de bacterias fitopatógenas. Epidemiología de las bacterias. Métodos de control de las bacterias. Los hongos fitopatógenos. Principios generales de epidemiología y control de las micosis. Mildius. Oídios. Royas. Carbones. Micosis foliares: necrosis, agallas y podredumbres. Micosis: Chamcros. Micosis vasculares. Micosis radicales. Micosis de la madera. Micosis de los productos cosechados. Las angiospermas parásitas. Nematodos fitoparásitos y su control en ambientes mediterráneos. Aplicación de técnicas moleculares a la caracterización de nematodos fitoparásitos. Interacción nematodos-virus. La transmisión de nematodos a través de semillas y bulbos: consecuencias epidemiológicas. Selección de patrones de frutales de hueso frente a nematodos.

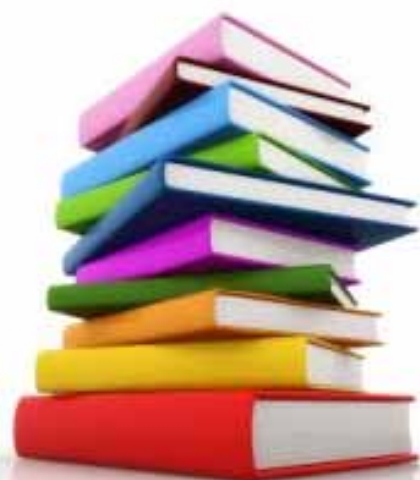
## ENFERMEDADES DE LOS CÍTRICOS

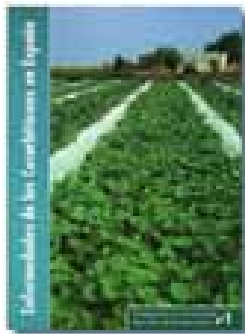
**Editado por:** N. Durán, P. Moreno

**Publicado por:** Mundi Prensa Libros SA. ISBN: 84-7114-862-5



**CONTENIDO:** En este libro se describen las distintas enfermedades que afectan a los cítricos en España. Se ha dedicado un capítulo a describir las medidas generales de prevención y control de enfermedades, como al saneamiento, cuarentena y certificación que completan las medidas específicas recomendadas para cada una de ellas. El libro presenta la información puesta al día, en un lenguaje sencillo, aun para cualquier lector no especializado en el tema.



**ENFERMEDADES DE LAS CUCURBITÁCEAS EN ESPAÑA****Editado por:** J.R. Díaz-Ruíz, J. García-Jiménez**Publicado por:** Phytoma-España. ISBN: 84-605-0858-7

**CONTENIDO:** Introducción. Enfermedades producidas por bacterias y fitoplasmas. Enfermedades producidas por hongos (enfermedades de raíz y cuello, enfermedades vasculares, enfermedades de la parte aérea). Enfermedades producidas por virus (virus transmitidos por pulgones, virus transmitidos por hongos, virus transmitidos por mosca blanca, virus transmitidos). Enfermedades producidas en condiciones especiales. Plantas parásitas. Fisiopatías. Anejos .

**INFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN y VENTA:**

<http://www.phytoma.com/tienda/category/12-libros>

**OTROS LIBROS DE INTERÉS EN WEB-SEF:**

Podéis encontrar una completa y actualizada relación de libros de interés fitopatológico publicados por diferentes Sociedades Científicas o Editoriales en la web-SEF en:

[http://sef.es/libros.php?id\\_aplic=32&id\\_area=2](http://sef.es/libros.php?id_aplic=32&id_area=2)

## **BOTANICAL RESEARCH. Vol. 37. PLANT NEMATODE INTERACTIONS: A VIEW OF COMPATIBLE INTERRELATIONSHIPS**

**Editado por:** C. Escobar and C. Fenoll, Series Editors J.P. Jacquot and P. Gadal

**Publicado por:** Academic Press, Elsevier. ISBN: 978-0-12-4171



**CONTENT:** Overview of root-knot nematodes and giant cells. Introductory chapter on the basic biology of cyst nematodes. Cell wall alterations in nematode-infected roots. The plant cell cycle machinery: usurped and modulated by plant parasitic nematodes. Metabolism in nematode feeding sites. The role of lipid signaling in regulating plant nematode interactions. Developmental pathways mediated by hormones in nematode feeding sites. Recent advances in understanding plant-nematode interactions in monocots. Gene silencing in nematode feeding sites. Exploiting solved genomes of plant parasitic nematodes to understand parasitism. Emerging roles of cyst nematode effectors in exploiting plant cellular processes. Function of root knot nematode effectors and their targets in plant parasitism. Suppression of plant defences by plant-parasitic nematodes. Application of biotechnology for nematode control in crop plants.

## **BACTERIA-PLANT INTERACTIONS: ADVANCED RESEARCH AND FUTURE TRENDS**

**Editado por:** Jesús Murillo, Boris A. Vinatzer, Robert W. Jackson and Dawn L. Arnold

**Publicado por:** Caister Academic Press, ISBN: 978-1-908230-58-4 / 978-1-908230-58-5



**CONTENT:** The relative food prosperity of the 1980/90s has been eroded in recent years through the convergence of a variety of factors including climate change, human population growth, foodborne pathogens and microbial plant pathogens. Today food security has become an urgent major global challenge. One important area of research that aims to aid the production of sufficient, safe and nutritious food has focused on the plant-microbe interaction. Understanding this is an important prerequisite for the development of strategies to protect plants from pathogens and/or to prevent contamination of food with human pathogens. The topics covered in this book include: type III secretion systems and their role in the bacterial-host interaction; the *Pseudomonas* and *Erwinia* model systems and their application to other studies; the emerging plant pathogen *Acidovorax*; the Gram-positive phytopathogens *Clavibacter*, *Streptomyces*, and *Rhodococcus*; colonisation of plants by human bacterial pathogens; *Pseudomonas* biocontrol approaches; and phage therapy. Essential reading for every plant pathogen researcher, from the PhD student to the experienced scientist, and recommended reading for researchers working on foodborne pathogens and bacterial pathogenesis.

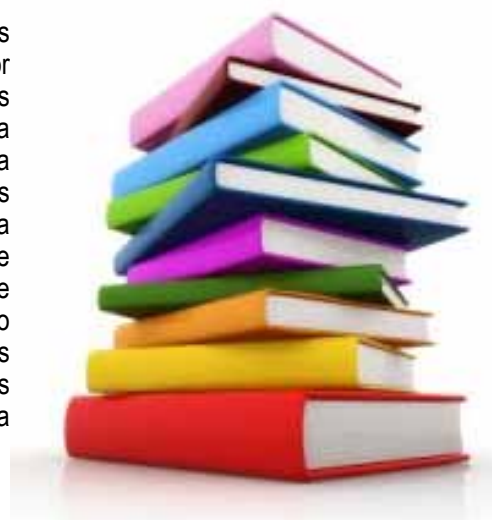
## **EL CULTIVO DEL CAQUI**

**Editado por:** Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias

**Publicado por:** Generalitat Valenciana. ISBN: 9 978-84-482-6018-7



**CONTENIDO:** Este libro recopila los conocimientos adquiridos en las investigaciones desarrolladas por el IVIA en colaboración con el sector productor y cuenta también con la participación de investigadores del Instituto Agroforestal Mediterráneo de la Universidad Politécnica de Valencia, el Consejo Superior Investigaciones Científicas, la Universidad de Florencia, la Facultad de Agronomía y Ciencias Agroalimentarias de Buenos Aires, el Consejo Regulador de la Denominación de Origen Kaki Ribera del Xúquer y técnicos de empresas y cooperativas del sector. El libro se estructura en doce capítulos donde profundiza en aspectos relativos al diseño y manejo de la plantación del caqui, la poda, el riego, la fertilización, técnicas de mejora de la calidad del fruto, control de plagas, enfermedades de importancia en campo y almacén, fisiopatías y tecnología poscosecha.





## HONGOS y OOMICETOS

**Incidence and etiology of postharvest fungal diseases of Persimmon (*Diospyros kaki* Thunb. cv. Rojo Brillante) in Spain**

Palou, L., Montesinos-Herrero, C., Tarazona, I., Besada, C., & Taberner, V. (2015). Plant Disease, *First look*, doi: 10.1094/PDIS-01-15-0112-RE

***Collophora hispanica*, *Phaeoacremonium* (Pm.) *amygdalinum*, Pm. *iranianum* y *Pleurostomophora richardsiae*, nuevos patógenos en almendro. En: Pathogenicity testing of lesser-known fungal trunk pathogens associated with wood decay of almond trees.**

Olmo, D., Armengol, J., León, M. & Gramaje, D. (2015). European Journal of Plant Pathology 143:607–611. DOI 10.1007/s10658-015-0699-3

***Codophora viticola*. En: Fungal Planet descriptions sheets 360.**

Gramaje, D., Mostert, L. & Armengol, J. (2015). Persoonia 34: 243. <http://dx.doi.org/10.3767/003158515X688433>

## PROCARIOTAS

**First Report of *Spiroplasma citri* in Celery in Spain**

Alfaro-Fernández, A., Hernández-Llópis, D., Ibáñez, I., Rodríguez-León, F., Ferrándiz, J.C., Sanjuán, S., & Font, M.I. (2015) Plant Disease 99 (8): 1175. doi: 10.1094/PDIS-11-14-1103-PDN

**First report of bacterial stem and pith necrosis of tomato caused by *Pseudomonas viridiflava* in Spain**

Cañizares, M.C. & García-Pedrajas, M.D. (2015) Plant Disease 99 (9): 1270. doi: 10.1094/PDIS-11-14-1104-PDN

## VIRUS y VIROIDES

**First report of Southern Tomato Virus in tomato in the Canary Islands, Spain.** Verbeek, M., Dullemans, A.M., Espino, A., Botella, M., Alfaro-Fernández, A., & Font, M.I. (2015). Journal of Plant Pathology 97 (2): 392

## NEMATODOS

**First report of *Bursaphelenchus xylophilus* causing Pine wilt disease on *Pinus radiata* in Spain.**

Zamora, P., Rodríguez, V., Renedo, F., Sanz, A.V., Domínguez, J.C. et al., (2015). Plant Disease, *First look*, doi: 10.1094/PDIS-03-15-0252-PDN



## II REUNIÓN DEL GRUPO ESPECIALIZADO EN DETECCIÓN, DIAGNÓSTICO E IDENTIFICACIÓN

Fechas: 10 y 11 de noviembre 2015, Sevilla



Grupo especializado en Detección, Diagnóstico e Identificación de la SEF (GEDDI-SEF)

INFORMACIÓN: <http://geddisef.blogspot.com.es>

## LA SANIDAD EN LA VID Y FACTORES PRECOSECHA QUE INCIDEN EN LA CALIDAD DEL VINO - Phytoma-España

Fechas: 1 a 3 de diciembre 2015, Valencia



INFORMACIÓN: <http://phytoma.es/>

## 5th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TOMATO DISEASES

Fechas: 13 a 16 de junio 2016, Málaga



INFORMACIÓN: <http://www.tomatodiseases2016.es/web/>

## 3rd HEMIPTERAN-PLANT INTERACTIONS SYMPOSIUM

Fechas: 4 a 8 de junio 2017, Madrid



INFORMACIÓN: <http://www.hpis2017.csic.es/>

## OTRAS REUNIONES Y CONGRESOS DE INTERÉS EN WEB-SEF:

Podéis encontrar una completa y actualizada relación de Reuniones y Congresos de interés fitopatológico en la web-SEF

## ESTUDIO Y DINÁMICA POBLACIONAL DE VECTORES POTENCIALES DE *Xylella fastidiosa* EN EL NORESTE DE ESPAÑA

Amparo Laviña, Jordi Sabaté, y Assumpció Batlle

Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries. Dpt. Protecció Vegetal Sostenible  
08348 Cabrils, Barcelona, España. E-mail: amparo.lavina@irta.cat

*Xylella fastidiosa* es una bacteria gram negativa de crecimiento limitado al xilema, donde se adhiere a las paredes celulares. *X. fastidiosa* obtura los vasos y dificulta el movimiento del agua, lo que produce un marchitamiento y desecación de las plantas afectadas.

Las enfermedades causadas por *X. fastidiosa* son muy graves y muchos de sus huéspedes como la vid, almendro, melocotonero y cítricos entre otros (Purcell, 2002), son cultivos muy importantes en nuestro país (Fig. 1). Se han identificado más de 300 especies vegetales afectadas por esta bacteria, aunque en muchas de ellas no se observan daños aparentes y pueden actuar como reservorios de la bacteria

*X. fastidiosa* es el agente causal de la enfermedad de "Pierce disease" en vid. Esta enfermedad es letal en esta especie y todas las variedades son susceptibles,

los síntomas principales son, necrosis del parénquima internerval que acaba desprendiéndose, lo que provoca que las hojas queden únicamente con los nervios, la planta se deseca totalmente y acaba muriendo (Fig. 2). En cítricos esta bacteria produce la enfermedad "Citrus variegated chlorosis" (Fig. 3), considerada una de las enfermedades más destructivas del naranjo en el mundo. En melocotonero causa la enfermedad denominada 'Phony disease' y en ciruelo la enfermedad de "Plum leaf scald" (Fig. 4). Se han descrito cinco subespecies distintas, las cuales afectan a un rango distinto de huéspedes (*X.f.* subsp. *fastidiosa*, *X.f.* subsp. *pauca*, *X.f.* subsp. *multiplex*, *X.f.* subsp. *sandyi*, *X.f.* subsp. *morus*, *X.f.* subsp. *tashke*) (Purcell, 2002; Schaad et al., 2004; Schuenzel et al., 2005), con una alta tasa de recombinación genética, que hace que puedan aparecer nuevas cepas y puedan afectar a nuevos huéspedes.



Fig.1. Síntomas de *Xylella fastidiosa* en almendro (Foto cedida por Dr. A.S.Purcell, Universidad de Berkeley, California)



Fig.2. Pierce disease en Pinot noir (Foto cedida por Dr. A.S.Purcell, Universidad de Berkeley, California)





Fig.3. Síntomas de Citrus variegated chlorosis en hoja de naranjo (Foto cedida por el Dr. J.R.S. Lopes, ESALQ/USP, Brasil)



Fig.4. Plum leaf scald en ciruelo (Foto cedida por el Dr. J.R.S. Lopes, ESALQ/USP, Brasil)

*X. fastidiosa* se transmite por insectos que se alimentan del xilema, hemípteros del suborden *Auchenorrhyncha*, de las familias *Aphrophoridae*, *Cercopidae*, *Cicadidae* y *Cicadellinae*. Aunque existen muchos vectores de la enfermedad, el más eficiente es *Homalodisca vitripennis* (Almeida and Purcell, 2003). La transmisión de la bacteria por el vector no requiere periodo de latencia.

La explosión de la enfermedad en EEUU, donde está ya existía pero no el principal vector, se debió a la introducción de *Homalodisca vitripennis*, con cítricos procedentes del Brasil. *X. fastidiosa* es un organismo declarado de cuarentena por la UE (Lista A1, directiva 2000/29/EC).

En octubre del 2013 se identificó, en el sur de Italia, en la región de Apulia, un brote epidémico en olivos viejos, con síntomas de decaimiento y desecación. Hasta este momento el olivo no era considerado como un huésped principal, también se encontraron almendros y adelfas afectados (Saponari et al., 2013). En todas estas plantas se identificó una cepa perteneciente a la subespecie *pauca*. Esta cepa ha sido denominada CoDiRo (Complesso del disseccamento rapido dell'olivo), debido al rápido desecamiento producido por la bacteria en la planta.

En julio de este año *X. fastidiosa* fue detectada en Córcega en *Poligala myrtifolia*.

Actualmente se han detectado 283 plantas portadoras de esta bacteria. Además de en *Poligala myrtifolia*, una planta ornamental conocida como Lechera del Cabo, se ha identificado en cinco plantas de *Spartium junceum* (Retama de olor). Todas estas plantas provienen de un mismo vivero de Italia y fueron plantadas en Córcega en 2007. En todas ellas se identificó la subespecie *multiplex*. (Alomar et al, 2015).

Esto nos alerta de la importancia de disponer de buenas técnicas de diagnóstico para un adecuado control del material vegetal de plantación, así como de la importancia de conocer las especies de insectos que se encuentran en nuestro país y que pueden ser vectores de la bacteria en caso de que ésta fuera introducida.

Hasta el momento la enfermedad no se ha identificado en España, pero la introducción de la misma, junto con la presencia de un vector adecuado, podría afectar severamente las plantaciones de olivo, vid, almendro, naranjo y muchos otros cultivos.

Con la finalidad de determinar los vectores potenciales de *X. fastidiosa* en el caso de que la enfermedad fuera introducida en nuestro país, nuestro equipo ha realizado durante más de doce años, seguimientos de los insectos potenciales presentes en distintas áreas vinícolas y frutícolas de Aragón,

Cataluña, Navarra, Rioja y Rioja Alavesa, determinando la presencia y dinámica poblacional de aquellas especies que según el EFSA (European Food Safety Authority), pueden ser vectores de la enfermedad. También se realizaron muestreos visuales de posible presencia de síntomas tanto en vid, como en frutales de hueso.

### Muestreo de insectos potenciales vectores

Para determinar los vectores potenciales de *X.fastidiosa* y su población se realizaron seguimientos de los insectos presentes en 50 parcelas de distintas áreas vinícolas y frutícolas del noreste español, desde mayo hasta octubre. Los insectos fueron capturados tanto en trampas amarillas como con un aspirador D-vac cada quince días. Se aspiraron, tanto en la cubierta vegetal de los márgenes como en el interior de las parcelas. Así mismo, se colocaron cinco trampas en cada parcela, tres en los márgenes y dos en el interior.

Los insectos una vez clasificados, fueron guardados en eppendorfs a -20°C para analizarlos, bien individualmente o por grupos de 4, dependiendo del tamaño. La extracción de DNA de los insectos se realizó siguiendo la metodología utilizada en Batlle et al. 2008. Para determinar si eran portadores de la bacteria *X. fastidiosa* se analizaron mediante PCR con los cebadores HL5/HL6 (Francis et al. 2006).

### Control

El conocimiento de la epidemiología de esta enfermedad, por el momento sin tratamiento, es muy importante para conocer y desactivar los ciclos patológicos, y poder adoptar medidas de control efectivas. En este sentido, es básico el conocimiento de las plantas huéspedes de los vectores potenciales y sus ciclos vitales. Las estrategias de control de *X. fastidiosa* y los fitoplasmas tienen muchos puntos en común, ya que ambos patógenos son procariotas del sistema vascular transmitidos

por insectos homópteros. A menudo estos vectores se multiplican y adquieren el patógeno en plantas silvestres fuera del cultivo afectado, condicionando totalmente el manejo de estas enfermedades. El control de estos vectores y de las plantas donde se crían y adquieren el patógeno, ha sido desarrollado exitosamente en muchos casos, desde hace años por nuestro equipo

### Algunas de estas medidas son:

- La eliminación o control de los huéspedes alternativos del patógeno y del insecto en épocas que no favorezcan el movimiento de los vectores hacia el cultivo.
- El control de los vectores mediante tratamientos insecticidas sobre las plantas silvestres antes que se desplacen a los cultivos
- La utilización de modelos predictivos de vuelo de adultos basados en la acumulación de temperatura, que permiten conocer los periodos en los que se producen las infecciones. Esta herramienta ha sido aplicada con éxito por nuestro equipo en el control de '*Ca. P. solani*' adoptando las medidas de control en función de la previsión de llegada del vector *H. obsoletus* a los cultivos.
- Las estrategias de repulsión/atracción de los vectores también dan buenos resultados. Sus principios son alejar los insectos vectores de los cultivos y atraerlos fuera de ellos. Los insectos se pueden ahuyentar mediante compuestos repelentes o sonidos disruptores de su comunicación dentro de los cultivos, y simultáneamente atraerlos fuera de los cultivos mediante feromonas, cairomonas o sonidos de comunicación intraespecífica. El uso de volátiles ha dado muy buenos resultados para el control de *Ca. P. mali*.
- Una vez las plantas están infectadas también están dando buenos resultados la estimulación de las defensas naturales de las plantas mediante la aplicación de compuestos específicos.



## Resultados

Los resultados obtenidos muestran, que especies pertenecientes a cinco de los géneros incluidos en la lista de vectores potenciales en Europa, están presentes en

nuestro país, *Aphrophora* sp. (Fig. 5), *Cercopis sanguinolenta*, *Cercopis* sp., (Fig. 6), *Cicadella viridis* (Fig. 7), *Neophilaenus lineatus* (Fig. 8), *N. Campestris* (Fig. 9) y *Philaenus spumarius* (Fig. 10).



Fig.5. *Aphrophora* sp. (Foto: J.Sabaté)



Fig.6. *Cercopis intermedia* (Foto: J.Sabaté)



Fig.7. *Cicadella viridis* (Foto: J.Sabaté)



Fig.8. *Neophilaenus lineatus* (Foto: J.Sabaté)



Fig.9. *Neophilaenus campestris* (Foto: J.Sabaté)



Fig.10. *Philaenus spumarius* f. *marginella* (Foto: J.Sabaté)

En Rioja Alavesa, Aragón, La Rioja y Navarra, fue donde se capturaron un mayor número de individuos pertenecientes a estas especies. Las especies más abundantes fueron *Cercopis* sp., en Aragón y *Cicadella viridis* en La Rioja. Donde se capturaron un mayor número de *Philaenus* sp. y *Nephilaenus* sp. fue en La Rioja Alavesa. En esta área se capturaron 32 individuos de *N. lineatus* en 2006. En 2007 el número de *Neophilaenus* y *Cercopis* fue elevado en Aragón y La Rioja. En 2012 y 2013 se capturaron *Cicadella viridis*, *Neophilaenus* y *Philaenus* sp. en Cataluña, la Rioja y Navarra (Tabla 1). Ninguno de los individuos analizados resultó ser positivo de *X. fastidiosa*.

Aunque el principal vector de la enfermedad *H. vitripennis* no se ha identificado en los muestreos realizados, si

se han identificado especies citadas como vectores menos efectivos de esta bacteria, como es el caso de *Philaenus spumarius* (Laviña et al. 2006). Este insecto ha sido capturado en las cinco comunidades estudiadas, tiene una generación al año (pasa el invierno en forma de huevo) y es extremadamente polífago (leñosas, herbáceas, mono y dicotiledóneas). El pico de captura de adultos en las 5 comunidades fue en mayo-junio, aunque las capturas de esta especie se prolongaron hasta finales de julio principios de agosto (Grafico 1).

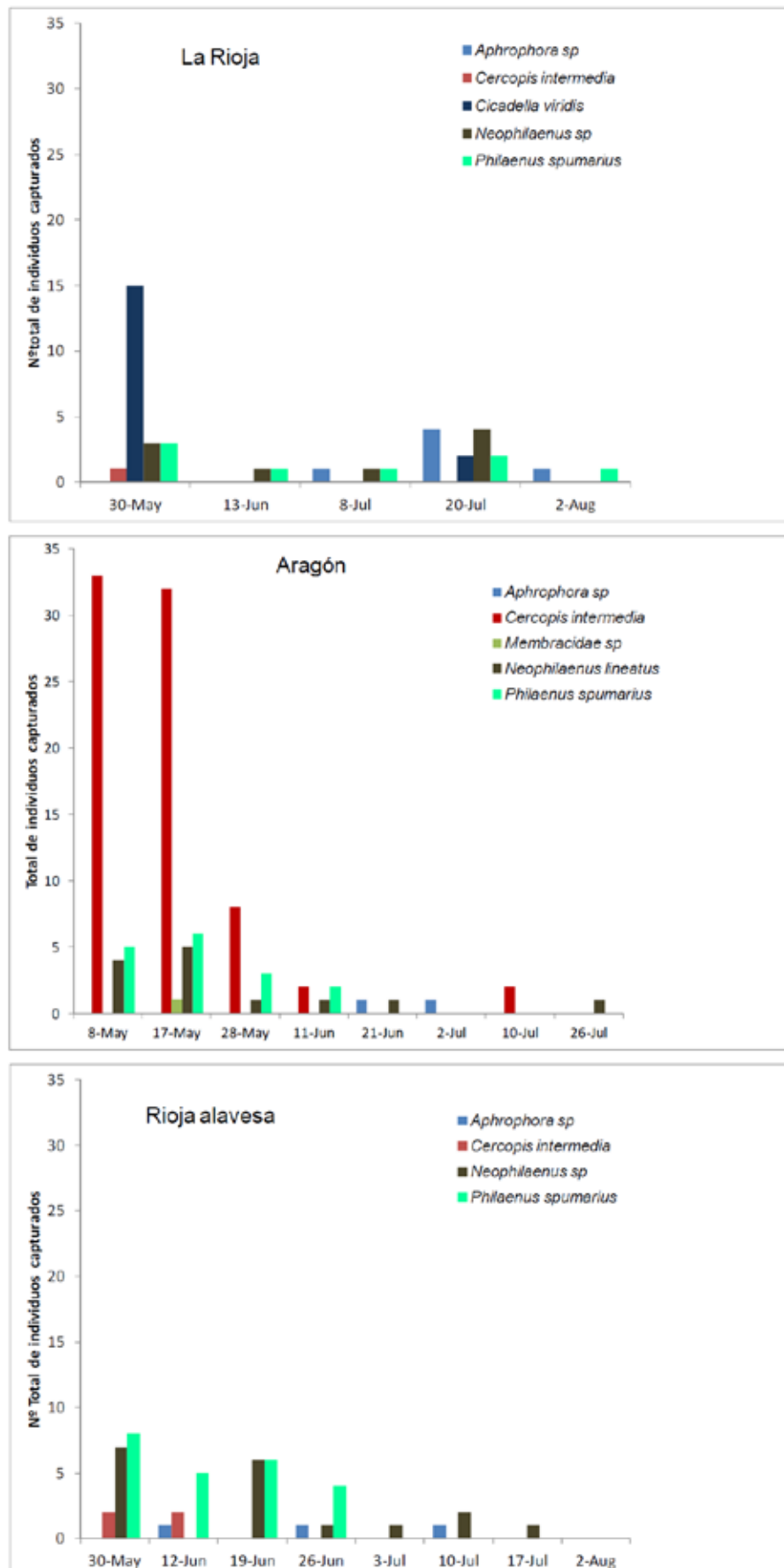
*P.spumarius* ha sido señalado como vector de esta bacteria en el foco identificado en olivo en Italia (Saponari et al. 2014).

**Trabajo financiado por los proyectos RTA 2005-156 y RTA 2011-c67.**

Tabla 1. Especies capturadas en Aragón, Cataluña, Navarra, Rioja y Rioja Alavesa durante 12 años de seguimiento.

| Especie                                              |                   | Nº de insectos (menor y mayor) capturados entre 2001 y 2013 |             |             |             |               |
|------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
|                                                      |                   | Aragón                                                      | Cataluña    | La Rioja    | Navarra     | Rioja Alavesa |
| <i>Aphrophora</i>                                    | <i>sp</i>         | 1-2                                                         | 0           | 2-6         | 0           | 2-4           |
| <i>Cercopis</i>                                      | <i>sp</i>         | <b>0-77</b>                                                 | 0-3         | 0-1         | 0           | 2-4           |
| <i>Cicadella</i>                                     | <i>viridis</i>    | 0                                                           | 0           | <b>0-15</b> | <b>0-14</b> | 0             |
| <i>Membracidae</i>                                   |                   | 0-1                                                         | 0-2         | 0           | 0-5         | 0             |
| <i>Neophilaenus</i>                                  | <i>lineatus</i>   | s.d                                                         | 0-3         | s.d         | s.d         | <b>14-32</b>  |
| <i>Neophilaenus</i>                                  | <i>sp</i>         | <b>1-22</b>                                                 | 1-4         | <b>2-17</b> | 0-4         |               |
| <i>Neophilaenus</i>                                  | <i>campestris</i> | 0                                                           | 0           | 0           | 0           | <b>0-11</b>   |
| <i>Philaenus</i>                                     | <i>spumarius</i>  | <b>0-16</b>                                                 | <b>0-18</b> | 1-7         | 0           | <b>0-33</b>   |
| *rango de capturas entre 2001 y 2013 (menor y mayor) |                   |                                                             |             |             |             |               |

Grafico 1. Seguimiento de la población de vectores potenciales de *Xylella fastidiosa* en La Rioja, Rioja alavesa y Aragón, uno de los años de muestreo



## Bibliografía

- Almeida, R. P. P. and Purcell, A. H. 2003a. Homalodisca coagulata (Hemiptera: Cicadellidae) transmission of Xylella fastidiosa to almond. Plant Disease 87:1255-1259.
- Laviña, A., Sabaté, J., Batlle, A. 2006. Spread and transmission of Bois noir phytoplasma in two Spain regions. 15 th meeting of ICGV. 3-7 April, Stellenbosch, South Africa.
- Batlle, A., Altabella, N., Sabaté, J., Laviña, A. 2008. Study of the transmission of Stolbur Phytoplasma to different crop species, by Macrosteles quadripunctulatus (Kirschbaum). Annals of Applied Biology 152: 235-242
- EFSA, 2013. Statement of EFSA on host plants, entry and spread pathways and risk reduction options for Xylella fastidiosa Wells et al. European Food Safety Authority.
- EFSA Journal 11(11): 3468. 50 pp
- Francis, M., Lin, H., Cabrera-La Rosa, J., Doddapaneni, H. and Civerolo, E.L. 2006. G enome-based PCR primers for specific and sensitive detection and quantification of Xylella fastidiosa. European Journal of Plant Pathology (2006) 115:203–213
- Purcell, A. H. 2002. Fate of Xylella fastidiosa in alternative hosts. Pages 47-48 in Proceedings of Pierce's Disease Research Symposium, Coronado, CA, Dec. 15-18, 2002.
- Sabaté, J., Laviña, A., Batlle, A. 2014. Identificación de vectores potenciales de Xylella fastidiosa, en distintas aéreas vinícolas. XVII Congreso de la SEF, Lleida. P 104.
- Saponari, M., D. Boscia, F. Nigro, and G. P. Martelli. 2013. Identification of DNA sequences related to Xylella fastidiosa in oleander, almond and olive trees exhibiting leafscorch symptoms in Apulia (Southern Italy). J. Plant Pathol. 95: 668.
- Saponari, M., Loconsole, G., Cornara, D., Yokomi, R., De Stradis, A., Boscia, D., Bosco, D., Martelli, G., Krugner, R., Porcelli, F. 2014. Infectivity and Transmission of Xylella fastidiosa by Philaenus spumarius (Hemiptera: Aphrophoridae) in Apulia, Italy. Journal of Economic Entomology 107 (4): 1316-1319.
- Schaad NW, Postnikova E, Lacy G, Fatmi M, Chang CJ, 2004. Xylella fastidiosa subspecies: X. fastidiosa subsp. piercei subsp. nov., X. fastidiosa subsp. multiplex subsp. nov., X. fastidiosa subsp. pauca subsp. nov. Syst Appl Microbiol 27: 290-300.
- Schuenzel, E.L., Scally, M., Stouthamer, R. and Nunney, L, 2005. A multigene phylogenetic study of clonal diversity and divergence in North American strains of the plant pathogen Xylella fastidiosa. Applied and Environmental Microbiology, 71, 3832-3839.
- Alomar, O., Batlle, A., Brunetti, JM., García, R., Gil, R., Granollers, A., Jimenez, S., Laviña, A., Linge, JP., Pautasso, M., Reverté, C., Riudavets, J., Rortais, A., Stancanelli, G., Volanis, S., Vos, S. 2015. Development and testing of the media monitoring tool MedISys for early identification and reporting of existing and emerging plant health threats. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin (2015) 45 (2), 1–6

### BOLETÍN DE LA SEF

Publicación trimestral ISSN: 1998-513X

Juan A. Navas-Cortés, IAS-CSIC (Córdoba), j.navas@csic.es

Inmaculada Viñas Almenar, UdL (Lleida) ivinas@tecal.udl.cat

*La Sociedad Española de Fitopatología no se hace responsable de las opiniones expresadas en este boletín, que son responsabilidad exclusiva de los firmantes de los artículos.*



# SOCIOS PROTECTORES DE LA SEF

