



BOLETÍN INFORMATIVO

Número 92 • diciembre 2015

www.sef.es

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FITOPATOLOGÍA

- **Entrevista**
- **Actualidad**
- **Másters y Cursos**
- **Actidades de los Socios**
- **Publicaciones SEF**
- **Nuevos Patógenos**
- **Reuniones y Congresos**

EL ARTÍCULO DEL BOLETÍN

**CONTROL INTEGRADO DE LA PODREDUMBRE
PARDA DEL MELOCOTÓN**

EDITORIAL3 **NOVEDADES****ACTUALIDAD**4 **ENTREVISTA: JOSÉ GARCÍA JIMÉNEZ**11 **RESEÑA II REUNIÓN GEDDI-SEF, SEVILLA, NOVIEMBRE 2015**12 **PROYECTO PATHOGEN****CURSOS DE ESPECIALIZACIÓN Y MÁSTER**13 **INNOVACIONES EN EL DIAGNÓSTICO Y GESTIÓN INTEGRADA DE ENFERMEDADES, PLAGAS Y MALAS HIERBAS DE CULTIVOS Y MASAS FORESTALES. 3ª EDICIÓN**13 **PLANTHEALTH – EUROPEAN MASTER DEGREE IN PLANT HEALTH IN SUSTAINABLE CROPPING SYSTEMS ROYECTO PATHOGEN****ACTIVIDADES DE LOS SOCIOS****TESIS DOCTORALES**14 **DISSOLUQUELE DANIEL MANUEL BASSIMBA.** Epidemiología de la mancha marrón de las mandarinas causada por *Alternaria alternata*. Desarrollo de estrategias de control eficientes. IVIA-UPV19 **MARTA SENA.** Mecanismos implicados en las etapas iniciales de infección en la cancrrosis de los cítricos provocada por *Xanthomonas citri* subsp. *citri*. INIA, UPM23 **PABLO MARTÍNEZ ALVÁREZ.** Environmentally friendly methods for the integrated management of pine pitch canker (PPC) disease. ETSIIAA, Campus Palencia, Universidad de Valladolid26 **CARMEN ROMERALO TAPIA.** Management of *Gremmeniella abietina* by means of biological control agents and host resistance. IIFS, INIA-Universidad de Valladolid30 **DIANA BEZOS.** Factores que afectan a la epidemiología de *Fusarium circinatum* en el norte de España. ETSIIAA, Campus Palencia, Universidad de Valladolid33 **PAULA ZAMORA BRAUWEILER.** Control biológico del chancro del castaño mediante el empleo de aislados hipovirulentos de *Cryphonectria parasitica* en Castilla y León. ETSIIAA, Campus Palencia, Universidad de Valladolid**LIBROS Y PUBLICACIONES**36 **PUBLICACIONES SEF**39 **PUBLICACIONES DESTACADAS DE LOS SOCIOS SEF****NUEVAS DESCRIPCIONES DE PATÓGENOS EN ESPAÑA**40 **HONGOS Y OOMICETOS**40 **VIRUS Y VIROIDES**40 **NEMATODOS****REUNIONES Y CONGRESOS**41 **5TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TOMATO DISEASES**41 **8TH IOBC/WPRS WORKING GROUP: INTEGRATED PROTECTION IN OAK FORESTS**41 **3RD HEMIPTERAN-PLANT INTERACTIONS SYMPOSIUM****DISPARATES FITOPATOLÓGICOS**42 **DISPARATES FITOPATOLÓGICOS****EL ARTÍCULO DEL BOLETÍN**43 **CONTROL INTEGRADO DE LA PODREDUMBRE PARDA DEL MELOCOTON** por Villarino, M., Gell, I., Casals, C., Segarra, J., Usall, J., Melgarejo, P. y De Cal, A.

Novedades BOLETÍN Y WEB SEF

Queridos Soci@s:

Os presentamos el último boletín de 2015 con el deseo de que en el nuevo año podáis superar y alcanzar con éxito todos vuestros retos personales y profesionales. Os presentamos una edición del Boletín con información muy diversa que esperamos os pueda interesar

En la sección de actualidad incluimos una interesante entrevista a nuestro compañero José García Jiménez que se jubiló en este año y que nos hace una muy interesante reflexión sobre sus vivencias profesionales y su visión del presente y futuro de la fitopatología española y de la SEF. El artículo del Boletín está dedicado a una amplia revisión de los excelentes trabajos que los grupos de INIA, IRTA-Lleida y Universidad de Lleida han desarrollado en los últimos años sobre la epidemiología y control de la podredumbre parda del melocotonero.

Además, se incluyen los nuevos patógenos descritos en España entre julio y diciembre de 2015. Una edición más resulta especialmente extensa la sección de reseñas de Tesis Doctorales, que es fruto del buen hacer de nuestros socios en la formación de nuevos investigadores, en esta edición es de destacar las cuatro nuevas Tesis Doctorales que nos llegan desde Palencia, enhorabuena a todos los nuevos nuev@s Doctor@s y sus Director@s.

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 sabéis 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.

No queremos terminar si agradecer todas 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

LA ENTREVISTA DEL BOLETÍN

JOSÉ GARCÍA JIMÉNEZ

Nuestro compañero y socio destacado de la SEF, Catedrático de la Universidad Politécnica de Valencia que se ha jubilado recientemente. En esta entrevista nos explicará su trayectoria profesional, los avances en su línea de investigación, cómo ve el futuro de la Fitopatología y sus proyectos para esta nueva etapa.

**¿Nos puedes hacer una breve reseña de tu trayectoria profesional?**

Toda mi carrera profesional la he desarrollado en la Universidad Politécnica de Valencia. Acabé los estudios de Ingeniero Agrónomo en 1975 y en el trienio 1976-1978 disfruté de una beca de Formación del Personal Investigador. En 1978 obtuve un Contrato como Ayudante de investigación, en 1980 una Beca de la Fundación Juan March y, posteriormente, tuve varios Contratos como Ayudante y Colaborador de Investigación y Profesor Adjunto interino. En 1985 conseguí la plaza de Profesor Adjunto (Titular) de Universidad numerario y en el 2000, de Catedrático de Universidad.

¿Qué te hizo dedicarte a la docencia y a la investigación?

Estando en el último año de la carrera, Pepe Santos, en aquel momento Director de la Estación Naranjera de Burjasot (actual IVIA), nos convocó a mí y a varios compañeros de curso más a una reunión en la que nos apuntó la posibilidad de conseguir una beca. Allí entré en contacto con Agustín Alfaro, que había conseguido recientemente la Cátedra de Patología Vegetal en nuestra Escuela (actividad que por aquel tiempo era compatible con la de investigador del INIA), que me propuso solicitar una beca FPI, beca que me concedieron, y así comencé mi periplo en el campo de la Patología Vegetal. La

verdad es que estos acontecimientos fueron providenciales porque, por aquel tiempo, las dos disciplinas de la carrera que más me gustaban eran la Patología Vegetal y, por mi entorno de procedencia, la provincia de Murcia, la Fruticultura.

Debo decir que he disfrutado mucho con la docencia e investigación en Patología

Vegetal y menos con la burocracia, sobre todo en lo referente a la docencia. Los que son profesores conocen el crecimiento espectacular de esta burocracia en la Universidad en los últimos años, en detrimento de aquello para lo que realmente estamos preparados y hemos opositado: la docencia y la investigación.



Profesores y alumnos del Master en Protección Vegetal impartido en la UPV en el año 1999

En tu larga trayectoria docente habrás pasado por muchos cambios de planes de estudios hasta llegar al actual Plan Bolonia

Creo que sería demasiado simplista decir éste o aquél: todos tienen, en mi opinión, sus virtudes y defectos. El problema que yo veo en la carrera de Ingeniero Agrónomo es el relativo a estos dos conceptos: “ingeniero” y “agrónomo”, que deben ser contemplados en el curriculum de la carrera. Mi impresión es que en los Planes más antiguos, comenzando por el del 64 había un cierto equilibrio entre ambos, equilibrio que, en el caso de mi Universidad, se ha ido desplazando en los últimos Planes hacia la ingeniería. En mi

opinión, tras unas bases generales en los dos primeros cursos, debería haber posteriormente una mayor especialización. Esto resulta muy evidente en los estudios de Master Ingeniero Agrónomo: por definición, un Master es una especialización en un campo concreto, pero actualmente estos estudios, tal como están contemplados en el BOE, son más de lo mismo de lo que se da en el Grado y abarcando todas las orientaciones (así se llama ahora a las antiguas especialidades): agronomía, zootecnia, ingeniería rural, industrias agrarias, etc.

Sobre el papel, el Plan Bolonia tiene aspectos muy interesantes, como un mayor seguimiento del alumno por parte del profesor.

En la práctica, la masificación impide que dicho seguimiento se lleve a cabo adecuadamente. El Plan Bolonia deja un poco de lado la lección magistral del profesor favoreciendo el autoaprendizaje del alumno. En mi opinión, en nuestra disciplina, la lección magistral es fundamental para dar al alumno unos conceptos y bases claros para que puedan valorar lo que encuentren en la bibliografía (sobre todo, en Internet, que es lo más consultado por los alumnos y donde se pueden encontrar trabajos muy buenos junto a otros que dejan mucho que desear). Alguien con la experiencia de un profesor es el que puede dar a los alumnos unas pautas para enjuiciar lo que encuentre en una búsqueda bibliográfica, lo que aparece en un folleto o lo que le puedan explicar en una charla promocional de un

producto fitosanitario, por poner algunos ejemplos.

¿Qué semejanzas y diferencias encuentras entre los alumnos de antes y de ahora?

Buenos y malos estudiantes siempre ha habido, hay y habrá, pero mi impresión es que antes éramos, en general, conscientes del esfuerzo que hacían nuestros padres para que estuviéramos en la Universidad y ahora se toma como una cosa normal los estudios universitarios. Creo que la cultura del esfuerzo que antes había ahora está desapareciendo (siempre con honrosas excepciones) y esto creo que es algo que no sólo se da en los niveles universitarios sino que viene desde abajo.



Prospección del colapso del melón en Andalucía el año 1993. De izquierda a derecha: Ray Martyn, José García, Agustín Alfaro, Josep Armengol y Benny Bruton

¿Qué hitos destacarías de tu carrera investigadora?

Como ya he comentado, mis primeros pasos en la Patología Vegetal los di de la mano de Agustín Alfaro. De él aprendí que la investigación en nuestro campo debería abordar preferentemente las enfermedades

que estuviesen causando un problema económico grave y proponer unas medidas para su control. Ello conlleva el estudio del patógeno y de la enfermedad que causa desde distintas perspectivas: biología, etiología, epidemiología, etc.

Cuando yo entré en el grupo Concha Jordá ya estaba estudiando las

enfermedades virales por lo que Agustín me dirigió hacia la investigación de las enfermedades fúngicas, donde he permanecido hasta mi jubilación. Mi primer contacto con la Patología Vegetal fue el estudio de estas enfermedades en soja (lo que fue objeto de mi tesis doctoral), cultivo que a mediados de la década de los 70 se estaba introduciendo en España y que empezaba a manifestar problemas fitosanitarios. Paralelamente a la realización de la Tesis estudiamos, a petición del Ministerio de Agricultura, las enfermedades del gladiolo, elaborando un atlas gráfico de estas enfermedades para ser usado por los inspectores fitosanitarios. Dentro de este trabajo incidimos de una manera especial en la principal enfermedad de este cultivo en España, la fusariosis, poniendo a punto un método de termoterapia con agua caliente para el saneamiento de los cormos afectados.

Tas la muerte de Agustín en accidente de tráfico en 1994, yo me hice cargo del Laboratorio de hongos en nuestra Unidad (Concha continuó con el de virus) con la misma filosofía de abordar problemas concretos del campo español en general y del valenciano en particular. Sería muy prolijo citar todas las enfermedades que hemos estudiado en nuestro Grupo desde entonces; sirvan como muestra las siguientes:

- Colapso del melón (quizás la que más tiempo ha cubierto en mi actividad investigadora, junto con las enfermedades de madera en viña más recientemente): junto a la presencia de otros patógenos fúngicos encontramos la implicación de un nuevo agente patógeno, *Acremonium cucurbitacearum* (actualmente denominado *Plectosphaerella melonis*), que también ha sido descrito en otros países: Estados Unidos, Italia, Japón, China, etc.
- Otras afecciones de cucurbitáceas, como *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae* en calabaza o *Didymella bryoniae* en sandía y melón.
- Chufa (de gran importancia en la Huerta de Valencia): estudiamos la problemática causada por *Rosellinia necatrix* y, más recientemente, la causada por un nuevo hongo, *Alfaria* (en

homenaje a Agustín) *cyperi-esculenti*.

- Alcachofa: Verticilosis (*Verticillium dahliae*).
- Cítricos: Mancha marrón, causada por *Alternaria alternata* y *Phytophthora citrophthora* afectando a parte aérea (ramas).
- Viña: Enfermedades fúngicas de la madera, línea que comenzamos alrededor del año 2.000 y que todavía continúa dirigida por Josep Armengol.
- Pino: Chancro resinoso, causado por *Fusarium circinatum*.
- Níspero: Diversos patógenos de suelo y moteado (*Fusicladium eriobotryae*).
- Caqui: Necrosis foliar, causada por *Mycosphaerella nawae*.
- Plantas ornamentales y forestales: Problemática causada por *Phytophthora* spp. (línea dirigida por Paloma Abad).

Junto a todas estas líneas de investigación, una actividad muy importante de nuestro Laboratorio ha sido el de actuar, desde 1992 hasta la actualidad, como Laboratorio Nacional de Referencia para la identificación y diagnóstico de hongos fitopatógenos. Ha sido una línea que ha conllevado mucho esfuerzo, pero que a nivel científico y formativo ha resultado muy gratificante: a nuestro laboratorio han llegado muchas muestras (varios centenares al año) de diferentes especies vegetales que, o bien no se habían podido diagnosticar en los Laboratorios de las diferentes Comunidades Autónomas o en los Puntos de Inspección Fitosanitaria, o bien nos enviaban para su confirmación por tratarse de un patógeno nuevo en España. Esto nos ha hecho estudiar una gran diversidad de cultivos y patógenos. A veces el trabajo científico tiene el riesgo de ser rutinario por utilizar una metodología repetida muchas veces; este trabajo ha sido todo lo contrario: cada muestra estudiada era un nuevo reto que exigía el estudio de bibliografía y diferentes técnicas (morfológicas, culturales, moleculares, etc). Creo que esta actividad ha resultado muy

provechosa para todos los miembros de nuestro equipo de investigación, incluyendo los doctorandos, que, junto a su línea de investigación han tenido la oportunidad de abrirse al conocimiento de otras problemáticas. Además, nos ha hecho

estar al día en muchos campos, ya que con una cadencia aproximadamente bianual impartíamos cursos de actualización sobre estas problemáticas emergentes al personal de los Laboratorios de las Comunidades Autónomas o a los inspectores fitosanitarios.



Participantes en el Curso sobre Coelomycetes impartido en 2008 en la UPV a los Técnicos de Laboratorios de las CCAA

¿Ha cambiado mucho la fitopatología en España desde que comenzaste este oficio? ¿cómo ves el futuro?

Creo que en estos aproximadamente cuarenta años ha cambiado mucho, con sus luces (referidas principalmente a sus herramientas de estudio y metodologías) pero también, en mi opinión, con sus sombras (en relación al objetivo final de los estudios).

En mis primeros años de becario en el laboratorio sólo teníamos una cámara de flujo para los aislamientos, unas estufas para la incubación de las placas de cultivo, una nevera y un microscopio (con su correspondiente micrómetro en el ocular) para observar los hongos. Recuerdo esos años intentando poner a punto técnicas de serología (pinchando a conejos en las venas de la oreja) o de electroforesis (y todas las bandas aparecían borrosas). Si comparamos eso con todo el instrumental y las metodologías disponibles ahora (sobre

todo en el campo de la biología molecular) parece que hubiera transcurrido una eternidad, cuando “sólo” han sido cuarenta años.

Desde la perspectiva de las “sombras” creo mi deber (quizás como última aportación a la SEF) presentar mi reflexión sobre la marcha de la Patología Vegetal en España y de la SEF en particular. Es mi deseo que esta reflexión se entienda como una crítica constructiva que deseo aportar para el debate a la que ha sido mi Sociedad durante toda mi carrera investigadora y de la que soy socio fundador.

Creo que una de las enfermedades de la Ciencia en general en España y de la Patología Vegetal en particular es la “paperitis” (de “paper”, no de “paperas”). Cuando se evalúa un Proyecto de investigación o a un candidato para un puesto en la Universidad o en un Centro de investigación se mira casi exclusivamente el número de publicaciones en revistas de impacto (y no sólo eso, sino

la posición de la revista dentro de su campo científico). Si lo que importa es el número, la forma de aumentarlo rápidamente es utilizar metodologías y técnicas con las que se obtengan rápidos resultados. Esto, que en sí mismo no es malo, en la práctica ha hecho que haya una escasa diversificación en los trabajos dentro de los diversos Grupos (misma técnica aplicada a diversos agentes) y, sobre todo, que se estén dejando de lado los estudios de campo, generalmente muchos más duraderos en el tiempo y que, a veces, son tirados por tierra por la climatología u otras circunstancias (recuerdo algunos ensayos con melón o calabaza en los que, al ir a hacer las observaciones finales, los frutos habían sido robados o cosechados por el agricultor sin avisar).

¿Qué está provocando esto? En mi opinión, una dicotomía muy curiosa: mientras que la SEF, junto con otras Sociedades científicas del campo de la protección de los vegetales, está luchando a través de la AESaVe para que se reconozca la importancia de la “profesión fitopatológica” y que ésta se tenga en cuenta en los currícula de las Universidades, dentro de nuestra Sociedad estamos remando en sentido contrario: ¡seamos sinceros! ¿cuántos de nuestros doctorandos tienen esa profesión fitopatológica? ¿cuántos son capaces de ir a un campo, observar un problema fitopatológico, analizarlo desde diversas perspectivas (no sólo una, como se está haciendo en muchas de las tesis doctorales) y abordar el estudio de sus soluciones?

Recuerdo a los socios más antiguos que nuestra Sociedad comenzó como Grupo Especializado dentro de la Sociedad Española de Microbiología, de la cual acabó separándose por la especificidad de nuestro campo científico. En mi opinión, estamos revirtiendo a la situación de antes de la separación y esto está resultando perjudicial para la SEF. Los que somos mayores recordamos cómo en los primeros Congresos ya como SEF había una gran asistencia de personal de Empresas, Laboratorios de patología vegetal, etc. Esa

presencia se ha visto reducida drásticamente en los últimos Congresos porque no se ven identificados con los temas que se presentan. Quizás sería interesante que, junto a las encuestas “ad intra” entre los miembros de la Sociedad, se realizase una “ad extra” entre los miembros del sector para ver qué opinan de nuestra Sociedad y qué nos sugieren.

Este alejamiento de los problemas concretos del sector nos está afectando negativamente porque dependemos, en general, excesivamente de los fondos públicos para nuestras investigaciones y, con la actual crisis, no han sido pocos los casos en que a personal muy válido de nuestros equipos de investigación no se les ha podido prorrogar su Contrato.

Soy consciente de que esta situación no es exclusiva de nuestro campo científico sino que va más allá. Insisto en que nuestro sistema de selección y evaluación científica es manifiestamente mejorable porque contempla casi exclusivamente las publicaciones científicas en revistas de impacto. Es cierto que eso es lo que refleja mejor la calidad de un trabajo y la trayectoria científica de un investigador pero ¿por qué no se contemplan también con un cierto peso otros aspectos? La mayor parte de los fondos para la investigación en nuestros equipos son públicos ¿Qué beneficio obtiene la sociedad española de nuestras investigaciones? ¿Quién lee esos artículos? En mi opinión, deberíamos obligarnos a trabajar más en artículos técnicos, de extensión o divulgación, charlas, etc para dar a conocer nuestros trabajos. Cuando se redacta un Proyecto de investigación suele haber un plan de divulgación de los resultados pero ¿cuántas veces se cumple? ¿qué importancia le damos en las evaluaciones de los Proyectos al ver si se han cumplido o no estos planes de divulgación en Proyectos anteriores?. Un esfuerzo por parte de todos en este sentido repercutiría en un mayor conocimiento de nuestros trabajos y de la SEF en el sector agrario y, a la larga, repercutiría positivamente: sabrían quién y en qué está trabajando cada Grupo y a quién acudir cuando

necesiten abordar un problema concreto.

Pienso que sería interesante que, al igual que se organizó un Simposio sobre la profesión fitopatológica en nuestro país a nivel global, se abriese un debate dentro de la SEF con este mismo objetivo.

Perdonad si me he extendido excesivamente, pero es algo a lo que le venía dando vueltas desde hace tiempo y no he querido desaprovechar la oportunidad de esta entrevista para manifestarlo.

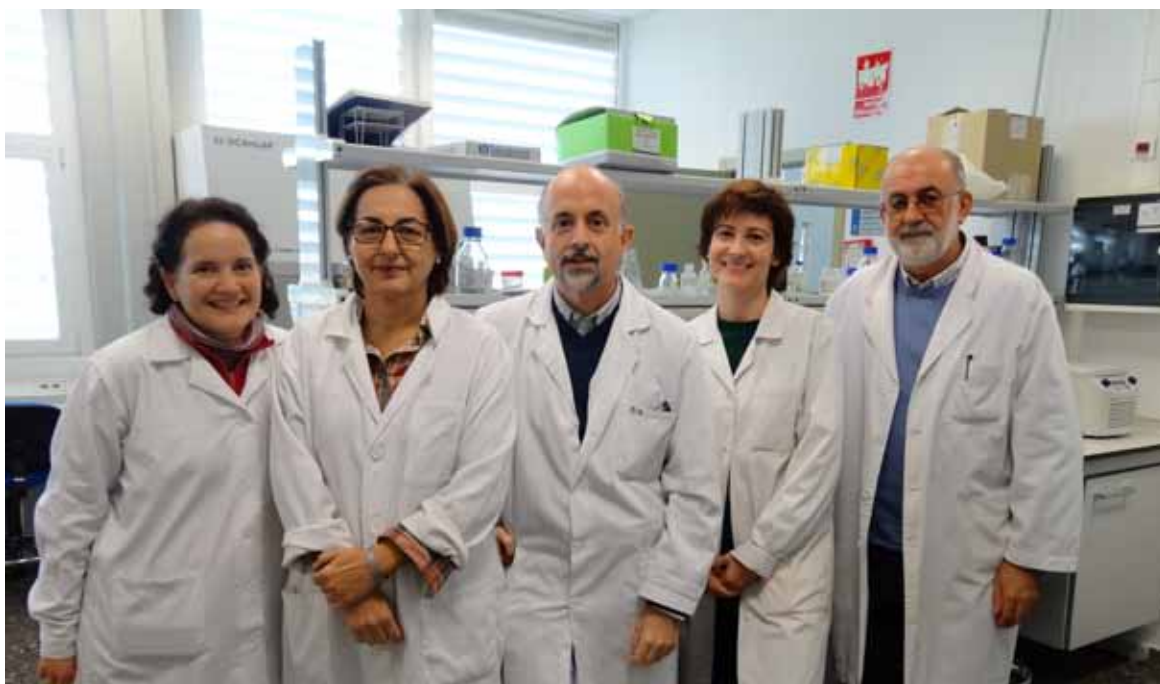
¿Sientes alguna añoranza de tu actividad profesional anterior en esta nueva etapa de tu vida? ¿cuáles son ahora tus principales actividades?

Es difícil olvidar de golpe todo lo que has estado viviendo durante muchos años. Los primeros días me veía muy extraño y me tenía que decir a mí mismo, al

levantarme por la mañana, que ya no iba a ir al trabajo más. Voy de vez en cuando por la Universidad y mis compañeros me informan de cómo van las cosas en la investigación y en la docencia.

Para ir adaptándome me ha ayudado tener otras actividades: estoy ejerciendo más como abuelo, hago deporte con la bicicleta y algunas acciones de voluntariado. Los que me conocen saben que para mí la fe cristiana ocupa un lugar preferente en mi vida y estoy intentando profundizar en esa fe, para lo cual estoy cursando algunas materias de Teología. No descarto en un futuro realizar algún estudio que compagine este campo con mis conocimientos agronómicos.

Muchas gracias Pepe por atender nuestra invitación. Te deseamos todo lo mejor en esta nueva etapa de tu vida profesional y personal.



Miembros del Grupo de Investigación en Hongos Fitopatógenos de la UPV. De izquierda a derecha: Maela León, Paloma Abad, Josep Armengol, Mónica Berbegal y José García

Elevada participación en la II Reunión del Grupo Especializado en Detección, Diagnóstico e Identificación de la SEF (GEDDI-SEF)

Durante los días 10 y 11 de noviembre de 2015 se ha celebrado en Sevilla la II Reunión del GEDDI-SEF.

Organizada por Juana Isabel Páez Sánchez, del Laboratorio de Producción y Sanidad Vegetal de Sevilla, ha sido un éxito de participación superando en un 50% al número de asistentes de la anterior reunión. Esta segunda edición ha contado con más de 60 participantes pertenecientes a Laboratorios Oficiales de Sanidad Vegetal de diferentes Comunidades Autónomas, Laboratorios Nacionales de Referencia, Centros de Investigación, y Empresas Privadas relacionadas con el sector. Se presentaron 40 comunicaciones orales (2 de nematodos, 17 de bacterias y fitoplasmas, 11 de hongos y oomicetos, 5 de virus y viroides y 5 de aspectos generales relacionados con el diagnóstico) agrupadas en 5 sesiones.

Se expusieron los resultados de la Comisión de estandarización de medios de cultivo para *Phytophthora*, la Comisión de estandarización de trampas vegetales para captura de *Phytophthora*, y la Comisión de Léxico para elaborar un glosario de términos fitopatológicos.

Asimismo contamos con una ponencia invitada titulada "*Xylella fastidiosa*: ¿un riesgo para la agricultura europea y de España?", impartida por Blanca Landa del Castillo del IAS-CSIC de Córdoba.





Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

PATHOGEN (Training ProgrAmme TO improve GrapEviNe virus knowledge and management)

PATHOGEN (Training ProgrAmme TO improve GrapEviNe virus knowledge and management) es un proyecto europeo co-financiado por el programa Erasmus+ CE y tiene como objetivo mejorar el conocimiento sobre enfermedades de etiología viral en la vid para conseguir una mejor gestión de ese tipo de enfermedades; se dirige a todos los ámbitos del sector vitícola: viticultores, técnicos asesores, funcionarios de sanidad vegetal, técnicos de casas comerciales, viveristas y también a investigadores en formación y estudiantes tanto de formación profesional como universitarios. Se pretende utilizar la información disponible en los tres países y elaborarla en la forma más innovadora para poner a disposición de los usuarios cursos on line interactivos que serán posteriormente reforzados con entrenamiento en sesiones de campo. Además de un nivel básico y otro avanzado habrá un tercer nivel para poner a disposición de los técnicos asesores la posibilidad de gestionar sus propios cursos para mejorar el conocimiento de los viticultores a los que asesoran. El proyecto está coordinado desde Francia por investigadores del IFV (Institut Français de la vigne et du vin) y participan grupos de I+D+i de Italia (CREA, Consiglio per la ricerca per la agricoltura e l'analisi dell'economía agraria; HORTA s.r.l., sping-off de la Università Católica del Sacro Cuore, Milano) y de España (Grupo Viticultura y sanidad vegetal de la Universidad de Santiago de Compostela y FEUGA, Fundación Empresa Universidad de Galicia). A lo largo de tres años (2015-2018) se desarrollarán y experimentarán los cursos piloto; animamos a los socios de la SEF con interés en el tema a participar en ellos.

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE EL PROYECTO:

Cristina Cabaleiro, cristina.cabaleiro@usc.es

Antonio Segura, antonio.segura@usc.es

CURSOS DE ESPECIALIZACIÓN

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



Matrícula: a partir de 20 de noviembre de 2015

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

PlantHealth – European Master Degree in PLANT HEALTH IN SUSTAINABLE CROPPING SYSTEMS

Fechas: 2016 y 2017



Preinscripción: 16 de diciembre de 2015 a 16 marzo de 2016

INFORMACIÓN: <http://www.planthealth.upv.es>

Dissoluquele Daniel Manuel Bassimba



Defendió el 23 de julio de 2015 su Tesis Doctoral titulada “Epidemiología de la mancha marrón de las mandarinas causada por *Alternaria alternata*. Desarrollo de estrategias de control eficientes” realizada en la Unidad de Micología del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), dentro del programa de doctorado Recursos y Tecnologías Agrícolas de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV). La Tesis ha sido dirigida por el Dr. Antonio Vicent Civera del IVIA y como tutora en la UPV la Dra. M^a Isabel Font San Ambrosio. El tribunal lo constituyeron el Dr. Antonio Trapero Casas de la Universidad de Córdoba, el Dr. Josep Armengol Fortí del Instituto Agroforestal Mediterráneo de la UPV y el Dr. Juan Antonio Navas Cortés del Instituto de Agricultura Sostenible del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. La Tesis Doctoral obtuvo la calificación de Sobresaliente Cum Laude por unanimidad. El Dr. Daniel Bassimba es actualmente el Jefe del Departamento de Biología Agrícola del Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA) en Chianga-Huambo, Angola, donde dirige el Laboratorio de Fitopatología.



De izquierda a derecha: Antonio Vicent Civera, Dissoluquele Daniel Manuel Bassimba y M^a Isabel Font Ambrosio.

La mancha marrón causada por un patotipo del hongo *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. es un factor limitante para el cultivo de algunas variedades de mandarina como 'Fortune' y 'Nova'. La enfermedad está ampliamente distribuida a nivel mundial, tanto en las áreas citrícolas de clima húmedo como semi-áridas. La mancha marrón provoca la aparición de lesiones necróticas en hojas y frutos, reduciendo tanto la cantidad como la calidad de la cosecha (Fig. 1). Aunque algunas medidas de tipo agronómico ayudan a reducir la incidencia de la enfermedad, la aplicación de fungicidas es indispensable para su control

económico. En este sentido, la sincronización entre los tratamientos fungicidas y los períodos de infección es clave en la eficacia de las estrategias de control. Actualmente se dispone de información epidemiológica de la mancha marrón en las regiones húmedas de Florida (EE.UU.), donde se han desarrollado e implementado modelos predictivos para optimizar su control. Debido a las diferencias climáticas, la información epidemiológica y los modelos desarrollados en Florida no pueden extrapolarse directamente a las zonas citrícolas semi-áridas de la cuenca del Mediterráneo.



Figura 1: Síntomas de la mancha marrón de las mandarinas: A) Necrosis en brotaciones de mandarina 'Fortune'; y B) Fruto maduro de mandarina 'Fortune' con lesiones necróticas.

En la Tesis Doctoral se desarrollan varios estudios con el objetivo de i) caracterizar la epidemiología de la mancha marrón en las condiciones climáticas de España, ii) evaluar diferentes modelos de predicción para la enfermedad y iii) estudiar la influencia del tipo de riego en el microclima de las parcelas de cítricos.

Respecto al primer objetivo, se determinó la presencia de inóculo en las hojas, brotes y frutos de los árboles afectados, en la hojarasca del suelo y las malas hierbas. Se siguió la dinámica de las conidias de *Alternaria* en el aire con un captador y se realizaron exposiciones de placas con medio semi-selectivo ARSA para poder identificar los aislados patógenos. Se estudió también la relación de las variables meteorológicas

en la incidencia de la enfermedad mediante la exposición de plantas trampa. Las hojas y brotes afectados constituyeron la principal fuente de inóculo, con un 15-76% de aislados patógenos. Se detectaron también aislados patógenos en la hojarasca y en malas hierbas del género *Sonchus*, aunque en muy baja proporción. El patógeno sobrevivió en hojas inmaduras caídas al suelo hasta 76 días. Se detectaron conidias de *Alternaria* y colonias patógenas de *A. alternata* de forma continua en el aire durante todo el período de estudio. La proporción promedio de conidias patógenas fue del 22,8 %, muy por debajo del 99,6 % citado en los estudios realizados en Florida. No fue posible relacionar la cantidad de conidias patógenas con el total capturado por lo que, en nuestras condiciones, las técnicas de aerobiología que no permiten

identificar a nivel de patotipo no serían adecuadas. Las infecciones en las plantas trampa se observaron principalmente durante los meses de primavera y otoño, coincidiendo con semanas de $\geq 2,5$ mm de precipitación y temperatura media $\geq 12,5^{\circ}\text{C}$. La pluviometría, el número de días de lluvia y la duración total de humectación foliar se relacionaron significativamente con la incidencia de la enfermedad, pero únicamente en los cuantiles superiores.

Para el desarrollo de los modelos de predicción se inocularon plantas de 'Fortune' y 'Nova' bajo diferentes combinaciones de temperatura ($8-35^{\circ}\text{C}$) y duraciones de humectación foliar (8-48 horas). Los datos de incidencia obtenidos en estos experimentos

se ajustaron mediante modelos aditivos generalizados (GAM) y un modelo genérico de infección. Se estudió también el efecto de los períodos interrumpidos de humectación foliar sobre la infección y la influencia de la temperatura en la duración del período de incubación hasta la aparición de síntomas. La incidencia de la enfermedad se incrementó notablemente con humectaciones foliares superiores a 16 horas y descendió con temperaturas inferiores a 12°C y superiores a 27°C . El proceso de infección se detuvo con un período seco de una hora en 'Nova' y dos horas en 'Fortune'. La temperatura tuvo un efecto significativo en la duración del periodo de incubación, observándose la máxima expresión de los síntomas a las 30 horas en 'Fortune' y 60 horas en 'Nova'.

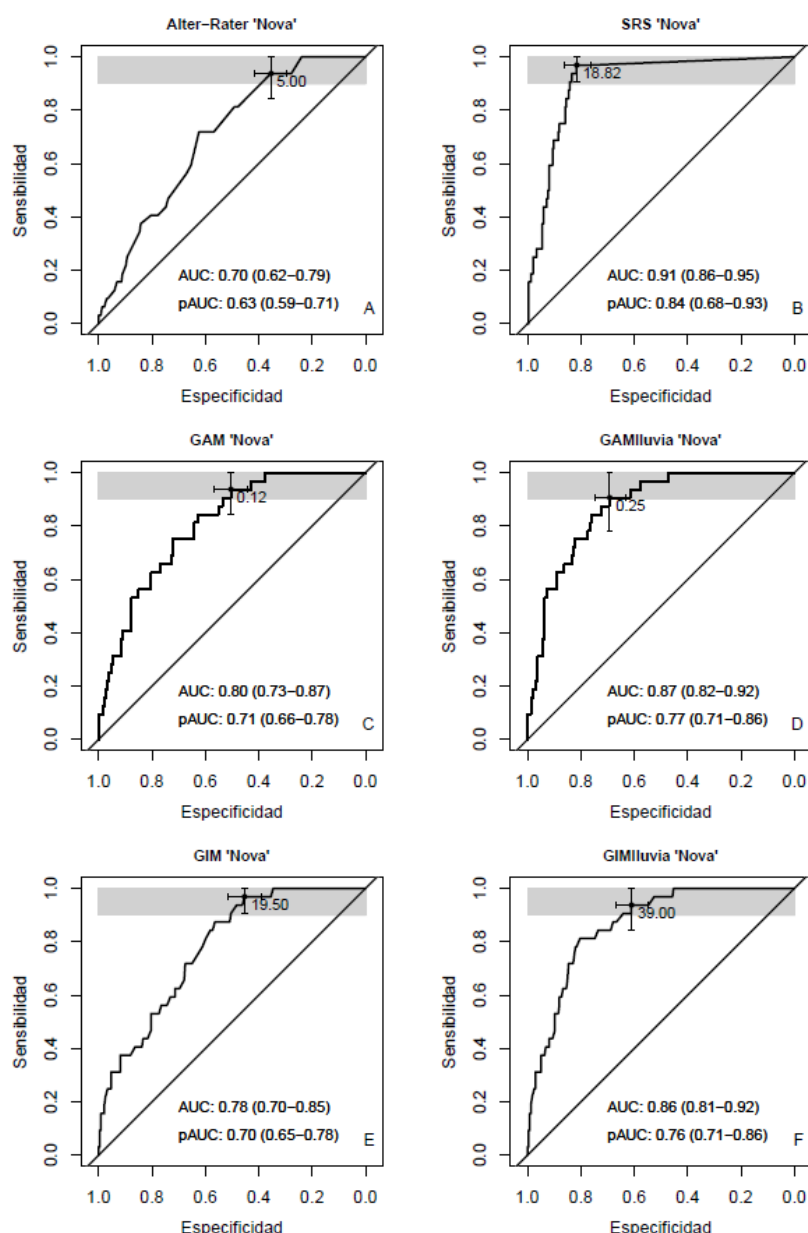


Figura 2: Curvas ROC obtenidas con los resultados conjuntos de las tres parcelas de estudio ($n = 266$) con exposiciones semanales de plantas trampa de 'Nova' para los modelos de mancha marrón evaluados: A) Alter-Rater; B) Modelo empírico simple (SRS); C) Modelo aditivo generalizado (GAM); D) Modelo aditivo generalizado modificado (GAMlluvia); E) Modelo genérico de infección (GIM); F) Modelo genérico de infección modificado (GIMlluvia). Clasificación binaria: presencia/ausencia de síntomas. En las gráficas, mediana e intervalo de confianza 95% del área total bajo la curva (AUC) y el área parcial (pAUC) en la región de sensibilidad 0,9-1 (área sombreada). Umbral de corte óptimo con valores asociados de sensibilidad y especificidad. Línea diagonal no discriminante.

Además de los modelos de infección indicados anteriormente, se evaluó también el modelo Alter-Rater desarrollado en Florida y un modelo empírico simple (SRS) basado en temperatura y pluviometría. Para la evaluación comparativa se utilizó un banco de datos independiente obtenido a partir de exposiciones semanales ($n = 266$) de plantas trampa en tres parcelas durante tres años. Teniendo en cuenta que la alta sensibilidad de los modelos (baja proporción de falsos negativos) es crítica para el control de la mancha marrón, se optó por utilizar el área parcial bajo la curva ROC (pAUC) en el rango de máxima sensibilidad (0,9-1).

Debido a la elevada proporción de falsos positivos, ninguno de los modelos evaluados se consideró adecuado para predecir las infecciones en el cultivar 'Fortune'. En el caso de 'Nova', menos susceptible a la enfermedad, el modelo SRS permitió predecir los periodos semanales de infección con una sensibilidad de 0,93 y una especificidad de 0,84 (Fig. 2). Este modelo se ha implementado en la web <http://gipcitricos.ivia.es/avisos-alternaria> del IVIA, que incluye también una aplicación app para móviles, donde es posible obtener predicciones de riesgo de infección para toda la red de estaciones agroclimáticas de la Comunitat Valenciana.

2012

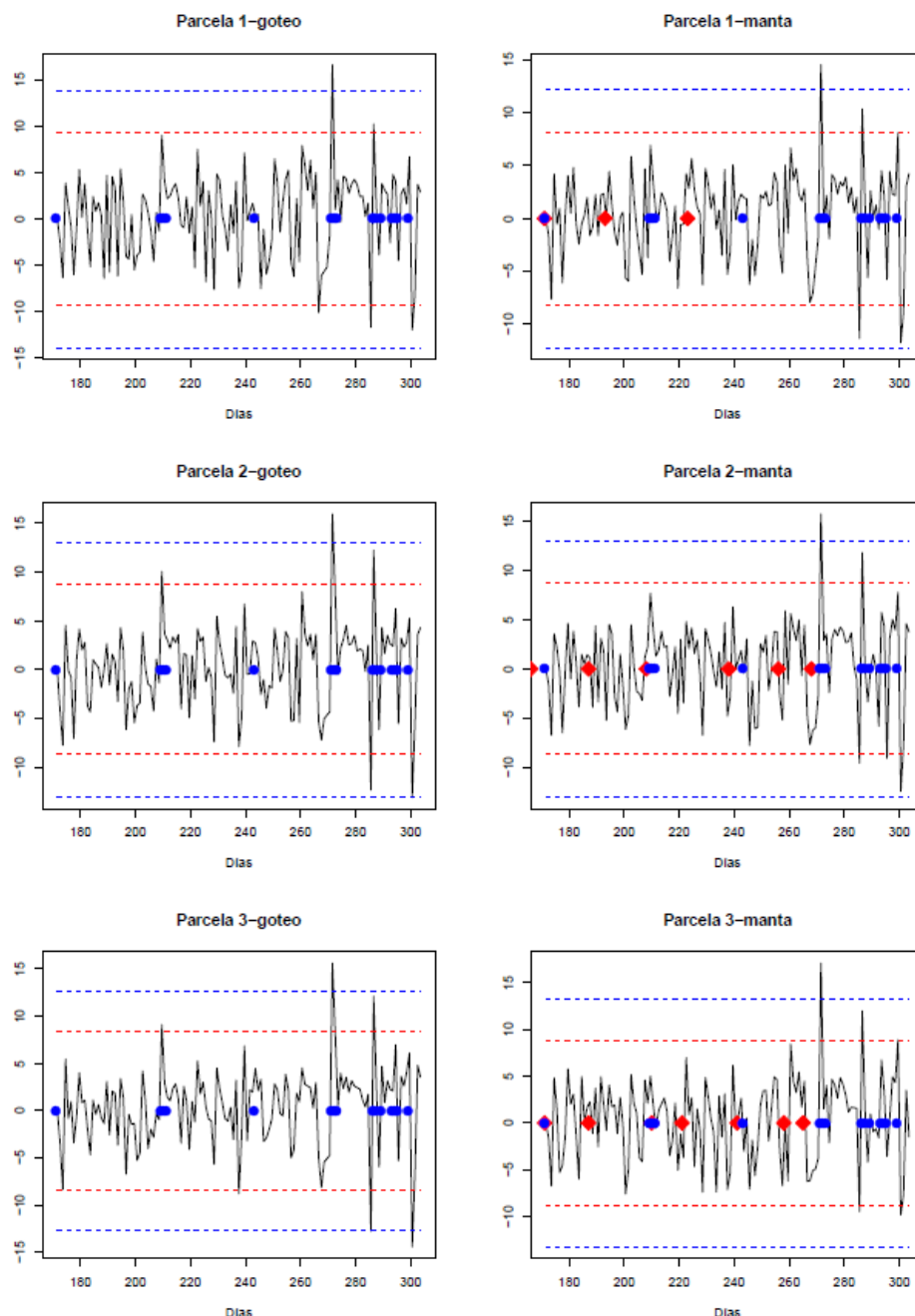


Figura 3: Residuos de los modelos ARIMA (1,1,1) de la duración de la humectación foliar en tres parcelas de cítricos con riego por goteo y tres parcelas con riego a manta durante el período de estudio en el año 2012. Las líneas discontinuas representan la desviación estándar de los residuos (rojo 2x y azul 3x). Los puntos azules son eventos de lluvia ($> 0,2$ mm) y los puntos rojos son riegos a manta.

Algunos estudios realizados en otros cultivos indican que el riego por inundación podría incrementar la duración de la humectación foliar y en consecuencia el riesgo de infecciones. En los cítricos, esta información permitiría determinar el sistema de riego más adecuado para los programas de gestión integrada de la mancha marrón. Se realizó un estudio durante dos años en tres parcelas de mandarina con riego por inundación y otras tres con riego localizado. En cada parcela se registraron los valores del contenido de humedad del suelo, duración de humectación foliar, humedad relativa, temperatura y pluviometría. La dinámica de la duración de la humectación foliar en las parcelas se analizó mediante

modelos de series temporales ARIMA (1,1,1), con un MAE resultante de 3,17-3,91 horas. En los análisis gráficos de los residuos y los tests de intervenciones no se detectó ninguna asociación entre los riegos por inundación y el incremento de la duración de humectación foliar (Fig. 3). Los aumentos en la duración de la humectación foliar se relacionaron únicamente con algunos eventos de lluvia. A diferencia de los estudios publicados en otros cultivos, el posible efecto del riego por inundación sobre la duración de la humectación foliar quedaría soslayado por las elevadas humedades relativas habituales en nuestra zona de estudio, que favorecen la formación de rocíos prolongados.

Artículos publicados, en revisión y en preparación:

Bassimba DDM, Mira JL, Vicent A. 2014. Inoculum sources, infection periods, and effects of environmental factors on *Alternaria* brown spot of mandarin in Mediterranean climate conditions. *Plant Disease* 98:409-417.

Bassimba DDM, Mira JL, Vicent A. 2015. Epidemiology of *Alternaria* brown spot of mandarins under semi-arid conditions in Spain. *Acta Horticulturae* 1065:965-970.

Bassimba DDM, Mira JL, Vicent A. 2015. Evaluation of models for *Alternaria* brown spot of mandarin under Mediterranean conditions by partial ROC curve analysis. *Phytopathology* (en revisión).

Bassimba DDM, Intrigliolo DS, Dalla-Marta A, Orlandini S, Vicent A. 2015. Estimation of leaf wetness duration in citrus orchards under semi-arid conditions and different irrigation systems. *Agricultural and Forest Meteorology* (en preparación).

Bassimba DDM, Mira JL, Vicent A. 2013. Aspectos epidemiológicos de la mancha marrón de las mandarinas causada por *Alternaria alternata* en condiciones de clima mediterráneo. *Boletín de la SEF* 83:55-63.

Vicent A, Bassimba DDM, Mira JL. 2013. Gestión integrada de la mancha marrón de las mandarinas causada por *Alternaria alternata*. *Vida Rural* 369:36-40.

Congresos:

Parte de los resultados de la Tesis Doctoral se presentaron como comunicaciones orales en el 10th International Congress of Plant Pathology celebrado en Pekín, China y el 12th Internacional Citrus celebrado en Valencia. Se presentaron también comunicaciones en el XVI y el XVII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Fitopatología celebrados en Málaga y Lleida.

Marta Sena



Ha defendido su Tesis Doctoral titulada “Mecanismos implicados en las etapas iniciales de infección en la cancrrosis de los cítricos provocada por *Xanthomonas citri* subsp. *citri*” en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid que se ha llevado a cabo bajo la dirección del Dr. Jaime Cubero Dabrio en el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). El trabajo ha incluido estancias de la doctoranda tanto en el Citrus Research and Education Center (CREC) como en el Emerging Pathogen Institute, ambos de la Universidad de Florida en Estados Unidos. El tribunal estuvo constituido por los doctores María Milagros López González (IVIA, Valencia), Emilia López Solanilla (CBGP/ UPM, Madrid), Emilio Montesinos Seguí (Universidad de Girona), Antonio de Vicente (Universidad de Málaga) y Rafael Rivilla (Universidad Autónoma de Madrid). La Tesis recibió la calificación de Sobresaliente Cum Laude por unanimidad.



Autora de la Tesis Marta Sena

La cancrrosis de los cítricos afecta a un gran número de cítricos y otras especies pertenecientes a la familia de las rutáceas. Esta enfermedad se encuentra distribuida a nivel mundial en la mayoría de los países tropicales y subtropicales productores de cítricos, sin embargo no se ha detectado en el área mediterránea.

Se han descrito distintos tipos de cancrrosis en función de las especies bacterianas que las producen, la cancrrosis tipo A es causada por *Xanthomonas citri* subsp.

citri (Xcc), y las tipo B y C por *X. fuscans* subsp. *aurantifolii* (Xfa). El tipo A de cancrrosis es el más distribuido y ha desplazado a las cancrrosis B y C en países de América del Sur.

Dentro de las cancrrosis tipo A existen los subtipos Aw y A*, originarios de Florida (EEUU) y el sudeste asiático respectivamente, que son productores de enfermedad únicamente en lima mejicana (*Citrus aurantifolia*). Las distintas cepas o aislados bacterianos que conforman los subtipos de cancrrosis tipo A presentan variaciones tanto a nivel fenotípico

como genotípico, aunque hasta la fecha no se han determinado con claridad los factores que influyen en la gama de huésped de esos patógenos.

En el trabajo de esta tesis se han caracterizado algunos de los procesos relacionados con las primeras etapas en la infección de Xcc como son la quimiotaxis, motilidad y formación de biopelículas, y su relación con la gama de huésped.

La quimiotaxis es el proceso por el cual las bacterias son capaces de percibir las señales del medio en el que se encuentran, dirigiendo su movimiento hacia las zonas que favorecen su desarrollo y supervivencia. A pesar de haberse descrito la presencia de proteínas asociadas a quimiotaxis en Xcc no se ha establecido el papel que ésta juega en el proceso infeccioso.

Para el estudio de los perfiles quimiotácticos frente a distintos compuestos de carbono y la respuesta frente a extractos vegetales, se desarrolló una nueva metodología que permitió evaluar la quimiotaxis de forma independiente al crecimiento bacteriano. Los perfiles de quimiotaxis obtenidos frente a distintas fuentes de carbono, así como el contenido en proteínas aceptoras de grupos metilo o MCPs, permitieron agrupar a las cepas de *Xanthomonas* estudiadas en función de la gama de huésped (cítricos y crucíferas) o enfermedad producida (cancrosis o mancha bacteriana de los cítricos). Todas las cepas mostraron quimiotaxis positiva frente a extractos totales de hoja y de apoplasto de hojas de naranjo dulce, lima mejicana y col china, aunque la cepa de Xcc 306 mostró mayor respuesta frente a naranjo, *X. alfalfae* subsp. *citrumelonis* F1 (Xac) frente a lima y *X. campestris* pv. *campestris* 1609 (Xc), frente a col china. Además esta respuesta fue en todas ellas mayor frente a apoplasto que a extracto total de hoja. Estos resultados sugieren la participación de los mecanismos de selectivos de quimiotaxis en la colonización del tejido de estas especies vegetales y su relación con la gama de huésped.

El otro proceso estudiado durante la tesis fue la formación de biopelículas o biofilms que es un mecanismo importante desarrollado por Xcc tanto para incrementar sus posibilidades de supervivencia en la planta como para el desarrollo de la enfermedad. El estudio realizado mostró una mayor predisposición de las cepas para formar biopelículas en un medio que simula las condiciones del apoplasto vegetal en comparación con un medio nutritivo, esa diferencia fue mayor, además, en las cepas de limitada gama de huésped. En planta, y en relación a la gama de huésped, tanto Xcc como Xac, forman más biopelícula en huéspedes o tejidos que son capaces de infectar (Figura 1).

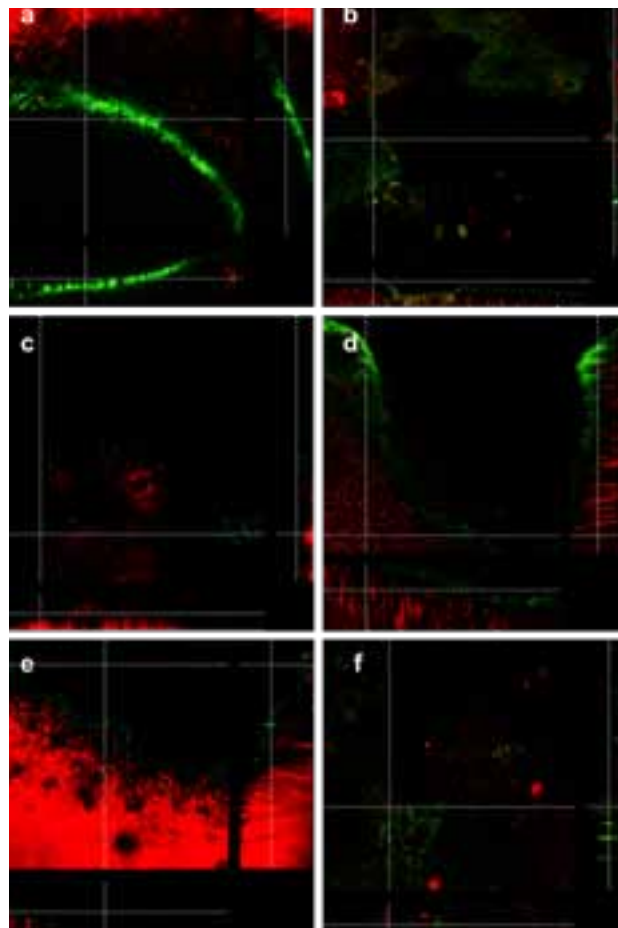


Figura 1. Observación mediante microscopía laser confocal de la infección en frutos de pomelo (a, c, e) y lima mejicana (b, d, f) a las 24 horas de la inoculación. a y b, Xcc MI (CBC amplia gama de huéspedes) gran formación de biopelículas en ambos huéspedes; c y d, Xcc 12879 Aw (CBC limitada gama de huéspedes), formación de biopelícula en lima mejicana; e y f, Xac F1 (CBS que no produce enfermedad en fruto), escasa formación de biopelícula en fruto.

Los estudios de microscopía electrónica de barrido mostraron que la cepa de amplia gama de huésped es capaz de formar agregados estructurados con un gran número de fibras interconectando las bacterias y los

diferentes agregados (Figura 2a), sin embargo la cepa con limitada gama de huésped únicamente forma filamentos con una menor conexión entre agregados (Figura 2b).

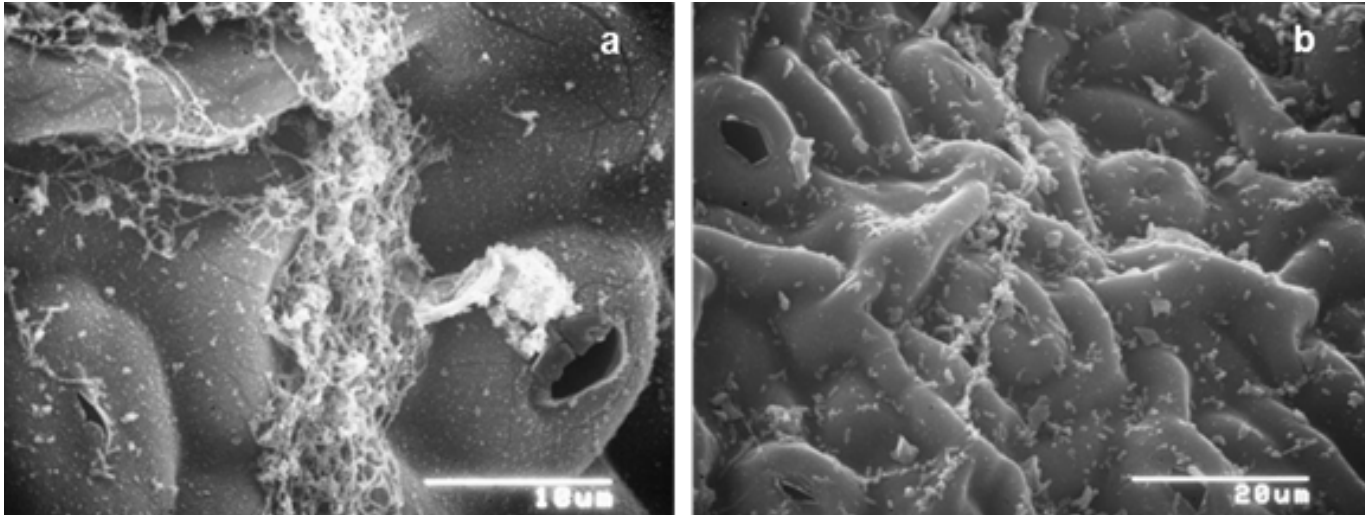


Figura 2. Estructura de las biopelículas formada por *Xcc* MI (a) y *Xcc* 12879 Aw (b), *Xcc* de amplia y limitada gama de huésped respectivamente. Observadas mediante microscopía electrónica de barrido en superficie de Swingle citrúmelo a las 24 horas de la inoculación.

Para determinar los mecanismos responsables la diferente capacidad de agregación entre las distintas cepas de *Xcc*, se identificaron y caracterizaron algunos componentes de la matriz extracelular de las biopelículas, como son el ADN extracelular (ADNe) y algunas proteínas extracelulares.

Se ha demostrado mediante técnicas de microscopía que el ADNe está presente en la mayoría de las estructuras observadas tanto durante la formación de biopelículas, como el crecimiento en medio líquido y el movimiento tipo twitching (Figura 3). Además, mediante ensayos con DNasa se determinó que el ADNe juega un papel más importante en los estadios iniciales de la formación de la biopelícula, en las cepas de *Xcc* de limitada que en las de amplia gama de huésped, e insignificante en *Xc*. La función estructural del ADNe fue confirmado en biopelículas preformadas mediante tratamientos con DNasa, que llegaba a disgregar más del 80% de los agregados en todas las cepas de *Xcc*, presentando un escaso efecto en *Xc* (Figura 3E).

Finalmente, la caracterización mediante geles de proteínas de las

estructuras proteicas extracelulares en cepas de *Xcc* mostró la ausencia de diferencias cualitativas entre las cepas de *Xcc* 306 y 12879 Aw. Sin embargo, las observaciones realizadas mediante microscopía electrónica de transmisión, determinaron la presencia de estructuras diferentes entre las cepas. Además se identificaron la flagelina, la subunidad mayor del pilus tipo IV y una proteína con alta homología a un activador de la inmunidad mediada por Xa21 en *X. oryzae*, entre las proteínas extracelulares. Con el fin de cuantificar las diferencias observadas en las estructuras extracelulares de *Xcc* se compararon los niveles de transcripción de genes relacionados tanto con el flagelo como con el pilus tipo IV, con los de las estructuras extracelulares observadas durante la formación de biopelículas para *Xcc* en medio nutritivo LB y en medio que simula el apoplasto XVM2. Así, se observó que los mayores niveles de transcripción de ambos genes se correspondían con un mayor número de estructuras extracelulares y mayor formación de biopelículas, siendo especialmente importante su transcripción en las primeras etapas de la formación de biopelículas.

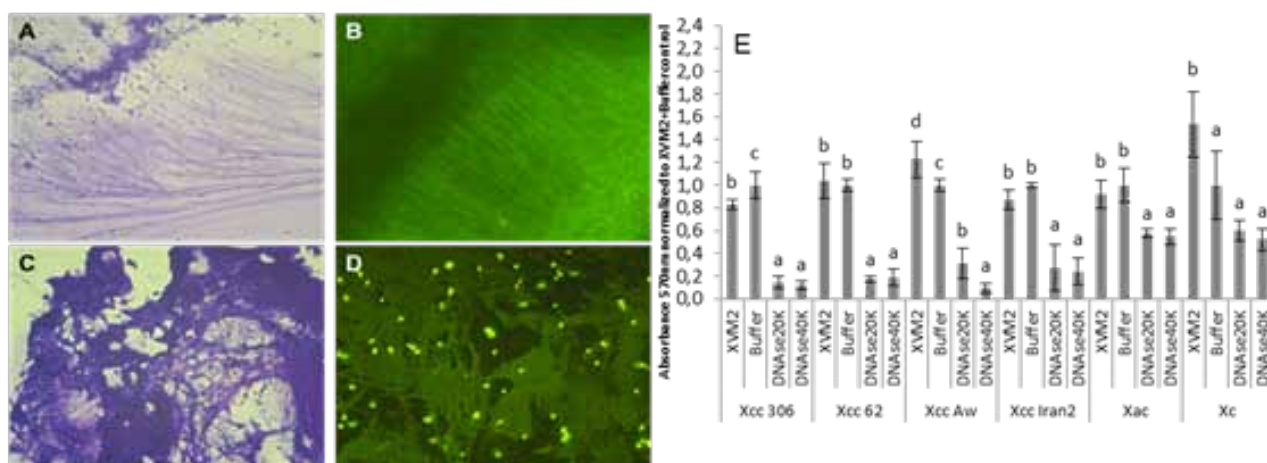


Figura 3. ADNe en biopelículas formadas por *Xanthomonas*. A, B, C y D; microscopía óptica (1000x) de las primeras etapas en la formación de biopelículas para la cepa Xcc 306 en medio LB (A y B) y en medio XVM2 (C y D): A y C tinción basada en CV y B y D tinción de ADN con SYTO-9. E; ruptura de biopelículas preformadas en *Xanthomonas* con DNAsaI.

En el trabajo además se han caracterizado los movimientos en medio líquido tipo swimming y en superficie para distintas cepas de Xcc, siendo mayor en las cepas de limitada gama de huésped frente a las de amplia gama de huésped. Nuestra hipótesis es que las cepas de limitada gama de huésped, cuya capacidad para formar biopelículas es limitada y restringida a un menor número de ambientes, superan esa limitación presentando mayor movilidad en busca del nicho más apropiado, siendo más eficientes en su agregación una vez

alcanzado dicho sitio, que no es otro que el apoplasto.

Los resultados mostrados en este trabajo, indican que tanto la formación de biopelículas como la motilidad y quimiotaxis son factores implicados en las primeras etapas de la infección causada por el chancro o cancrrosis de los cítricos. Las variaciones observadas en estos procesos entre las distintas cepas de *Xanthomonas* estudiadas confirman, además, el papel que juegan estos procesos en la selección del huésped.



Pablo Martínez Álvarez



Ha defendido su Tesis Doctoral titulada “Environmentally friendly methods for the integrated management of pine pitch canker (PPC) disease” en la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Campus de Palencia, Universidad de Valladolid, que se ha llevado a cabo bajo la dirección del Dr. Julio Javier Díez Casero. El tribunal estuvo constituido por los doctores Josep Armengol Fortí (Instituto Agroforestal Mediterráneo, Universidad Politécnica de Valencia), Fernando Manuel Alves Santos (Universidad de Valladolid), Alejandro Solla Hach (Universidad de Extremadura), Rosa Raposo Llobet (INIA) y Steve Woodward (Universidad de Aberdeen). La Tesis recibió la calificación de Sobresaliente Cum Laude.



De izquierda a derecha: Josep Armengol Fortí, Rosa Raposo Llobet, Alejandro Solla Hach, Fernando Alves Santos, Julio Javier Díez Casero, Pablo Martínez Álvarez y Steven Woodward

Fusarium circinatum, el hongo causante de la enfermedad del chancro resinoso de los pinos (PPC) está presente en Europa desde su detección en España en el año 2004. Este patógeno causa importantes daños y pérdidas tanto en viveros forestales como en plantaciones de pino. Los síntomas que causa en los viveros son reducción de la germinación de las semillas, marchitez de las plántulas, muerte de brotes y finalmente la muerte de las plántulas. En los pinos adultos, el principal síntoma de la enfermedad es

la formación de un chancro resinoso en el tronco o sobre las ramas gruesas, aunque también es común la muerte de ramas en la copa. Las pérdidas económicas debidas a la enfermedad son importantes, y hasta el momento no se conoce ninguna manera de controlar o al menos reducir los daños causados por el patógeno. De esta manera, el objetivo de esta tesis es encontrar una manera ambientalmente respetuosa para minimizar los daños causados por el patógeno de la PPC. Una de las alternativas es la selección

de hospedantes tolerantes o resistentes para reducir el impacto de la enfermedad. Nuestros resultados confirmaron que *F. circinatum* es básicamente un patógeno de pinos, siendo resistentes a la enfermedad el resto de las especies de coníferas evaluadas. Dentro del género *Pinus*, *P. radiata* fue la especie más susceptible, mientras que por el contrario, *P. pinea* no presentó síntomas de la enfermedad tras su inoculación con el patógeno. Se ha demostrado que ciertos métodos de control biológico son una alternativa real al uso de fungicidas en muchas enfermedades de plantas. En concreto, el antagonismo producido por algunos hongos endófitos frente a otros hongos puede ser utilizado para controlar a algunos fitopatógenos. Un total de 139 hongos endófitos mostraron antagonismo frente a *F. circinatum* in vitro. Algunos de esos hongos pertenecían a especies con potencial como agentes de control biológico (BCAs). Para confirmar que el antagonismo que exhibieron in vitro también ocurría in vivo, una muestra de esos endófitos fue evaluada sobre plántulas de pino en el monte. Dos aislamientos pertenecientes a las especies *Chaetomium aureum* y *Alternaria* sp. redujeron los síntomas causados por *F. circinatum* en las plántulas de *P. radiata*, pero no se observó ningún efecto de estos hongos sobre las otras cuatro especies de pino.

Otra técnica de control biológico empleada con éxito frente algunas enfermedades de plantas es la hipovirulencia causada por micovirus. En este estudio se encontraron tres nuevas cepas víricas infectando un aislamiento de *F. circinatum*. Estas cepas fueron secuenciadas y descritas como miembros de dos nuevas especies del género Mitovirus. Por último se demostró que esos virus se encontraban comúnmente infectando a los aislamientos de la población española de *F. circinatum*. Este trabajo representa un avance sustancial en el estudio de alternativas ambientalmente respetuosas para gestionar la enfermedad de PPC.

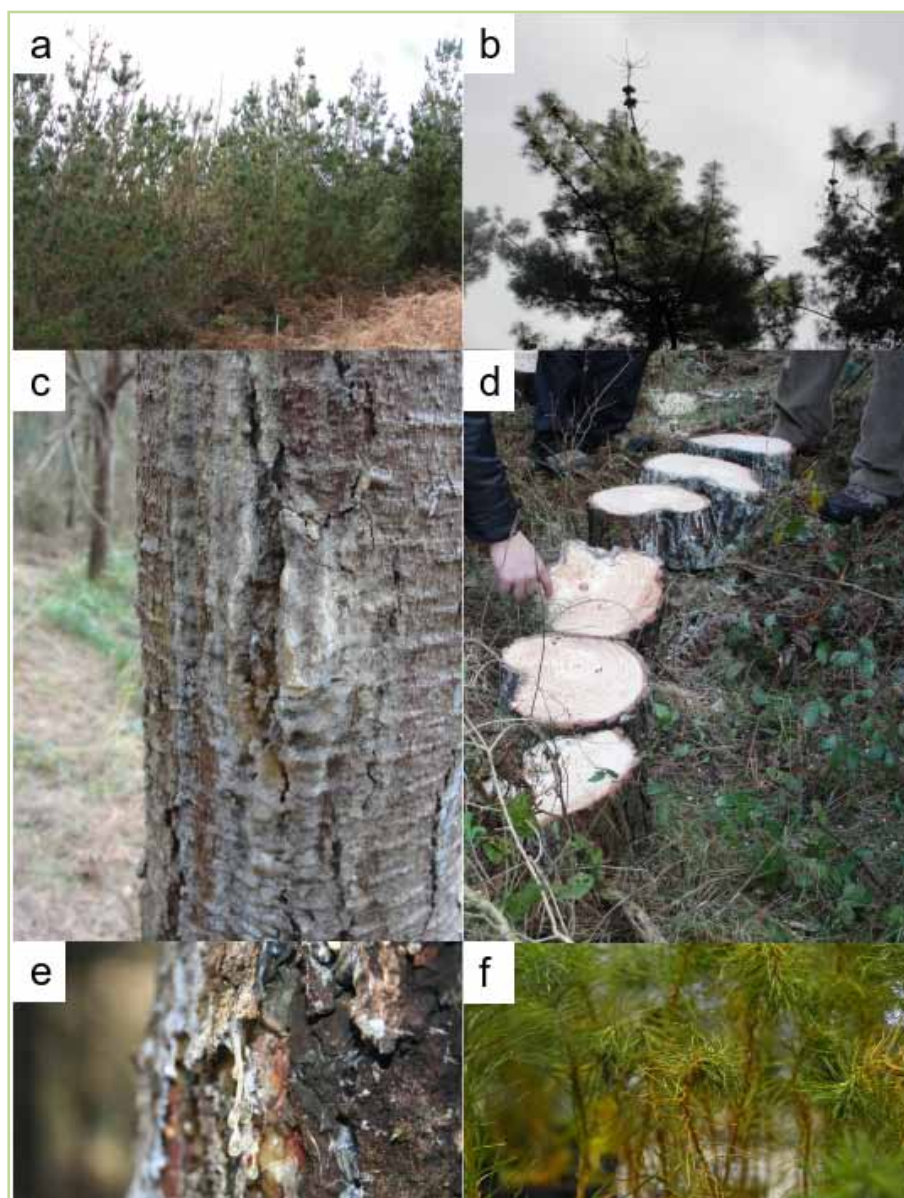


Figure 1. Symptoms of the PPC disease: a) & b) dieback in the crown; c) canker in the main stem of a *P. radiata*; d) deformation in the trunk due to the presence of a canker; e) abundant resin formation in the canker; f) wilting of pine seedlings caused by *Fusarium circinatum*

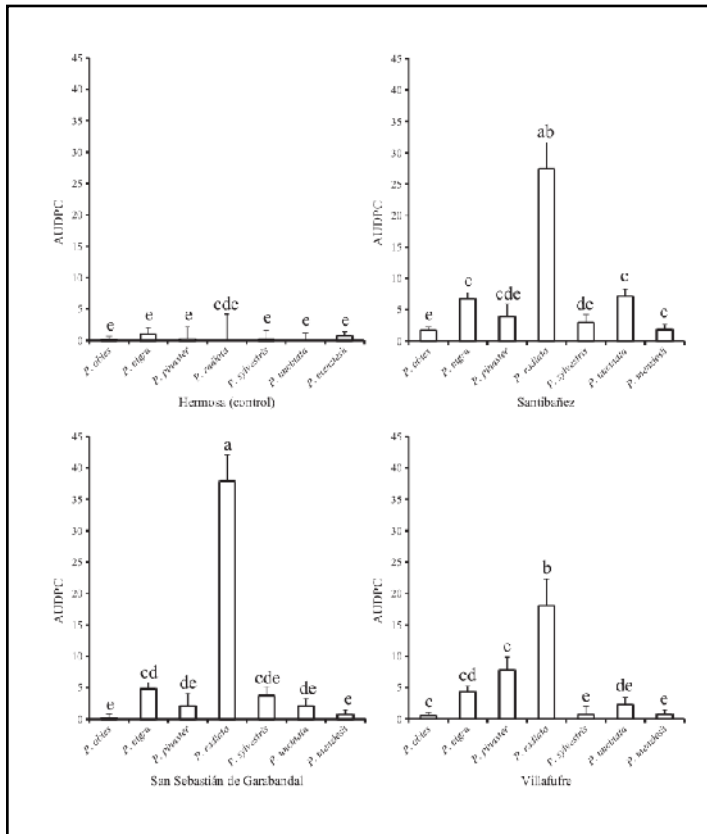


Figure 2. Area under the disease progress curve (AUDPC) for seven species at four locations. Only those species that displayed symptoms of disease in any of the plots or visits are shown in the figure. Different letters (a–e) denote significant differences ($P < 0.05$) among all columns (Tukey–Kramer multiple range test).

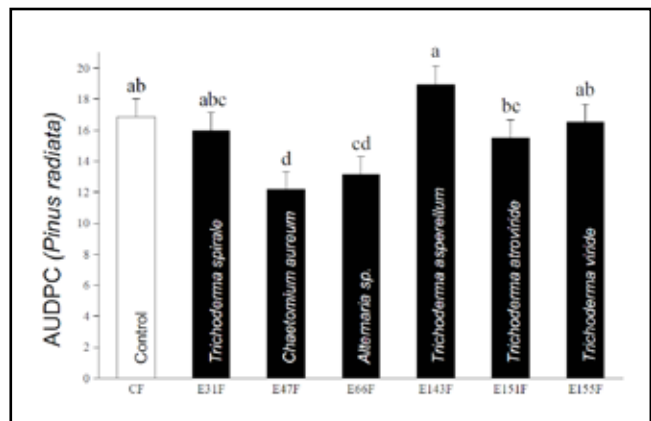


Figure 3: AUDPC (area under disease progress curve) for the species *Pinus radiata* when the seedlings were inoculated with *Fusarium circinatum* (CF) only or with the different endophytes together with *F. circinatum*. Error bars are standard errors. Different letters (a–d) denote significant differences ($P < 0.05$) between all columns (Fisher's LSD test).

Publicaciones derivadas de la Tesis Doctoral:

Martínez-Álvarez, P.; Pando, V. & Diez, J.J. 2014. Alternative species to replace Monterey pine plantations affected by pitch canker caused by *Fusarium circinatum* in northern Spain. *Plant Pathology* 63(5): 1086-1094.

Martínez-Álvarez, P.; Alves-Santos, F.M. & Diez, J.J. 2012. In vitro and in vivo interactions between *Trichoderma viride* and *Fusarium circinatum*. *Silva Fennica* 46(3): 303-316.

Martínez-Álvarez, P.; Fernández-González, R.A.; Sanz-Ros, A.V.; Pando, V. & Diez, J.J. 2015. Two fungal endophytes reduce the severity of pitch canker disease on *Pinus radiata* seedlings. *Biological Control* (2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2015.11.011>.

Martínez-Álvarez, P.; Vainio, E.J.; Botella, L.; Hantula, J. & Diez, J.J. 2014. Three mitovirus strains infecting a single isolate of *Fusarium circinatum* comprise the first putative members of Narnaviridae among species of *Fusarium*. *Archives of Virology* 159(8): 2153-2155.

Vainio, E.J.; Martínez-Álvarez, P.; Bezós, D.; Hantula, J. & Diez, J.J. 2015. *Fusarium circinatum* isolates from northern Spain are commonly infected by three distinct types of mitoviruses. *Archives of Virology* 160(8): 2093-2098.



Carmen Romeralo Tapia

Ha defendido su Tesis Doctoral titulada “Management of *Gremmeniella abietina* by means of biological control agents and host resistance” el 23 de Octubre de 2015 en el Instituto de Investigación Forestal Sostenible, de la Universidad de Valladolid-INIA bajo la dirección del Dr. Julio Javier Diez Casero. El tribunal estuvo compuesto por la Dra. Elena Hidalgo (UVA), la Dra. Mónica Berbegal (Instituto Agroforestal Mediterráneo, Universidad Politécnica de Valencia), el Dr. Rafael Zas (Misión Biológica de Galicia-CSIC), el Dr. Jonás Oliva (Swedish University of Agricultural Sciences-SLU) y el Dr. Paolo Capretti (University of Florence). El trabajo, con mención de doctorado internacional, obtuvo la calificación de Sobresaliente.



De izquierda a derecha: Elena Hidalgo, Mónica Berbegal, Julio Javier Diez, Carmen Romeralo, Jonás Oliva, Rafael Zas y Paolo Capretti.

Gremmeniella abietina (Lagerberg) Morelet (anamorfo *Brunchorstia pinea* (P. Karst) v Höhn) es un hongo patógeno que produce daños severos en bosques y plantaciones de coníferas, causando la muerte de árboles en el centro y norte de Europa, en Norteamérica y en Japón. El patógeno fue detectado por primera vez en España en 1929 en árboles de pino marítimo (*Pinus pinaster* (Aiton)) y aislado en 1999 de masas de pino carrasco

(*Pinus halepensis* (Mill)) en la provincia de Palencia. A pesar de que aún no se han registrado brotes epidémicos en España, causa problemas serios a los árboles que afecta. Los principales síntomas que produce son acículas secas, defoliación de la copa, distorsión de ramillos terminales y eventualmente la muerte de algunos pies. Las medidas de control en otros países para prevenir o reducir la expansión e incidencia de la enfermedad incluyen

prácticas selvícolas como podar ramas o eliminar árboles muertos y la aplicación de fungicidas sintéticos, aunque únicamente como medida de emergencia en viveros. La necesidad de gestión de la enfermedad junto con las recomendaciones europeas de usar métodos que no sean químicos, hacen necesario proveer de alternativas para luchar contra la enfermedad. Por ello, el principal

objetivo de la presente tesis fue indagar en el uso de métodos alternativos para el control de las infecciones producidas por *G. abietina*. Para conseguir este objetivo, llevamos a cabo cuatro experimentos en los que se probó el uso de diferentes agentes de control biológico (hongos endófitos, sus filtrados y aislados infectados con virus) así como el uso de hospedantes resistentes.

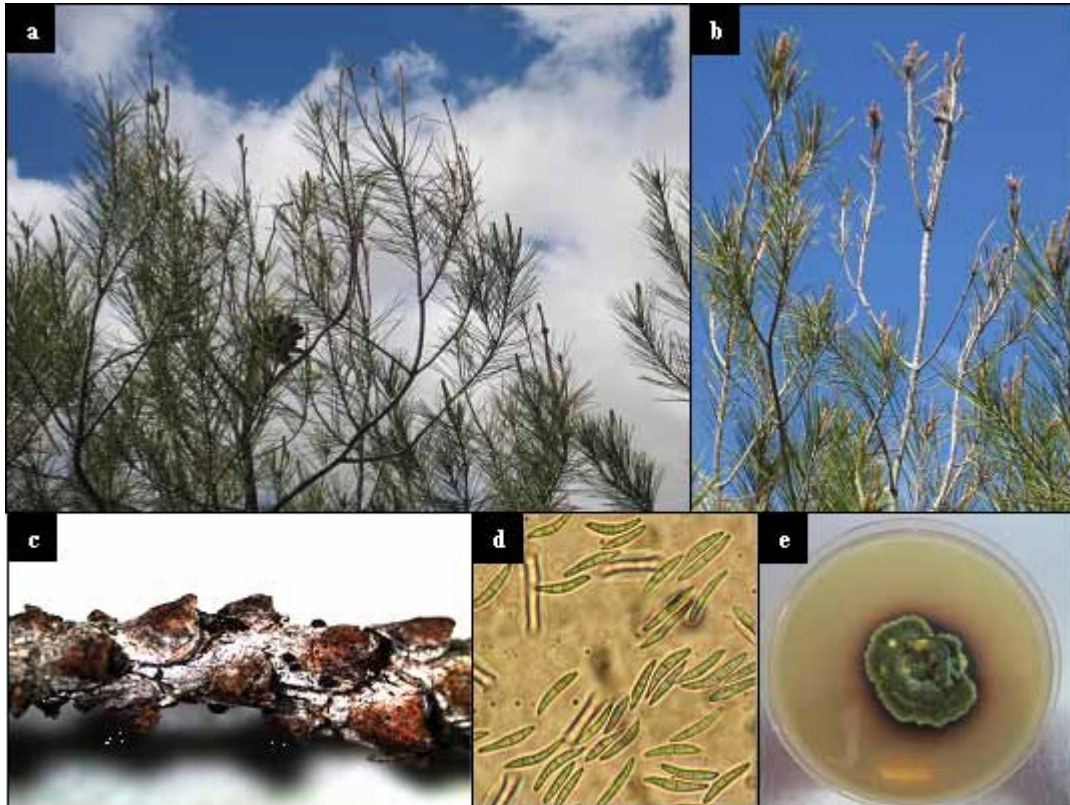


Figura 1 Síntomas de *Gremmeniella abietina* en las masas españolas: a defoliación; b distorsión ramillos terminales; c cuerpos de fructificación; d conidios; e micelio en cultivo puro.

Los dos primeros experimentos se realizaron con hongos endófitos y sus filtrados, ya que se había comprobado previamente que estos organismos son capaces de reducir o inhibir el crecimiento de diferentes patógenos a través de varios mecanismos. Los endófitos (primer experimento) y sus filtrados (segundo) se aplicaron a plantas de pino carrasco junto con los aislados de *G. abietina* para producir la infección. Además, para explorar los mecanismos que emplean estos agentes de control biológico para luchar contra el patógeno, se midió la concentración de fenoles totales en las plantas tras la infección, como un indicador de la activación del sistema de defensa de la planta. También se midió el contenido en

compuestos de los filtrados para explorar la posible presencia de sustancias antibióticas. Al final del experimento (6 meses después de las inoculaciones) las necrosis producidas por el avance del patógeno se midieron en todas las plantas. Los experimentos se repitieron tres semanas después de la primera inoculación para verificar los resultados. La presencia de todos los endófitos usados en nuestros experimentos así como sus filtrados redujo de forma significativa el avance de *G. abietina* en las plantas aunque dependió en ocasiones del momento de la inoculación. Cuando se usaron los endófitos como agentes de control biológico, el contenido en fenoles totales de la planta no aumentó. Por tanto, los mecanismos

responsables de esta reducción pudieron ser la competencia, el parasitismo, la producción de compuestos antibióticos o una combinación de ellos. Además, algunos compuestos fenólicos fueron detectados en varios de los filtrados aunque no en todos, sugiriendo que aunque quizá la antibiosis estuviera implicada en esta reducción, los endófitos probablemente empleen varios mecanismos de acción.

En el tercer experimento, se probó si la presencia de mitovirus (virus del género Mitovirus que están asociados con hongos y cuya presencia a veces se relaciona con una disminución de la patogenicidad del mismo) en los aislados de *G. abietina*, era capaz de modificar su comportamiento y patogenicidad del hongo tanto en condiciones in vitro como in vivo en plantas de pino carrasco. Los resultados mostraron que los aislados infectados con mitovirus presentaron un mayor crecimiento micelial que los no infectados a la temperatura óptima de crecimiento del hongo que son 15°C. En el experimento del invernadero se observó que las plantas que habían sido inoculadas con aislados con virus, presentaron mayores necrosis, sugiriendo que la presencia de virus en aislados de *G. abietina* podría estar produciendo una

hipervirulencia del patógeno.

Por último, en el cuarto experimento, se realizó un ensayo de procedencias con cinco procedencias distintas de pino carrasco para estudiar si alguna de ellas era resistente a la enfermedad. La necrosis producida por el avance del patógeno en la planta fue usada como variable respuesta. Además, las concentraciones de dos flavanonas, se midieron como posibles indicadores de la resistencia en plantas a la enfermedad. Las procedencias de pino carrasco evaluadas mostraron diferencias significativas en su susceptibilidad al patógeno en términos de necrosis y severidad visual. La cantidad de la flavanona naringenina fue diferente entre procedencias, sugiriendo que es un posible indicador de la resistencia.

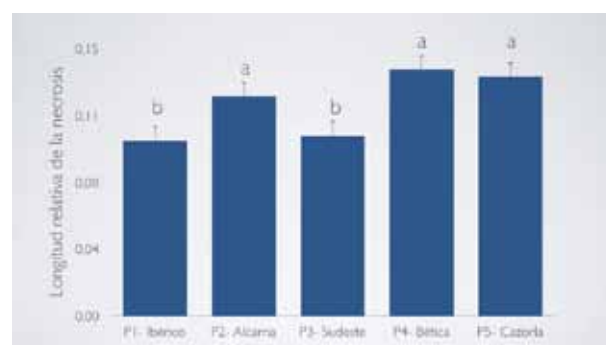


Figura 2. Necrosis producida por el avance del patógeno en cada una de las procedencias indicadas en la Figura 3.

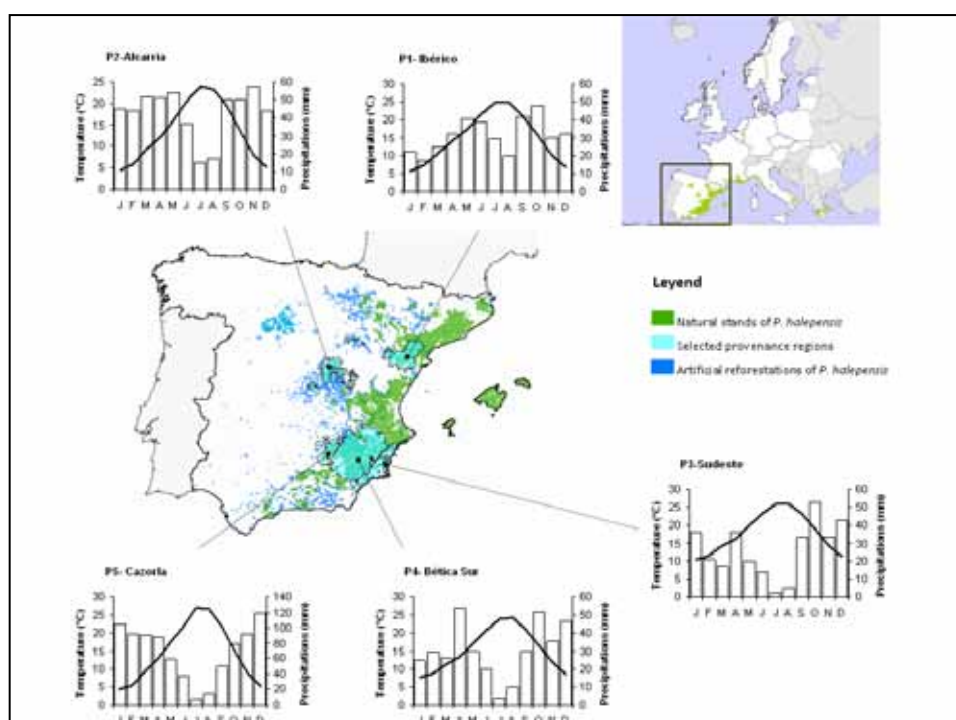


Figura 3. Mapa de las procedencias seleccionadas

Las principales conclusiones de la Tesis Doctoral fueron que el uso de hongos endófitos así como sus filtrados podría ser apropiado para reducir la incidencia de fitopatógenos como *G. abietina* en plántulas de pino. Parece que los mecanismos empleados por los endófitos para luchar contra *G. abietina* fueron la competición o la antibiosis, más que la activación del sistema de defensa inducida de la planta. Sin embargo, se observaron algunas variaciones temporales en las respuestas, indicando la complejidad del sistema. Por otra parte, la presencia de mitovirus en los aislados de *G. abietina* produjo un incremento del crecimiento del patógeno en condiciones de laboratorio favorables para su desarrollo y un aumento de su virulencia en las inoculaciones in planta, indicando una posible hipervirulencia del mismo. Por último, nuestros resultados sugirieron que para mejorar la sostenibilidad de las plantaciones de pino carrasco en el futuro se recomienda evaluar con anterioridad la resistencia a la enfermedad de las diferentes procedencias. Además, se podrían encontrar marcadores de la resistencia del árbol al patógeno entre el conjunto de compuestos químicos que se generan como consecuencia de la infección.

La doctoranda ha realizado dos estancias internacionales en el desarrollo de su Tesis Doctoral. La primera de ellas en el centro de investigación forestal “Laurentian Forestry Centre” del servicio estatal canadiense de Recursos Naturales, en Quebec (Canadá), bajo la supervisión del Dr. Gaston Laflamme. La segunda en el departamento de investigación forestal “Southern Swedish Forest Research Centre” de la Universidad Sueca de Ciencias Agrícolas (SLU), en Alnarp (Suecia) bajo la dirección de la Dra. Johanna Witzell. Para la obtención de algunos resultados de la tesis, la doctoranda ha colaborado con otros grupos de investigación de Valladolid (Rosa Romeralo), Palencia (Valentín Pando), Badajoz (Oscar Santamaría), y Brno, República Checa (Leticia Botella). Los resultados de la tesis doctoral han dado lugar a la publicación de cuatro artículos científicos y dos más en preparación, así como a 17 comunicaciones en congresos nacionales e internacionales.

Publicaciones derivadas la Tesis Doctoral:

Romeralo C., Witzell J., Diez J.J. (2015). Aleppo pine provenances vary in susceptibility and secondary chemical response to *Gremmeniella abietina* infection. Plant Pathology. Doi: 10.1111/ppa.12452.

Romeralo C., Witzell J., Romeralo-Tapia R., Botella L., Diez J.J. (2015). Antagonistic activity of fungal endophyte filtrates against *Gremmeniella abietina* infections on Aleppo pine seedlings. European Journal of Plant Pathology. Doi: 10.1007/s10658-015-0719-3.

Romeralo, C., Pando, V., Santamaria, O., Diez, J.J. (2015). Fungal endophytes reduce necrosis length produced by *Gremmeniella abietina* in *Pinus halepensis* seedlings. Biological Control 80: 30-39.

Romeralo, C., Botella, L., Santamaria, O., Diez, J.J. (2012). Effect of putative mitoviruses on in vitro growth of *Gremmeniella abietina* isolates under different laboratory conditions. Forest systems 21 (3) 515-525.



Diana Bezos

Ha defendido su Tesis Doctoral titulada “Factores que afectan a la epidemiología de *Fusarium circinatum* en el norte de España” en la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Campus de Palencia, Universidad de Valladolid bajo la dirección del Dr. Julio Javier Diez Casero y la Dra. Mercedes Fernández Fernández. El tribunal estuvo compuesto por los doctores Juan Pajares, Josefina Lombardero, Helena Bragança, Mónica Berbegal y Juan Antonio Martín. El trabajo obtuvo la calificación de Sobresaliente *Cum Laude*.



De izquierda a derecha: Juan Antonio Martín, Monica Berbegal, Juan Pajares, Mercedes Fernández, Diana Bezos, Julio Javier Diez, Josefina Lombardero, Helena Bragança.

Fusarium circinatum es un hongo ascomicete perteneciente al complejo de especies de *Gibberella fujikuroi*, siendo el agente causante de la enfermedad del chancro resinoso del pino (Nirenberg and O'Donnell 1998). En árboles adultos, el principal síntoma de esta enfermedad es la presencia de chancros con abundante resina en el tronco así como en ramas gruesas que pueden causar la muerte del árbol. Además, esta enfermedad puede causar daños en las copas al haber heridas susceptibles de ser infectadas por el patógeno, causando puntiseado que puede derivar en la muerte

del árbol. *Fusarium circinatum* supone una amenaza para los bosques y plantaciones de todo el mundo, especialmente para las plantaciones de *Pinus radiata* D. Don debido a la susceptibilidad de esta especie. En relación con la epidemiología de esta enfermedad, hay que considerar dos aspectos principales: los factores abióticos, como la gestión forestal, y los factores bióticos, como la presencia de comunidades fúngicas y la presencia de escolítidos en las masas afectadas por la enfermedad. El principal objetivo de este estudio fue determinar la influencia de los

factores tanto abióticos como bióticos en la distribución de dicha enfermedad en el norte de España. Para ello, se plantearon cuatro objetivos específicos: i) evaluar el efecto de la poda en plantaciones afectadas por la enfermedad, ii) estudiar las comunidades fúngicas, especialmente las especies de *Fusarium* asociadas a los barrenillos (Coleoptera; Scolytinae) y sus galerías en plantaciones afectadas por el chancro resinoso, iii) determinar si *Tomicus piniperda* puede ser un agente vector de *F. circinatum* y iv) estudiar la asociación entre *Pityophthorus pubescens* Marsham y *F. circinatum* en plantaciones afectadas.

Para llevar a cabo el primer objetivo, se evaluaron 50 parcelas de *P. radiata* (podadas y no podadas) afectadas por *F. circinatum* en Cantabria (norte de España). En cada parcela se evaluó la presencia de los síntomas de la enfermedad en 25 árboles, como son la presencia de puntisecado, chancros y deformación del tronco, y se estudió su posible asociación con la poda. En relación con los factores bióticos y concretamente con el segundo objetivo, se colocaron trampas multiembudo y trozas cebo en una parcela afectada por la enfermedad. Las trampas se cebaron con diferentes compuestos atrayentes: cuatro con (E)-pityol y seis con etanol y α -pineno para capturar las distintas especies de barrenillos existentes en la zona de muestreo. Además, en 25 parcelas afectadas por *F. circinatum* se recogieron del suelo ramillos verdes y frescos horadados por *T. piniperda*. Los insectos y los tejidos vegetales de las galerías fueron cultivados con el objetivo de aislar e identificar los hongos asociados. Tras este muestreo general de escolítidos en el que se recogieron 12 especies diferentes, se seleccionaron dos de ellas para realizar un estudio más detallado. En primer lugar *T. piniperda*, debido a su posible asociación con *F. circinatum* y por la alimentación de maduración que realiza en las copas de árboles sanos, y en segundo lugar *P. pubescens*, debido a la importancia que las especies de este género como vectores de la enfermedad en California. Para determinar el papel de *T. piniperda*, se recogieron del suelo

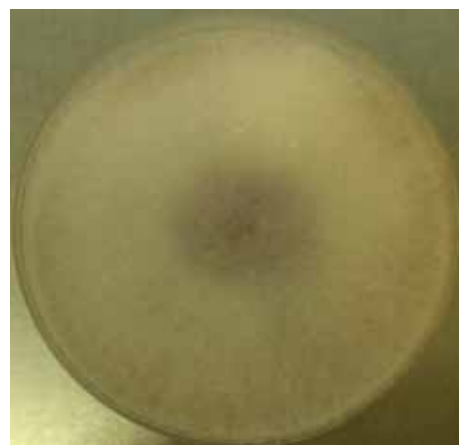
ramillos verdes con galería de alimentación del insecto, galerías de cría realizadas en árboles enfermos y además, se capturaron insectos durante su vuelo de dispersión. También se llevó a cabo un experimento de laboratorio que consistió en inocular especímenes de *T. piniperda* con el patógeno previamente a su alimentación de maduración en ramillos. En relación con la participación de *P. pubescens*, en parcelas afectadas por la enfermedad, se recogieron insectos utilizando embudos cebados con (E)-pityol además de ramillas atacadas por el insecto. Tanto los especímenes como el material vegetal se procesaron para aislar *F. circinatum*. Por último, se llevó a cabo un experimento en campo, en el que se cebaron con (E)-pityol árboles afectados, evaluándose los daños a lo largo de un año.

Los resultados del primer objetivo mostraron una relación significativa entre la poda y el número de chancros por árbol. Otros síntomas presente en el tronco, como el lagrimeo, también aparecieron en mayor número en las parcelas podadas. En relación con los factores bióticos, se obtuvieron un total de 24 especies fúngicas provenientes de las galerías horadadas por los escolítidos en las trozas y en los ramillos mientras que del exoesqueleto de los insectos, se obtuvieron 18 especies. Se identificaron diez especies distintas pertenecientes al género *Fusarium* procedentes de muestras tanto de material vegetal como de los insectos. Concretamente, *F. circinatum* fue aislado del exoesqueleto de varias especies de barrenillos así como de sus galerías. En cuanto a los resultados obtenidos del tercer objetivo planteado, *T. piniperda* apareció asociado tanto con árboles sanos como con árboles enfermos a pesar de que *F. circinatum* fue detectado en pocos especímenes de *T. piniperda*. El experimento de laboratorio también demostró la capacidad de *T. piniperda* para transferir el patógeno a ramillos sanos. Por lo que se refiere a *P. pubescens*, el patógeno fue aislado solamente del 1 % y 2 % de los insectos recogidos en embudos durante los años 2010 y 2012, respectivamente. En las ramillas recogidas que habían sido atacadas por *P. pubescens*, *F. circinatum* se aisló de tres galerías aunque

no se obtuvo ningún aislado procedente directamente de los insectos recogidos en el interior de las mismas. Los resultados del experimento con árboles cebados mostraron una mayor influencia del atrayente sobre los síntomas de la copa que sobre los del tronco.

En conclusión, los factores abióticos como la poda y los factores bióticos, como la presencia de comunidades fúngicas

y la presencia de escolítidos, influyeron de forma importante en la epidemiología de la enfermedad del chancro resinoso. El papel de *T. piniperda* como vector de *F. circinatum* resultó ser más plausible que el de otras especies de escolítidos presentes en el área de estudio debido a la alimentación de maduración que practica, pudiendo de esta forma, introducir la enfermedad en árboles sanos.



Publicaciones derivadas la Tesis Doctoral:

Bezós, D., Lomba, J.M., Martínez-Álvarez, P., Fernández, M.M., Díez, J.J. 2012. Effects of Pruning in Monterrey Pine Plantations Affected by *Fusarium circinatum*. Forest Systems 21(3): 481:488.

Bezós D., Martínez-Álvarez P., Díez J.J., Fernández M., 2015. The pine shoot beetle *Tomicus piniperda* as a plausible vector of *Fusarium circinatum* in northern Spain. Annals of Forest Science. DOI 10.1007/s13595-015-0515-4.

Paula Zamora Brauweiler



Ha defendido su Tesis Doctoral titulada “Control biológico del chancro del castaño mediante el empleo de aislados hipovirulentos de *Cryphonectria parasitica* en Castilla y León” en la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Campus de Palencia, Universidad de Valladolid, que se ha llevado a cabo bajo la dirección del Dr. Julio Javier Diez Casero. El tribunal estuvo constituido por los doctores Juan Alberto Pajares Alonso, Elena Hidalgo Rodríguez, Carlos Colinas González, Juan Antonio Martín García y María del Carmen Morales Rodríguez. El trabajo obtuvo la calificación de Sobresaliente *Cum Laude*.



De izquierda a derecha: Juan A. Martín, María del Carmen Morales, Juan A. Pajares, Paula Zamora, Julio J. Diez Casero, Elena Hidalgo y Carlos Colinas

La enfermedad del chancro del castaño, producida por el hongo ascomicete *Cryphonectria parasitica*, ha diezariado las masas de castaño de Castilla y León desde su primera detección en la región. El control de esta enfermedad se ha llevado a cabo en otros países Europeos así como en España mediante control biológico. Este control consiste en el empleo de aislados de *C. parasitica* que contienen un virus conocido como *Cryphonectria hypovirus CHV1* que reduce la virulencia del hongo permitiendo al castaño superar la infección. La transmisión del hipovirus entre dos aislados puede ser

horizontal, mediante anastomosis hifal, y vertical, a través de las esporas asexuales. Esta transmisión está condicionada por un sistema de incompatibilidad vegetativa que impide o reduce la transmisión del virus entre aislados que no pertenecen al mismo tipo de compatibilidad vegetativa (tipo de cv, en inglés vc types, *vegetative compatibility types*). La reproducción sexual tiene un efecto negativo en la dispersión del hipovirus ya que las ascosporas nunca contienen hipovirus. Además, la reproducción sexual puede incrementar y mantener la diversidad de tipos de cv a través de recombinación genética.



Figure 1. Field inoculation procedure. A: Making the line of holes surrounding the canker. B,C: Filling the holes with the inoculum. D: Covering holes with plastic tape

Los objetivos de este trabajo fueron conocer la distribución del chancro en las distintas masas de Castilla y León y estudiar las posibilidades de reducir su impacto a través del control biológico mediante el empleo de aislados hipovirulentos de *C. parasitica*. Tras un intenso muestreo se localizaron las masas afectadas por chancro en León, Zamora, Salamanca y Ávila, provincias donde el castaño aparece en masas relativamente amplias. En estas masas se determinaron los tipos de cv y los tipos de apareamiento (en inglés *Mating types*). En total se determinaron once tipos de cv diferentes en toda la región y la presencia de los dos tipos de apareamiento (Mat-1 y Mat-2) en Zamora y Salamanca, mientras que las masas de León y Ávila solo presentaban Mat-1. Dentro de estos once tipos de cv dos fueron los más frecuentes en la región (EU1y EU11),

ambos coincidentes con dos tipos de cv de la colección europea de referencia. Además de conocer la distribución del chancro, se identificaron 15 aislados portadores de virus, el cual se correspondía con el subtipo francés conocido como CHV1-F1. A partir de estos aislados se comprobó la capacidad de transmisión horizontal del hipovirus dentro de aislados del mismo tipo de cv observando que, a diferencia de lo que se ha observado en otros países Europeos, incluso en otras zonas de España, la transmisión horizontal no siempre es del 100% entre aislados del mismo tipo de cv. Los aislados pertenecientes al tipo de cv EU1 presentaron mejores tasas de transmisión que los pertenecientes a EU11. Al analizar los factores que influyen en el crecimiento y la transmisión horizontal y vertical del hipovirus se observó que en el desarrollo de las colonias existe una interacción entre

el tipo de cv, el tipo de apareamiento del hongo y el hipovirus que está parasitando al hongo. En la transmisión horizontal solo se observó una influencia del tipo de cv del hongo. Sin embargo, la transmisión vertical a las esporas está influenciada por el virus que coloniza al hongo. En Castilla y León fue más efectivo en cuanto a producción de conidios el hipovirus CHV1-F frente al CHV1-I, al contrario de lo obtenido en otros estudios. Las inoculaciones en campo se llevaron a cabo en León y Zamora. En León estas inoculaciones dieron buen resultado reduciendo el incremento de las lesiones de chancro tanto del tipo de cv

EU1 como EU11 al cabo de un año. En cambio en Zamora, sólo uno de los tres tratamientos aplicados de EU11, redujo desarrollo de los chancros inoculados al cabo de un año. En Castilla y León la enfermedad del chancro del castaño se puede controlar en estos momentos mediante el empleo de hipovirulencia. Por ello sería necesaria una dedicada actuación y mayor estudio en las provincias donde aún no está presente el hipovirus, evitando con ello la expansión de la enfermedad y el aumento de la diversidad que pudiera afectar su tratamiento en un futuro.

Publicaciones derivadas la Tesis Doctoral:

Zamora, P.; Martín, A. B.; Rigling, D.; Diez, J. J. 2012. Diversity of *Cryphonectria parasitica* in western Spain and identification of hypovirus-infected isolates. *Forest Pathology* 42:412-419.

Zamora, P.; Martín, A. B.; Arrate, J.; Rigling, D.; Diez, J. J. 2008. Detection of the vegetative compatibility groups of *Cryphonectria parasitica* in Castilla y León region. *Acta Hortic.* 784:159-162.

Zamora, P.; Rigling, D.; Diez, J. J. 2008. Detection of hypovirulent isolates of *Cryphonectria parasitica* in Castilla y León, Spain. *Acta Hortic.* 784: 163-168.

Zamora, P.; Martín, A. B.; Dueñas, M.; San Martín, R.; Diez, J. J. 2015. *Cryphonectria parasitica* isolates of the same vegetative compatibility type display different rates of transfer of CHV1 hypovirus. *Eur. J. Plant Pathol.* DOI: 10.1007/s10658-015-0727-3

Zamora, P.; Martín, A. B.; San Martín, R.; Martínez-Álvarez, P.; Diez, J. J. 2014. Control of chestnut blight by the use of hypovirulent strains of the fungus *Cryphonectria parasitica* in northwestern Spain. *Biological Control* 79:58-66.



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

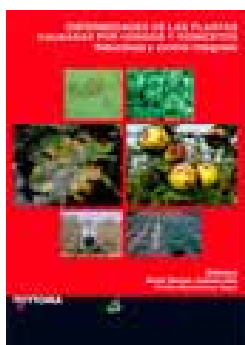


CONTENIDO: Nematodos fitoparásitos. Detección, extracción y diagnóstico de nematodos fitoparásitos. Interacción planta-nematodo: Mecanismos de patogénesis celular. Interacciones planta-nematodo: Resistencia vegetal. Dinámica de poblaciones, epidemiología y umbrales de daño. Estrategias de control integrado 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

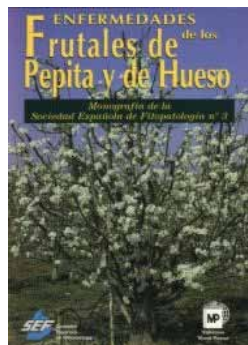


CONTENIDO: Aislamiento e identificación de genes de fitopatógenos. Cambios en la expresión génica. Transcriptómica. Proteómica. Herramientas bioinformáticas. Análisis de la variabilidad de los virus de plantas. Estrategias moleculares en el diagnóstico y análisis de la diversidad bacteriana en plantas. 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 VOLÚMENES)

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

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

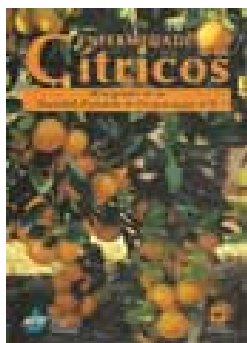


CONTENIDO: Estructura y expresión del genoma de los virus de plantas. Patogenésis de virus de plantas. Resistencia a virus de plantas. ARNs satélites y ARNs defectivos interferentes. Viroides. Diagnóstico de virosis: técnicas clásicas. Caracterización, diagnóstico y detección serológica de virus. Técnicas 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.

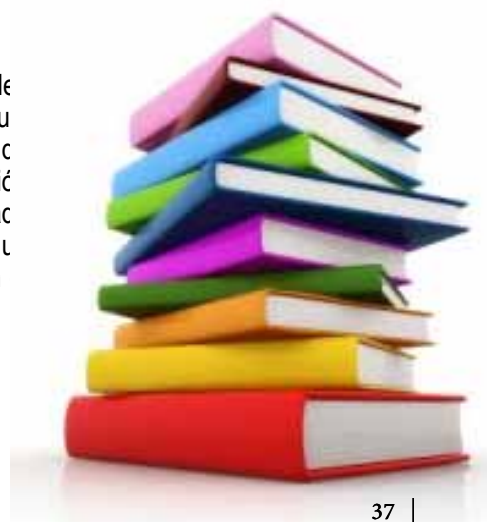
ENFERMEDADES DE LOS CÍTRICOS

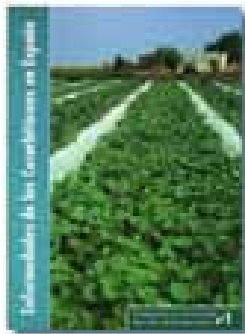
Editado por: N. Durán, P. Moreno

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 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

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.

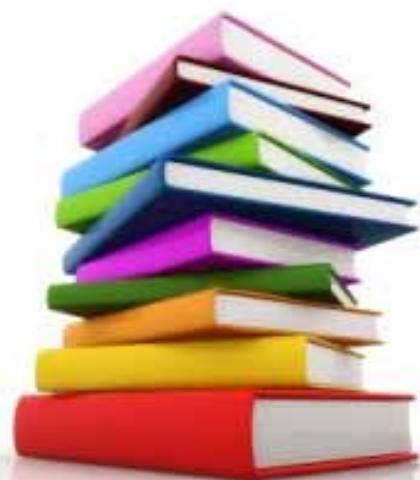
EL CULTIVO DEL CAQUI

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

Environmental sampling of *Ceratonia siliqua* (carob) trees in Spain reveals the presence of the rare *Cryptococcus gattii* genotype AFLP7/VGIV. Linares, C., Colom, M.F., Torreblanca, M., Esteban, V., Romera, Á., & Hagen, F. (2015). *Revista Iberoamericana de Micología* 32 (4): 269-272. DOI: 10.1016/j.riam.2014.11.002

Fungal endophytic communities on twigs of fast and slow growing Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in northern Spain. Sanz-Ros, A.V., Müller, M.M., San Martín, R., & Diez, J.J. (2015). *Fungal Biology*, 119, 870-883. <http://dx.doi.org/10.1016/j.funbio.2015.06.008>

Characterization of *Cylindrodendrum*, *Dactylonectria* and *Ilyonectria* isolates associated with loquat decline in Spain, with description of *Cylindrodendrum alicantinum* sp. nov. Agustí-Brisach, C., Cabral, A., González-Domínguez, E., Pérez-Sierra, A., León, M., Abad-Campos, P., García-Jiménez, J., Oliveira, H., & Armengol, J. *European Journal of Plant Pathology*, First online, DOI: 10.1007/s10658-015-0820-7

First report of *Neofabraea vagabunda* causing branch cankers on olives in Spain. Romero, J., Raya, M.C., Roca, L.F., Moral, J., & Trapero, A. *Plant Disease*, First look, DOI: PDIS-06-15-0657-PDN

First report of *Pythium spiculum* causing root rot on wild-olive in Spain. Gonzalez, M., Serrano, M.S., & Sanchez, M.E. *Plant Disease*, First look, DOI: PDIS-10-15-1133-PDN

VIRUS y VIROIDES

Natural infection of *Stevia rebaudiana* by *Cucumber Mosaic Virus* in Spain and by *Sclerotium rolfsii* in Greece. Chatzivassiliou, E.K., Giakountis, A., Testa, A., Kienle, U., & Jungbluth, T. *Plant Disease*, First look, doi: 10.1094/PDIS-03-15-0252-PDN

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., Pérez-Escobar, G., Miranda, J., Álvarez, B., et al. (2015). *Plant Disease* 99 (10): 1449. DOI: 10.1094/PDIS-03-15-0252-PDN

5th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TOMATO DISEASES

Fechas: 13 a 16 de junio 2016, Málaga



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

8th IOBC/WPRS WORKING GROUP: INTEGRATED PROTECTION IN OAK FORESTS

Fechas: 23 a 27 de octubre de 2016, Córdoba



INFORMACIÓN: <http://www.iobcquercus2016.com/>

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

RESPUESTAS A PREGUNTAS DE EXÁMENES DE PATOLOGÍA VEGETAL

Pregunta: Propiedades o características que diferencian entre sí a los siguientes conceptos fitopatológicos:

Enfermedad:

Respuesta: Consecuencia que se produce una vez se ha dado la infección que provoca síntomas entre otras consecuencias.

Respuesta: Es el cambio que se produce en un organismo por la interacción de patógenos o carencias fisiológicas.

Respuesta: La enfermedad tiene como propiedad causar diversos y cantidad de síntomas según el tipo de infección que ha sufrido el huésped, puede ser vírica o bacteriana.

Respuesta: La enfermedad se da en un periodo de tiempo durante el cual la planta reduce su actividad y muestra sus síntomas.

Infección:

Respuesta: Son los cambios observados en la planta en el lugar de entrada del patógeno.

Respuesta: Es la capacidad que tiene un patógeno para producir en el huésped al que ataca una enfermedad.

Respuesta: La infección es el proceso que da lugar a la enfermedad.

Resistencia:

Respuesta: Capacidad de la planta para resistir el ataque del patógeno y que no queda interno.

Respuesta: Capacidad de la planta de repeler la enfermedad.

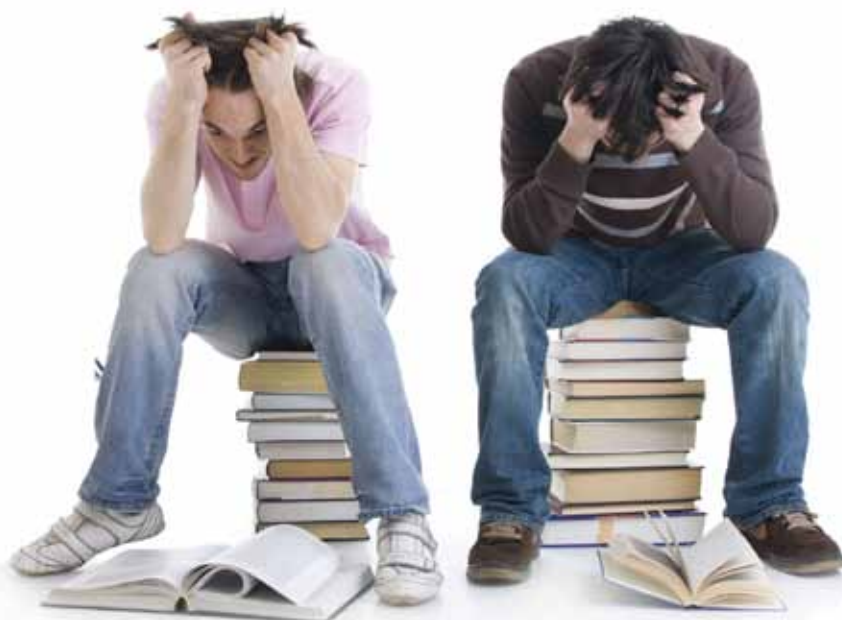
Respuesta: Se da en planta no huésped mientras que la tolerancia se da en planta huésped.

Respuesta: Cualidad que presentan los organismos huésped para que la incidencia de los parásitos que lo colonizan la haga más susceptible a que sea infectada por ellos o no.

Respuesta: La característica fundamental de un organismo resistente es la capacidad de éste a no dejar que un patógeno determinado entre en su organismo.

Respuesta: Es la capacidad de la planta de no padecer la enfermedad.

Respuesta: Es la capacidad de la planta para resistir a un agente fitopatógeno hasta que se produce la infección.



CONTROL INTEGRADO DE LA PODREDUMBRE PARDA DEL MELOCOTON

Villarino, M.¹, Gell, I.¹, Casals, C.², Segarra, J.³, Usall, J.², Melgarejo, P.¹, y De Cal, A.¹

1. INIA. Dpto. Protección Vegetal. Carretera de La Coruña km 7. 28040 Madrid.
2. IRTA. Grupo de Patología Postcosecha. Edifici Fruitcentre, Parc de Gardeny, 25003 Lleida.
3. Dpto. de Producción Vegetal y Ciencias Forestales de la Universitat de Lleida. Avda. Rovira Roure, 191, 25198, Lleida.

La podredumbre del melocotonero (*Prunus persica* L. Batch) causada por hongos del género *Monilinia*, es una de las enfermedades más importantes de este cultivo y de otros frutales de hueso (cerezo, albaricoquero, ciruelo, almendro) y pepita (manzano, peral, membrillero). Esta enfermedad se encuentra presente en todas las zonas del cultivo (De Cal y Melgarejo, 2000; Hernández-Crespo, 2006), causando marchitez en yemas y brotes, chancros en ramas y podredumbre en frutos (Ogawa y col., 1995; De Cal y Melgarejo, 2000). Las pérdidas más importantes se dan en los frutos, pudiendo llegar hasta un 80% en años con condiciones climatológicas favorables para el desarrollo de la enfermedad, sobre todo en huertos de variedades tardías (Hong y col., 1997; Larena y col., 2005).

Hasta hace unos años *Monilinia laxa* (Aderhold y Ruhland) Honey y *M. fructigena* Honey in Whetzel habían sido los hongos causantes de la podredumbre parda de los frutales de hueso en España. Desde el año 2006, una tercera especie, *M. fructicola* se ha introducido en España (De Cal y col., 2009) y en al menos en ocho países europeos más (Villarino y col., 2012a). Durante estos años *M. fructicola* ha desplazado a *M. fructigena* y se mantiene a la misma frecuencia que *M. laxa*, que anteriormente era la especie mayoritaria (Villarino et al., 2013). *M. fructicola* crece más rápido y esporula más abundantemente, lo que facilita su dispersión (Byrde y Willetts 1977) y mejora su agresividad (Janisiewicz y col. 2013). Además presenta un mayor capacidad

para producir esclerocios (Villarino et al., en revisión) como estructura de supervivencia (Byrde y Willetts 1977). Por otra parte, *M. fructicola* es capaz de producir ascosporas sobre apotecios que se desarrollan sobre las momias de los frutos que se encuentran en el suelo en el momento de la floración. Los apotecios de *M. laxa* y *M. fructigena* se forman rara vez en el campo o en medio de cultivo (Aderhold y Ruhland, 1905) y no se han observado nunca en España (M-Sagasta, 1977; Gell y col., 2009; Villarino y col., 2012a; De Cal y col., 2014). Sin embargo, en el caso de *M. fructicola* los apotecios tampoco se han encontrado en el campo en España (Villarino y col., 2012a) pero si se han producido apotecios en condiciones contraladas sobre momias procedentes de huertos del Valle del Ebro (De Cal y col., 2014). También se han descrito grupos de compatibilidad vegetativa (VCGs) (De Cal y col., 2014) para *M. fructicola* y no para *M. laxa* o *M. fructigena*. La existencia de la reproducción sexual y de VCGs en *M. fructicola* puede ser la causante de la variabilidad genética ya observada en la población de esta especie respecto a las otras dos y apunta a un crecimiento de la variabilidad genética que se había observado en la población inicial de *M. fructicola* en el Valle del Ebro (Villarino y col., 2012b).

La enfermedad se controla en la mayoría de los casos por métodos sanitarios, y químicos. La eliminación de todas las partes enfermas (momias, brotes, ramas o frutos), la aplicación de fungicidas e insecticidas en pre y poscosecha (actualmente en España

está sólo autorizado el uso de Fludioxonil en poscosecha), un cuidadoso manejo de los frutos recogidos para evitar dañarlos, un enfriamiento rápido tras la recolección y un almacenaje a 0° C son los métodos empleados para reducir la incidencia de la enfermedad (Osorio y col., 1993; Hong y col. 1998; Villarino y col., 2010). Existe una amplia gama de fungicidas registrados en España para el control de la podredumbre parda en campo: el grupo de los benzimidazoles (metiltiofanato, carbendazima), las dicarboximidas (iprodiona), los triazoles (tebuconazol, ciproconazol, fenbuconazol, difenoconazol), las anilidas (fenhexamid), estrobirulinas (piraclostrobin), las piridiniletibenzamidas (fluopiram) y otros fungicidas de amplio espectro como ditiocarbamatos (maneb, mancozeb, tiram, ziram, propineb), ftalamidas (captan, folpet), aromáticos (clortalonil) y derivados del cobre. Se utiliza también ciprodinil, fungida del grupo de las pirimidinas, y algunas mezclas ciprodinil y fenilpirroles (fludioxonil), o mezclas de

los grupos descritos anteriormente (Peris, 2013).

Sin embargo, el uso de productos fitosanitarios químicos para el control de la podredumbre parece que va a reducirse paulatinamente. Por una parte, en la lista de sustancias activas candidatas a la sustitución (Reglamento 1107/2009 en su artículo 24) se encuentran sustancias como lacarbendazima y algunos triazoles, ampliamente utilizadas en el control de la podredumbre parda. Además a partir del 1 de enero de 2014, la Directiva 2009/128/CE exige un uso sostenible de dichos productos en el melocotón para evitar el creciente desarrollo de poblaciones del agente patógeno resistentes a productos químicos (Egüen et al., 2015), la presencia de residuos sobre la fruta, la destrucción de la fauna auxiliar, la contaminación de aguas y suelos, la pérdida de biodiversidad, etc... , y el fomento de la gestión integrada con técnicas preventivas y alternativas no químicas.

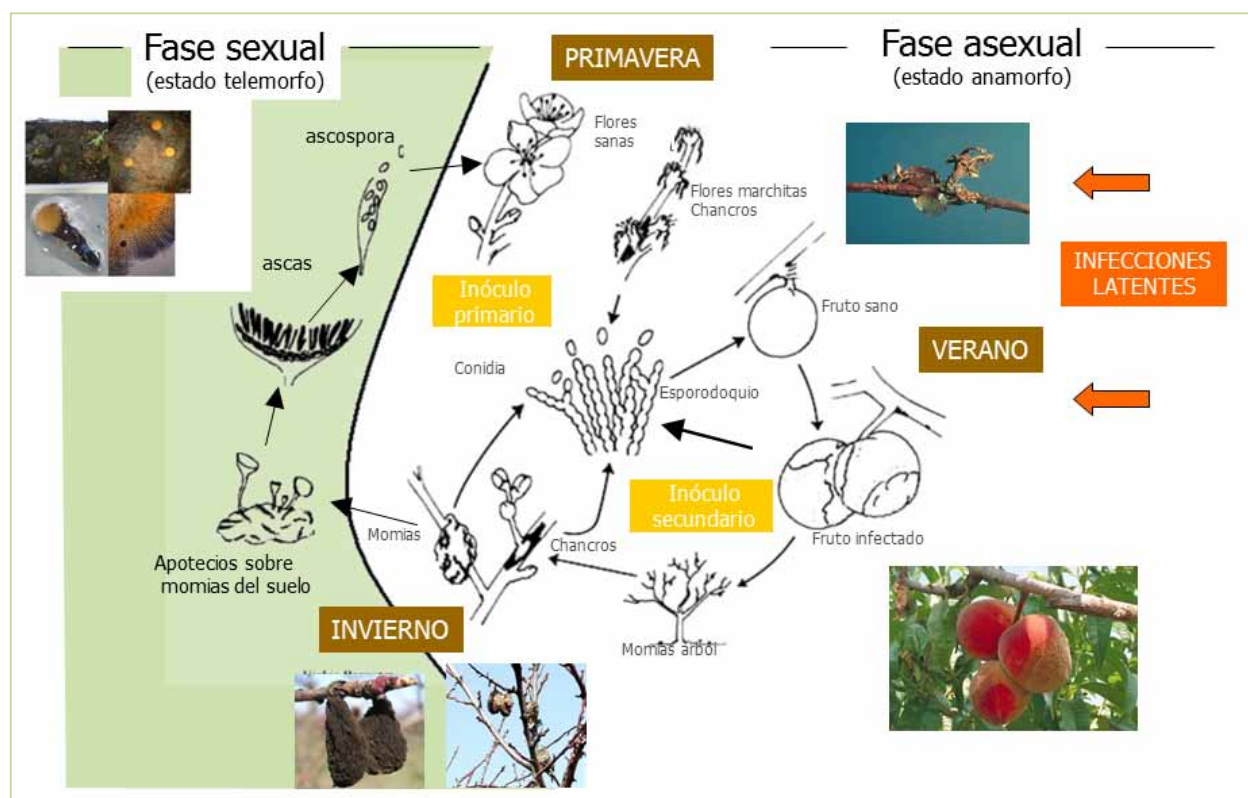


Figura 1. Ciclo de la podredumbre parda

La incidencia de la podredumbre del melocotonero en postcosecha se encuentra en función de las infecciones, bien activas o bien latentes, presentes en los frutos en el momento de la recolección y las infecciones que se pueden producir durante el periodo comprendido entre la cosecha y el consumidor (Villarino y col., 2012). Para poder aplicar una estrategia de control integrado de la enfermedad se ha de conocer bien la epidemiología de la misma (Figura 1), las condiciones climáticas y combinar todas las estrategias disponibles que reduzcan la presencia de dichas infecciones, evitando la capacidad de infectiva del patógeno, sus ciclos reproductivos, su interacción con el fruto y limitando cuando sea posible el uso de productos fitosanitarios de origen químico y sus residuos. En este trabajo se propone la integración de estrategias epidemiológicas que reúnan todos los medios de control disponibles más utilizados actualmente (sanitarios y químicos) con modelos predictivos de la enfermedad.

Reducción inóculo primario

Las principales fuentes de inóculo primario de la enfermedad en España son los frutos deshidratados que quedan pegados a las ramas tras el periodo invernal (momias) y los brotes necróticos (Gell y col., 2009; Villarino y col., 2010; Casals y col. 2014). Entre las fuentes de inóculo primario de la enfermedad destacan en nuestras condiciones por orden decreciente: momias de los arboles (>70%), momias del suelo (14%) y brotes secos (10%) (Tabla 1). El nº de momias en el árbol en floración incide sobre la podredumbre en postcosecha, siendo responsable del 65% de la incidencia de la podredumbre en postcosecha (Villarino y col., 2010). Así sólo una momia que quede en un árbol/m² produce más de 40 conidias/m³ (Villarino y col., 2010). La viabilidad de las conidias en las momias disminuye a lo largo de la estación (llegando a un 0% de viabilidad al final otoño), siendo mucho más rápida la pérdida de viabilidad de las conidias en momias del suelo (Casals y col., 2014. Figura 2).

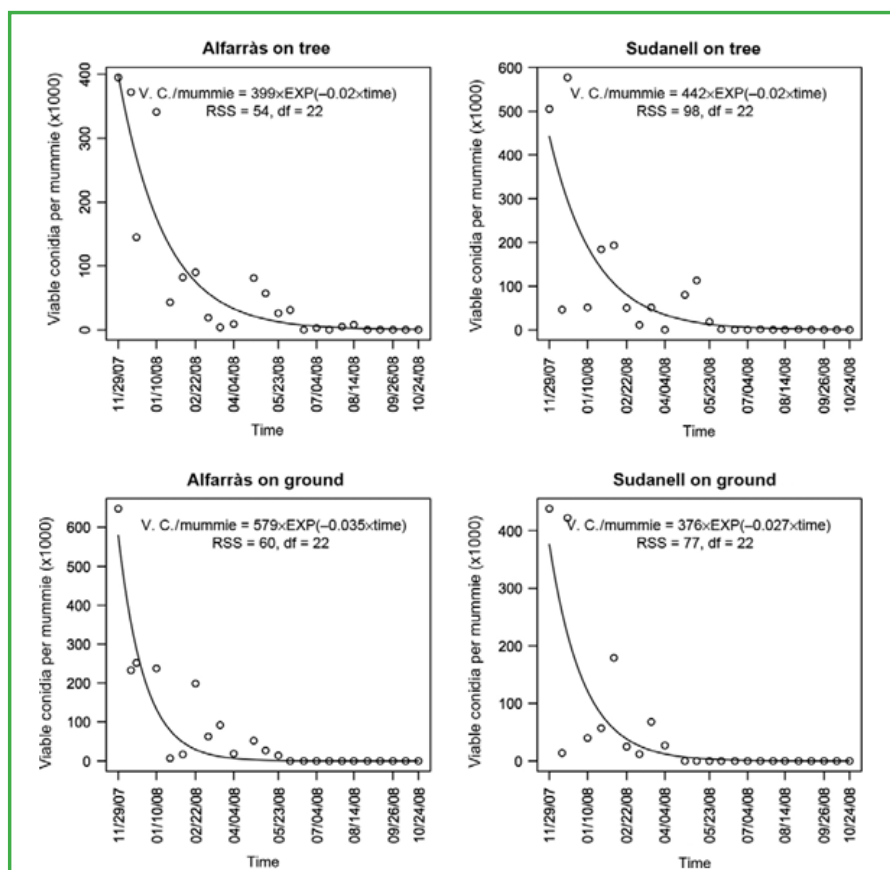


Figura 2: Viabilidad de las conidias presentes sobre momias de árbol y momias del suelo en huertos de Alfarràs y Sudanell durante 2008, ajustada a un modelo exponencial negativa. (Casals y col. 2015. J. Phytopathol. 163: 160-167).

Las medidas para reducir el inoculo primario suponen (Figura 3): retirar los frutos podridos de los arboles después de la cosecha, eliminar las momias de los árboles durante el invierno, eliminar las

momias del suelo antes de floración, evitar la formación apotecios-ascas-ascosporas como nuevo inoculo primario, eliminar brotes secos, frutos abortados y limpieza de chancros durante la poda.

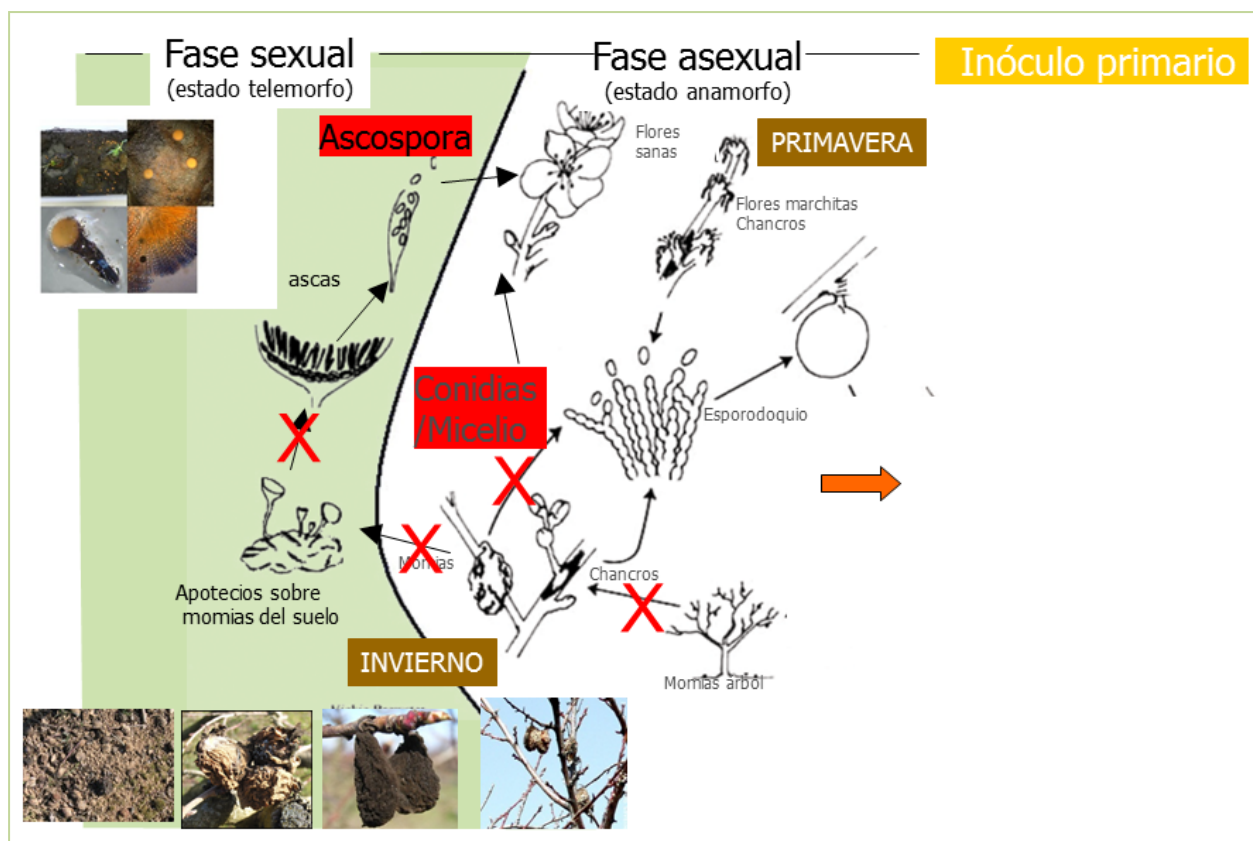


Figura 3. Medidas para reducir el inoculo primario (X) en el Ciclo de la podredumbre parda (Gell y col. 2009. Eur. J. Plant Pathol. 123:415–424; Vilarino y col. 2010. Plant Dis. 94: 1048-1054).

Reducción inóculo secundario

Las principales fuentes de inóculo secundario de la podredumbre parda (Tabla 1) se encuentran en: frutos podridos y también en aquellos frutos aparentemente sanos que contienen infecciones latentes (Gell y col., 2008; Vilarino y col. 2012).

Tabla 1. Relative frequency of *Monilinia* spp. occurrence on different pathogen inoculum sources in four peach orchards in Ebro Valley (Lleida, Spain)

<i>Monilinia</i> spp. inoculum source	Orchard			
	Albesa 1	Albesa 2	Alfarràs	Sudanell
MFT	0.43±0.09 a	0.42±0.05 a	0.35±0.10 a	0.49±0.02 a
MFB	0.05±0.01 cd	0.22±0.05 c	0.21±0.08 c	0.08±0.02 c
BPs	0.16±0.10 c	0.10±0.05 c	0.05±0.02 cd	0.02±0.01 cd
LIFL	0.008±0.008 e	0.0±0.0 e	0.008±0.008 e	0.008±0.008 e
LIFR	0.009±0.003 d	0.039±0.019 d	0.031±0.020 d	0.035±0.017 d
FRPC	0.34±0.01 b	0.22±0.02 b	0.36±0.08 b	0.36±0.03 b

The relative frequency of *Monilinia* spp. on each inoculum sources in each orchard along years was calculated like the number of times *Monilinia* spp. occurred on each inoculum sources (absolute frequency) normalized by the total number *Monilinia* spp. recorded in each orchard. The Wilcoxon test was used to compare the relative frequency distributions between different inoculum sources in each orchard at $P=0.05$

MFT mummified fruit on the trees; MFB mummified fruit on the orchard bed; BPs pruned branches on the orchard bed; LIFL flowers with latent infection; LIFR growing fruit with latent infection; FRPC 7-day-old harvested fruit with brown rot

Vilarino y col. 2013. Eur. J. Plant Pathol. 137: 835–845.

ARTÍCULO CIENTÍFICO

Las medidas para reducir el inoculo secundario supone retirar: frutos podridos poco antes de la cosecha, flores marchitas, frutos aclareo y evitar heridas (Figura 4).

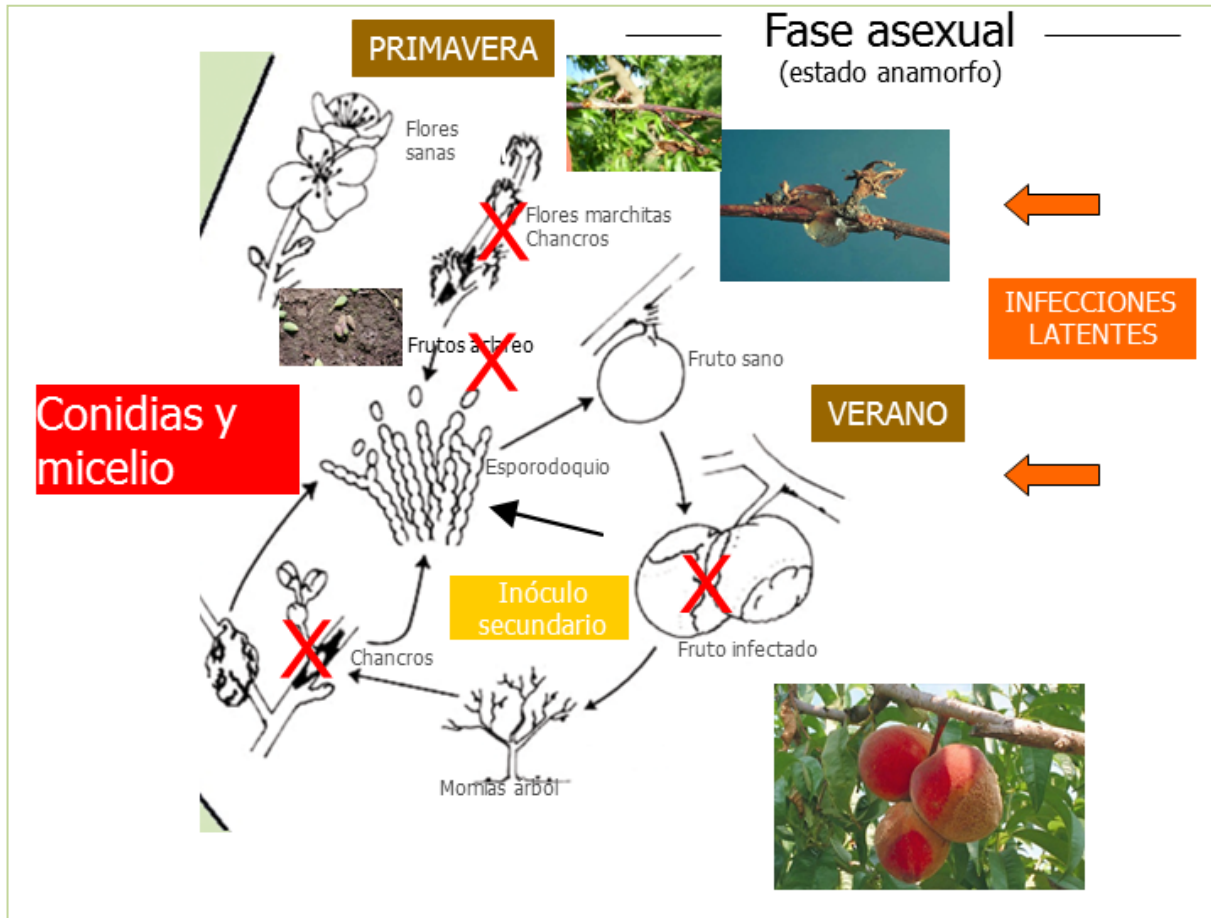


Figura 4. Medidas para reducir el inoculo secundario (X) en el Ciclo de la podredumbre parda (Gell y col. 2009. Eur. J. Plant Pathol. 123:415–424; Villarino y col. 2010. Plant Dis. 94: 1048-1054).

Identificación periodos susceptibilidad del huésped

La susceptibilidad del fruto a la infección del patógeno aumenta con el grado de madurez (Hall, 1972; Biggs y Northover, 1988; Xu y col., 2007; Gell y col., 2008; Villarino y col., 2011), en parte debido a la disminución del contenido de ácido clorogénico y su isómero, ácido neoclorogénico, en frutos maduros (Villarino y col., 2011) (Figura 5).

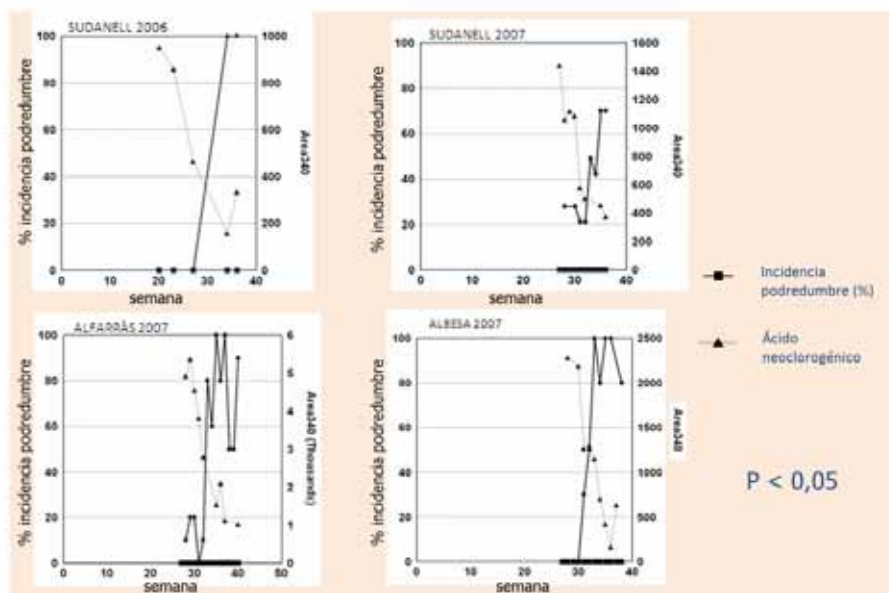


Figura 5: Incidencia de la podredumbre parda y contenido de ácido neoclorogénico en distintos cultivares y huertos de melón (Villarino y col. 2011. J. Agric. Food Chem. 59: 3205–3213).

Modelos de predicción

Para el caso de las infecciones latentes existe ya un modelo de predicción de las mismas en función de la temperatura (T) y el periodo de humectación (W):

$$\text{Arcsine}(y) = 12.53 - 0.35WT + 0.002T^2W^2 + 0.00019T^3W$$

(4.138)(0.081) (0.0004) (0.00006)

El porcentaje de infecciones latentes puede ser representado por la siguiente curva de superficie en función de los dos factores climáticos (Figura 6).

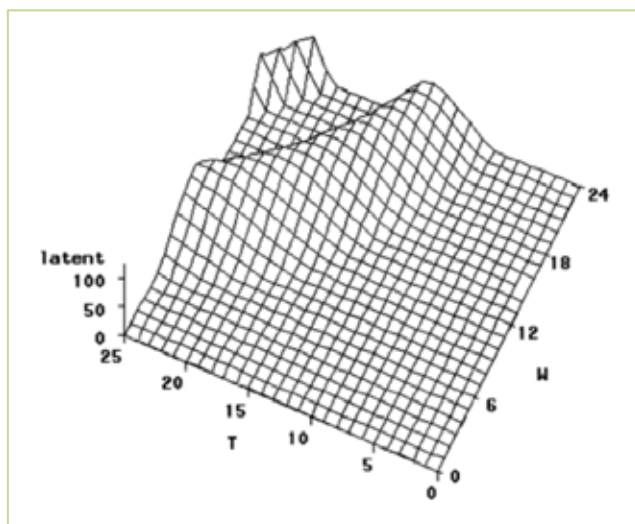


Figura 6. Superficie de respuesta para la estimación del porcentaje de las infecciones latentes en frutos de melocotonero y nectarina en función de la duración del periodo de humectación (W) y la temperatura (T) (Gell y col. 2008. Eur. J. Plant Pathol. 121: 487–498).

En el caso de la podredumbre parda en el Valle del Ebro, y en fase de validación, se ha desarrollado un modelo durante varios años mediante la colaboración entre el grupo de Patología Postcosecha del IRTA, el departamento Producción Vegetal y Ciencias Forestales de la Universitat de Lleida y el departamento de Protección Vegetal del INIA. En él se destacan tres factores: nivel de susceptibilidad del huésped, nivel de inóculo y condiciones ambientales. Se definen 3 periodos de susceptibilidad en el huésped: Bajo (antes del envero), Medio (envero a 7 días antes de cosecha) y alto (7 días antes de

cosecha); dos niveles de inóculo y distintos rangos de precipitación, periodo de humectación y temperatura. Este modelo permite determinar el momento en el cual existe riesgo de infección por parte de la enfermedad y en el cual se cree necesario realizar algún tipo de tratamiento que permita evitar esta infección.

La integración de estrategias epidemiológicas que integren todos los medios de control disponibles con modelos predictivos de la enfermedad, supondrá un avance en el control sostenible de la podredumbre parda del melocotonero.

Bibliografía

- Aderhold, R. y Ruhland, W. 1905. Über ein durch Bakterien hervorgerufenen Kirschensterben (vorläufige Mitteilung). Centr. Bakteriolog. Parasitenk. 15:376-377.
- Biggs, A. R. y Northover, J. 1988. Early and Late-Season Susceptibility of Peach Fruits to *Monilinia fructicola*. Plant Disease 72, 1070-1074.
- Byrde, R. J., y Willetts, H. J. 1977. The Brown Rot Fungi of Fruit - Their Biology and Control. Oxford: Pergamon Press
- Casals, C., Segarra, J., De Cal, A., Lamarca, N., y Usall, J. 2015. Overwintering of *Monilinia* spp. on Mummified Stone Fruit. J Phytopathol 163: 160–167
- De Cal, A., Gell, I., Usall J., Viñas I., y Melgarejo, P. 2009. First report of brown rot caused by *Monilinia fructicola* in peach orchards in Ebro Valley, Spain. Plant Dis. 93: 763.

- De Cal, A., Egüen, B., y Melgarejo, P. 2014. Vegetative compatibility groups and sexual reproduction among Spanish *Monilinia fructicola* isolates obtained from peach and nectarine orchards, but not *Monilinia laxa*. Fungal biology, 118, 484-494.
- De Cal, A., and Melgarejo, P. 2000. Momificado de los frutales de hueso (*Monilinia* spp.). Pages 66-67 in: Enfermedades de los frutales de pepita y de hueso. E. Montesinos, P. Melgarejo, M.A. Cambra y J. Pinochet, eds. Editorial Mundi-Prensa.
- Egüen, B., P. Melgarejo y De Cal, A. (2015). Sensitivity of *Monilinia fructicola* from Spanish peach orchards to thiophanate-methyl, iprodione, and cyproconazole: fitness analysis and competitiveness. European Journal of Plant Pathology, 4, 789-801.
- Gell, I., De Cal, A., Torres, Usall J., y Melgarejo, P. 2008. Relationship between the incidence of latent infections caused by *Monilinia* spp. and the incidence of brown rot of peach fruit: factors affecting latent infection. Eur. J. Plant Pathol. 121: 487-498.
- Gell, I., De Cal, A., Torres, Usall J., y Melgarejo, P. 2009. Conidial density of *Monilinia* spp. on peach fruit surfaces in relation to the incidences of latent infections and brown rot. Eur. J. Plant Pathol. 123: 415-424.
- Hall, R. 1971. Pathogenicity of *Monilinia fructicola*. Part III: Penetration of peach leaf and fruit. Phytopathologische Zeitschrift 72, 281-29
- Hernández-Crespo, J.C. 2006. S I M I L, Sistema de Información Micológica Ibérica en Línea. Real Jardín Botánico de Madrid, C.S.I.C. Proyecto Flora Micológica Ibérica I-VI (1990-2008).
- Hong, C. X., Holtz, B. A., Morgan, D.A., y Michailides, T. J. 1997. Significance of thinned fruit as a source of the secondary inoculum of *Monilinia fructicola* in California nectarine orchards. Plant Dis. 81: 519-524.
- Hong, C. X., Michailides, T. J. y Holtz, B. A. 1998. Effects of wounding, inoculum density, and biological control agents on postharvest brown rot of stone fruits. Plant Disease 82, 1210-1216
- Janisiewicz, W.J. , Biggs, AR., Jurick, WM., Vico, I. y Conway, WS. 2013. Biological characteristics of *Monilinia fructicola* isolates from stone fruits in eastern West Virginia, Canadian Journal of Plant Pathology, 35:3, 315-327,
- Larena, I., Torres, R., De Cal, A., Liñan, M., Melgarejo, P., Domenichini, P., Bellini, A., Mandrin, J. F., Lichou, J., de Eribe, X. O., y Usall, J. 2005. Biological control of postharvest brown rot (*Monilinia* spp.) of peaches by field applications of *Epicoccum nigrum*. Biol. Control 32: 305-310.
- M.-Sagasta, E. 1977. *Monilinia* disease. EPPO Bulletin 7: 106-116
- Ogawa, J. M., Zehr, E.I., y Biggs, A.R. 1995. Brown Rot. Pages 7-10 in: Compendium of Stone Fruit Disease. M. Ogawa, E.I. Zehr, G.W. Bird, D.F. Ritchie, K. Uriu , & J.K. Uyemoto (eds.). St. Paul, Minnesota: APS Press.
- Osorio, JM., Adaskavag, JE. y Ogawa JM. 1993. Comparative efficacy and systemic activity of iprodione and the experimental anilide E-0858 for control of brown rot. Plant Disease 77:1140-1143
- Peris Giner, M. 2013. Control de *Monilinia* en melocotonero: prácticas culturales y eficacia en los tratamientos químicos. I Jornadas Técnicas Agrocistus. 4 de diciembre 2013
- Villarino, M., Melgarejo, P., Usall, J., Segarra, J., De Cal, A. 2010. Primary inoculum sources of *Monilinia* spp. in Spanish peach orchards and their relative importance in brown rot. Plant Dis. 94: 1048-1054.
- Villarino, M., Sandin, P., Melgarejo, P., De Cal, A. 2011. High Chlorogenic and Neochlorogenic Acid Levels in Immature Peach Reduce *Monilinia laxa* Infection by Interfering with Fungal Melanin Biosynthesis. J. Agric. Food Chem. 59, 3205-3213.
- Villarino, M., Melgarejo, P., Usall, J., Segarra, J., Lamarca, N., De Cal., A. 2012a. Secondary inoculum dynamics of *Monilinia* spp. and relationship to the incidence of postharvest brown rot in peaches and the

weather conditions during the growing season. *European Journal of Plant Pathology* 133:585–598

Villarino M, Larena I, Martinez F, Melgarejo P, De Cal A. 2012b. Analysis of genetic diversity in *Monilinia fructicola* from the Ebro Valley in Spain using ISSR and RAPD markers. *European Journal of Plant Pathology* 132: 511–524.

Villarino M, Egüen, B., Lamarca, N., Segarra, J., Usall, J., Melgarejo, P., & De Cal, A.

2013. Occurrence of *Monilinia laxa* and *M. fructigena* after introduction of *M. fructicola* in peach orchards in Spain. *European Journal of Plant Pathology* 137, 835-845.

Xu, X.-M., Bertone, C. y Berrie, A. 2007. Effects of wounding, fruit age and wetness duration on the development of cherry brown rot in the UK. *Plant Pathology* 56, 114-119

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

