

Cómo manejar la necrosis apical y la malformación, las dos principales enfermedades que afectan al mango en España

José A. Gutiérrez-Barranquero, Francisco M. Cazorla y Antonio de Vicente (Instituto de Hortofruticultura Subtropical y Mediterránea La Mayora (IHSM-UMA-CSIC), Departamento de Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, Málaga).

Emilio Guirado y Juan A. Torés (Instituto de Hortofruticultura Subtropical y Mediterránea La Mayora (IHSM-UMA-CSIC), Estación Experimental La Mayora, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Algarrobo-Costa, Málaga).

Emilio Guirado y David Sarmiento (Departamento Técnico, S.A.T. 2803-TROPS, Vélez-Málaga, Málaga).

El mango se ha consolidado como uno de los cultivos tropicales más importantes en el sur de España, principalmente en la costa tropical de Málaga y Granada. No obstante, como es lógico, este cultivo también está afectado por distintos problemas, incluidos los fitosanitarios. En este sentido, dos enfermedades ya descritas previamente por nuestro grupo de investigación en esta revista (Cazorla y col., 1997, Crespo y col., 2012), afectan el rendimiento de este cultivo en la zona. En este artículo se resumen la sintomatología, etiología y epidemiología de ambas enfermedades y en particular algunas estrategias de control.

INTRODUCCIÓN

El mango es una de las especies tropicales más importantes a nivel mundial en cuanto a producción y exportación. Este cultivo ha sido introducido en zonas tropicales y subtropicales de todo el mundo, está presente hoy día en más de 100 países y es la especie de mayor importancia de la familia *Anacardiaceae* tanto por su amplia distribución geográfica como por el valor económico de su fruto (Galán-Saucó, 2009). Esta especie tropical es una de las más importantes en la región mediterránea y se cultiva en países como España, Portugal, Italia, Israel o Egipto. El mango fue introducido en España a través de las Islas Canarias a mediados del siglo XVIII, siendo a finales del siglo pasado cuando comenzó a extenderse comercialmente por Andalucía oriental. A partir de 1985, el cultivo del mango se empezó a consolidar en las costas de Málaga y Granada, principalmente por la climatología favorable. El ritmo de plantación es relativamente rápido, en particular en los últimos años, pasando de 800 hectáreas en el año 2004 a las alrededor de 4.500 existentes en 2016, de las cuales más de 2.000 se encuentran ya en plena producción. En la costa andaluza se cultivan principalmente 4 variedades de mango: 'Kent', 'Keitt', 'Tommy Atkins' y la mayoritaria a día de hoy, 'Osteen'. En el año 2010, según datos de ASAJA, la producción del mango en la Axarquía fue de 11.000 toneladas con una facturación de 13 millones de euros, aumentando la producción del cultivo casi al doble en el año 2016, con una producción cercana a las 20.000 toneladas. Estos datos resaltan claramente el valor que este cultivo tropical está adquiriendo para la agricultura andaluza y por lo tanto se hace imprescindible conocer en profundidad cuales son los factores limitantes de este cultivo y manejarlo adecuadamente. En el sur de España las principales enfermedades que afectan al cultivo del mango son dos: la necrosis apical, causada por la bacteria *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* y la malformación del mango, enfermedad causada por hongos del género *Fusarium*.

La necrosis apical del mango (NAM)

La necrosis apical del mango (NAM), fue descrita por primera vez a nivel mundial en el sur de España (Cazorla y col., 1997, 1998). La NAM afecta al cultivo del mango sólo en áreas de clima mediterráneo y ha sido descrita, además de en España (sur peninsular e Islas Canarias), en Portugal, Italia, Israel,

Egipto, y en regiones de clima similar en otros países, como Estados Unidos y Australia. Aunque sólo excepcionalmente esta enfermedad produce la muerte del árbol, sí que altera su crecimiento vegetativo, por lo que es especialmente grave en árboles jóvenes. Asimismo, al afectar principalmente a las yemas y brotes vegetativos terminales se reduce el volumen de copa, y por tanto la producción, causando pérdidas muy importantes.

La sintomatología de la NAM se caracteriza principalmente por la expansión rápida de lesiones necróticas, que aparecen inicialmente en las yemas apicales (Figura 1A) y que en la mayoría de los casos las necrosan por completo. Esta necrosis va a pasar a las hojas a través de los peciolos (Figura 1B). La necrosis apical puede también afectar a las ramas (Figura 1C), brotes vegetativos y panículas florales (Figura 1D). Esta enfermedad está causada



CITROSOL

ADVANCED POSTHARVEST SOLUTIONS

HECHOS, NO PALABRAS

La preservación de recursos necesarios para la vida, como el agua y la calidad del aire, es necesaria para el desarrollo sostenible de la sociedad. CITROSOL contribuye cada vez más a la sostenibilidad con sus sistemas y productos.

Ceras A S UE: Ceras de recubrimiento de cítricos que reducen la temperatura de los túneles de secado disminuyendo la huella de carbono y la emisión de gases de efecto invernadero.

Sistema Citrosol Vertido Cero®: Sistema para el control del podrido que evita gestionar los “caldos de final del día”, ya que logramos mantener la eficacia inicial de los mismos.

Sistemas Citrocide®: Para el lavado higiénico y control del podrido de pimientos, tomates y aguacates, permite ahorrar más de un 70% de agua.

Además, los únicos productos postcosecha para la desinfección en el lavado de cítricos, pimientos y tomates autorizados en España para uso en Agricultura Ecológica son nuestros: Citrocide® PC y Citrocide® PLUS.

“ CITROSOL y sus clientes contribuyen así al desarrollo sostenible de la hortofruticultura española. ”

 @Citrosol_com

www.citrosol.com



PRODUCTOS CITROSOL S.A.
Part. Alameda, parc C, 46721
Potries (Valencia) España
Tel: +34 96 280 05 12
citrosol@citrosol.com

por la bacteria fitopatógena *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* (Psy). Esta bacteria presenta un rango de hospedador muy amplio, siendo capaz de producir enfermedad en muchas plantas diferentes, tanto leñosas como herbáceas. Además, posee la característica de que es capaz de vivir de manera epífita sobre diferentes tejidos de la planta y gracias a ello puede ser transportada hacia otras plantas por el aire o mediante salpicaduras de agua, generando de esta manera nuevos focos de infección. Sabemos que esta bacteria se establece de modo permanente en las yemas de mango (principalmente en yemas apicales) y en hojas, a pesar de que la radiación solar y las altas temperaturas que se alcanzan en la época de verano hacen que su población disminuya fuertemente, aunque siguen viviendo como endófitas en el interior de las yemas, hasta que las condiciones climáticas le sean favorables (lluvia, bajas temperaturas y viento) para iniciar un nuevo ciclo de infección.

La epidemiología de esta enfermedad es muy dependiente de la meteorología, el ataque principal en las yemas apicales se produce cuando la temperatura es baja y existe una elevada humedad, ya que a temperaturas inferiores a 15°C el árbol permanece en un estado de dormancia, situación que favorece a la bacteria para llevar a cabo la infección. En el sur de España, estas condiciones climáticas favorables para la NAM se dan durante el otoño e invierno, apareciendo los síntomas más severos principalmente durante los meses de enero, febrero y marzo. Cuando llega la primavera y comienzan a subir las temperaturas, los síntomas necróticos característicos de esta enfermedad remiten, produciéndose la aparición de nuevos brotes aparentemente sanos. Una característica relevante de esta bacteria es su actividad nucleadora de hielo, que permite la formación de microcristales de hielo a temperaturas superiores a las que normalmente se formaría el hielo. Debido a esta característica, se pueden confundir los síntomas causados por la bacteria con síntomas causados por daños por frío. Precisamente, los tejidos dañados por la acción del hielo pueden servir de vía de entrada de la bacteria al interior de la planta.

Control de la NAM

Los métodos de control de la NAM se basan principalmente en métodos preventivos, ya que no existen tratamientos capaces de erradicar a la bacteria y menos aun cuando está en el interior de la yema. Los compuestos derivados del cobre han sido usados ampliamente para luchar contra bacteriosis en muchos cultivos diferentes. En un estudio llevado a cabo por nuestro grupo (Cazorla

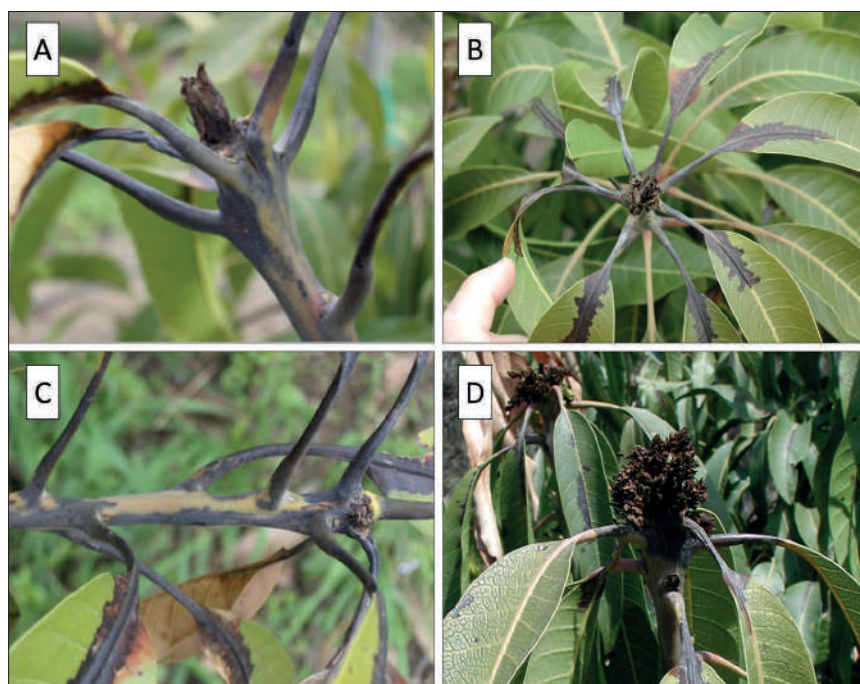


Figura 1. Síntomas característicos de la necrosis apical del mango (NAM). A: Necrosis afectando a la yema apical. B: síntomas necróticos avanzando desde la yema hasta la hoja a través de los peciolo. C: daños necróticos que afectan a ramas. D: necrosis en panicula floral.

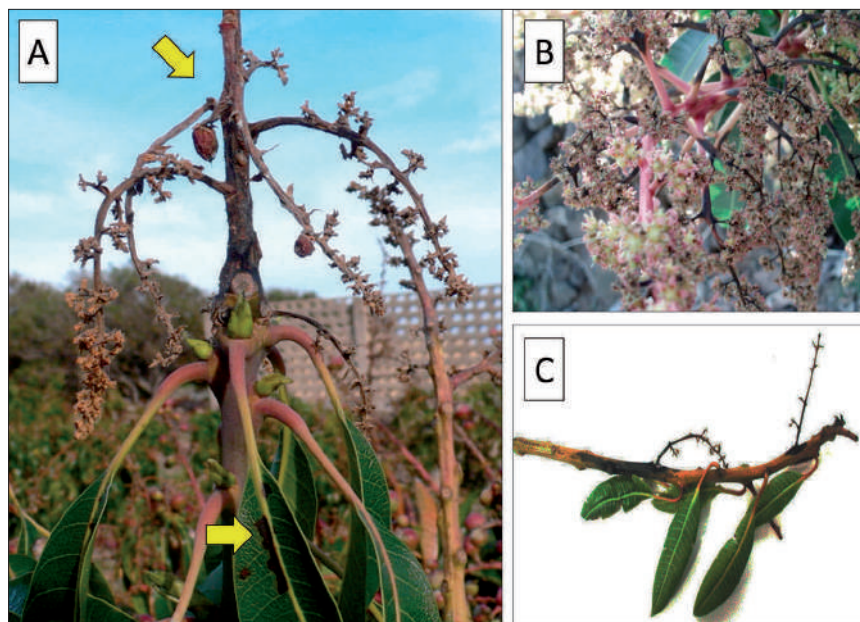


Figura 2. Síntomas necróticos en árboles de mango en las Islas Canarias. A: necrosis avanzada en panícula afectando a frutos inmaduros y hojas (flechas amarillas). B: necrosis en panícula floral. C: necrosis severa en ramas.

y col., 2006) se observó cómo el caldo bordelés era un tratamiento apropiado para luchar contra la NAM, de hecho se ha venido usando de forma muy generalizada. No obstante, es necesaria la

búsqueda de otros tratamientos alternativos debido a los problemas relacionados con la resistencia bacteriana frente al cobre (Cazorla y col., 2002; Gutiérrez-Barranquero y col., 2013) y sobre

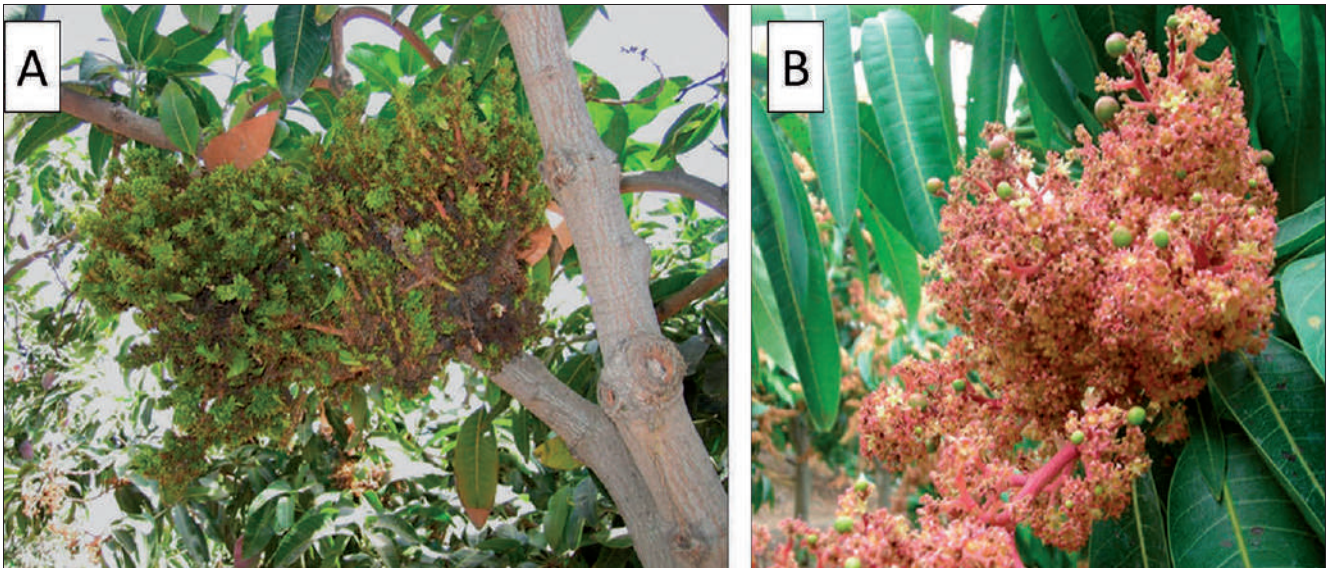


Figura 3. Síntomas típicos de la malformación del mango. A: síntomas característicos de malformación vegetativa. B: inflorescencias con síntomas de malformación floral.

todo, por las restricciones cada vez más severas que está imponiendo la Unión Europea en el uso de sales de cobre. En un estudio posterior se analizaron diferentes tratamientos alternativos al caldo bordelés y que fuesen sostenibles desde el punto de vista ambiental (Gutiérrez-Barranquero y col., 2012). En este estudio se demostró que el gel de sílice (7 g/l) es también eficaz, y con una capacidad de protección similar a la del caldo bordelés.

Los tratamientos con el gel de sílice, al igual que los del caldo bordelés, deben de realizarse a partir de noviembre, cuando ya se ha llevado a cabo la última recogida del fruto y antes de que las condiciones ambientales se hagan muy desfavorables. La aplicación deberá realizarse cada tres o cuatro semanas hasta el mes de marzo, en función de las condiciones ambientales adversas, olas de frío, lluvias intensas, viento, etc. Como la bacteria es capaz de penetrar en el árbol a través de aberturas naturales y heridas, es además conveniente evitar podas durante el período de otoño-invierno que generarían heridas y también es muy importante la colocación de árboles o mallas como cortavientos para disminuir los daños mecánicos en los árboles de mango. También es adecuado, en plantaciones jóvenes, el uso de mantas térmicas durante el período invernal de los dos primeros años para proteger los árboles y con ello evitar daños mecánicos por efecto del viento (Torés y col., 2016).

Un nuevo agente causal de la NAM en las Islas Canarias

La NAM en las Islas Canarias no suele ser una enfermedad limitante de este cultivo debido a su clima invernal más cálido. No obstante, se observó la presencia de síntomas necróticos severos en fincas de Tenerife y La Palma durante varios años consecutivos (2005-2009) muy similares a los mostrados por la NAM causada por *Psy*. Tras algunas prospecciones realizadas por nuestro grupo, se observaron manchas necróticas en las hojas y necrosis en yemas apicales y ramas, pero también, y a diferencia de la NAM típica, se observaron abundantes zonas necróticas en panículas y en frutos inmaduros (Figura 2). De estas muestras se aisló de forma repetida una bacteria que resultó ser diferente de *Psy*, y se identificó como *Pantoea agglomerans* (Gutiérrez-Barranquero y col., 2011).

La malformación del mango (MM)

Otra enfermedad que ha afectado más recientemente al cultivo del mango en el sur peninsular es la malformación del mango, enfermedad producida por diferentes especies de hongos del género *Fusarium*, y que a diferencia de la NAM se encuentra presente en la mayoría de los países productores del mundo, aunque no se observó en España hasta 2007 (Crespo y col., 2012a). Es una de las enfermedades más destructivas y afecta tanto a brotes vegetativos como a florales, provocando elevadas

pérdidas. En la malformación vegetativa, la pérdida de dominancia apical conduce a que las yemas vegetativas axilares o apicales produzcan brotes deformes (Figura 3A), con entrenudos cortos y las hojas pequeñas, enrolladas y quebradizas. En cuanto a la malformación floral, las inflorescencias aparecen deformes, acortadas y engrosadas, aumentando el número y el tamaños de las flores, sobre todo las masculinas, produciéndose la esterilidad o aborto en las restantes (Ploetz, 2007) (Figura 3B). Si estas inflorescencias no son eliminadas, continúan su crecimiento hasta el final de la temporada de floración y constituyen un foco de infección importante para las yemas sanas de nueva brotación (Gamliel-Atinsky y col., 2009). Hace ya más de una década, cuando empezaron a observarse síntomas de esta enfermedad en árboles de mango de plantaciones de la Axarquía, se identificó inicialmente la presencia de la MM en España producida por *Fusarium mangiferae* (Cazorla y col., 2009, Crespo y col., 2012b). No obstante, esta especie del hongo solo representaba una tercera parte de los aislados recuperados de árboles infectados. Posteriormente, también se identificó la presencia de *Fusarium tuiense*, que es el principal agente causal de la malformación del mango en el sur de España (Crespo y col., 2016).

Transmisión y control de la MM

Esta enfermedad se dispersa con enorme facilidad, llevándose a cabo la transmisión entre árboles cercanos habitualmente por el viento. Las esporas

del hongo causante de la enfermedad se pueden también transmitir por la ropa de los operarios, el material de poda, las cajas utilizadas para la recolección del fruto, y sobre todo, por el empleo de varetas de injerto obtenidas desde árboles asintomáticos pero infectados.

No existen medidas de control químico eficaces, por lo que es fundamental realizar un manejo adecuado de la enfermedad, siguiendo algunas recomendaciones importantes para su control que han mostrado resultados favorables en distintos países, incluido España, si se aplican de manera adecuada. Y así, ayudar a disminuir progresivamente año tras año el grado de infección.

En cuanto al control de esta enfermedad podemos hablar de tres niveles de actuación (Cazorla y col., 2016): 1) Evitar la entrada de nuevo inóculo; es necesario extremar las medidas de control para evitar el uso de material vegetal infectado. 2) Evitar la dispersión a través de material de injerto, ya que una de las principales vías de infección es el uso de material vegetal de vivero infectado. Por lo tanto, sería muy útil el desarrollo de protocolos de actuación para garantizar que el material vegetal de vivero (plantones y varetas de injerto) se encuentra libre de *Fusarium*, así como poder realizar un seguimiento de la trazabilidad de este material vegetal. 3) Saneamiento y manejo de las fincas infectadas. Una vez que la enfermedad se detecta en fincas comerciales es necesario realizar podas de saneamiento de una manera rigurosa y constante para reducir los niveles del patógeno y evitar la difusión de la enfermedad dentro de la propia parcela y hacia parcelas colindantes. Durante la primavera (marzo y abril) se produce la extensión de las panículas florales y en este momento es fundamental identificar, lo antes posible, las que presenten síntomas de malformación y llevar a cabo la poda de las mismas cuando los niveles de esporas aún son bajos. En fincas que se encuentran muy afectadas deben darse varios pases de poda, semanales o quincenales, y evitar de esta manera cualquier foco de infección visible. Las ramillas

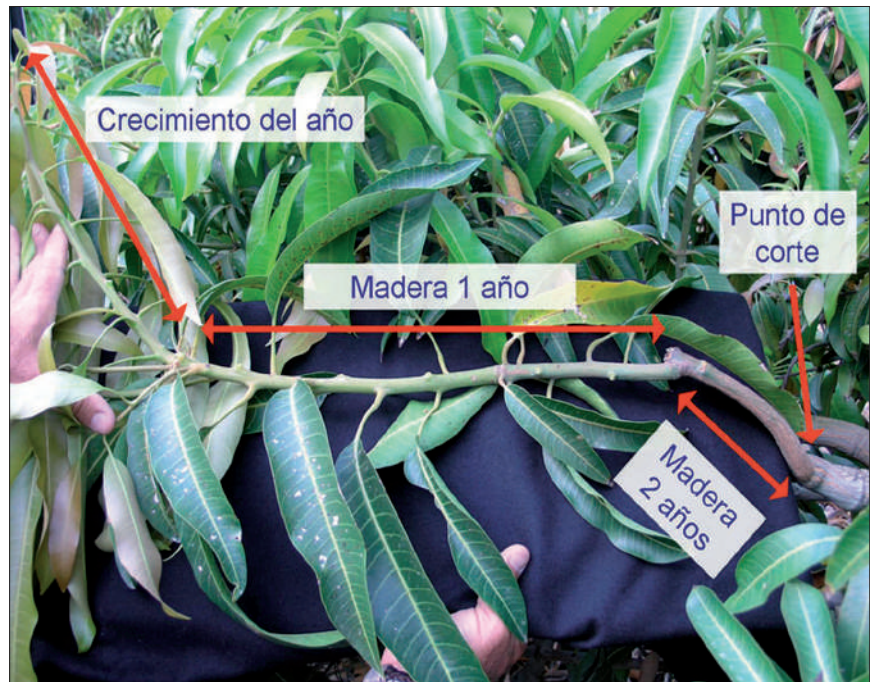


Figura 4. Punto de corte bajo madera de 2 años, donde debe efectuarse la poda de saneamiento (tomada de Cazorla y col., 2016).

afectadas se cortarán por debajo de la madera de 2 años de edad (Figura 4) y se depositarán en el suelo sobre un plástico, y estos restos de poda deben destruirse adecuadamente.

En plantaciones muy jóvenes, que no producen aún panículas florales, deberá vigilarse la aparición de síntomas de malformación vegetativa (brotes de madera con síntomas). En las tareas de la poda de saneamiento debe actuarse con especial precaución para evitar diseminar la infección a través de la ropa de los operarios, empleando monos desechables; o a través de las herramientas, por lo que estas deben desinfectarse, por ejemplo con lejía comercial, después de cada corte realizado en árboles infectados.

En definitiva, el cultivo del mango tiene un futuro excepcional en la costa andaluza si se dispone de agua suficiente, pero también pasa por un manejo y control eficaces de los problemas fitosa-

nitarios, en particular de la NAM y la MM, objetivo al que nuestro grupo ha aportado herramientas y estrategias muy relevantes en este sentido.

Agradecimientos: Estos trabajos han sido financiados por ayudas de la CICE-Junta de Andalucía, Proyectos de Excelencia P07-AGR-2471 y P12-AGR-1473, cofinanciados con fondos FEDER (UE). Asimismo ha recibido ayudas de un convenio con empresas del sector, Reyes Gutiérrez S.L., Viveros Brokaw S.L. y en especial la S.A.T. 2803-TROPS. Los autores desean expresar su agradecimiento a todos los agricultores y técnicos que han colaborado en este estudio, y hacer una mención muy especial a José María Farré y José María Hermoso, inspiradores y artífices de la mayor parte de estos trabajos.

BIBLIOGRAFÍA

- Cazorla F.M., Torés J.A., Olalla L., Durán V.E. y de Vicente A. 1997. La necrosis apical del mango: una enfermedad causada por *Pseudomonas syringae* pv *syringae*. *Phytopathology*, 86, 22-30.
- Cazorla F.M., Torés J.A., Olalla L., Pérez-García A., Farré J.M. y de Vicente A. 1998. Bacterial apical necrosis of mango in Southern Spain: a disease caused by *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. *Phytopathology*, 88, 614-620.
- Cazorla F.M., Arrebola E., Sesma A., Pérez-García A., Codina J.C., Murillo J. y de Vicente A. 2002. Copper resistance in *Pseudomonas syringae* strains isolated from mango is encoded mainly by plasmids. *Phytopathology*, 92, 909-916.

- Cazorla F.M., Arrebola E., Olea F., Velasco L., Hermoso J.M., Pérez-García A., Torés J.A., Farré J.M. y de Vicente A. 2006. Field evaluation of treatments for the control of the bacterial apical necrosis of mango (*Mangifera indica*) caused by *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. *European Journal of Plant Pathology*, 116, 279-288.
- Cazorla F.M., Farré J.M., González J., Guirado E., Hermoso J.M., Torés J.A. y de Vicente A. 2009. Malformación floral y vegetativa (*Fusarium mangiferae*). Nueva enfermedad del mango en el sur peninsular. Folleto divulgativo editado por Caja Rural de Granada, 14 pp.
- Cazorla F.M., Crespo M., González J., Guirado E., Hermoso J.M., Sarmiento D., Farré J.M., Torés J.A. y de Vicente A. 2016. Malformación floral del mango. Recomendaciones para su control. Folleto divulgativo editado por Asociación Española de Tropicales, 4 pp.
- Crespo M., Cazorla F.M., Arrebola E., Hermoso J.M., Guirado E., Torés J.A., Freeman S. y de Vicente A. 2012a. La malformación del mango, una nueva enfermedad en España. *Phytoma-España*, 241, 31-36.
- Crespo M., Cazorla F.M., Hermoso J.M., Guirado E., Maymon M., Torés J.A., Freeman S. y de Vicente A. 2012b. First report of mango malformation disease caused by *Fusarium mangiferae* in Spain. *Plant Disease*, 96, 286-287.
- Crespo M., Arrebola E., Cazorla F.M., Maymon M., Freeman S., Aoki T., O'Donnell K., Torés J.A., y de Vicente A. 2016. Analysis of genetic diversity of *Fusarium tuiense*, the main causal agent of mango malformation disease in Southern Spain. *Plant Disease*, 100, 276-286.
- Galán Saucó V. 2009. El cultivo del mango. 2ª Ed. Mundi Prensa, Madrid. 349 pp.
- Gutiérrez-Barranquero J.A., Cazorla F.M., Arrebola E., Codina J.C., Fernández-Galván D. y de Vicente A. 2011. La necrosis apical del mango en Canarias, ¿una etiología alternativa?. *Boletín Informativo de la SEF*, 74, 43-50.
- Gutiérrez-Barranquero J.A., Arrebola E., Bonilla N., Sarmiento D., Cazorla F.M. y de Vicente A. 2012. Environmentally friendly treatment alternatives to Bordeaux mixture for controlling bacterial apical necrosis (BAN) of mango. *Plant Pathology*, 61, 665-676.
- Gutiérrez-Barranquero J.A., de Vicente A., Carrión V.J., Sundin G.W. y Cazorla F.M. 2013. Recruitment and rearrangement of three different genetic determinants into a conjugative plasmid increase copper resistance in *Pseudomonas syringae*. *Applied and Environmental Microbiology*, 79, 1028-1033.
- Gamliel-Atinsky E., Szejnberg A., Maymon M., Vintal H., Shtienberg D. y Freeman S. 2009. Infection dynamics of *Fusarium mangiferae*, causal agent of mango malformation disease. *Phytopathology*, 99, 775-781.
- Ploetz R.C. 2007. Diseases of tropical perennial crops: Challenging problems in diverse environments. *Plant Disease*, 91, 644-663.
- Torés J.A., Guirado E., Hermoso J.M., Sarmiento D., Cazorla F.M. y de Vicente A. 2016. Necrosis apical del mango: bacteriosis causada por *Pseudomonas syringae*. Folleto divulgativo editado por Caja Rural de Granada, 14 pp.

KELPAK

La fórmula del crecimiento

- **Mejora el cuajado**
- **Incrementa el calibre**
- **Mejora la calidad de la fruta**

Daymsa
Europe's leading producer of Leonardite

CAAE
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGROPECUARIAS Y AGROINDUSTRIAS TECNOLÓGICAS

INTER ECO
BUREAU VERITAS
CERTIFICACIONES

daymsa.com