

Actividades de los socios

Francisco Monci Marín defendió el 25 de marzo de 2004 en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad de Córdoba, la Tesis Doctoral titulada "Búsqueda de estrategias de control frente a los begomovirus que afectan a tomate y judía en España". La tesis se realizó en el laboratorio de Virología Vegetal de la Estación Experimental "La Mayora" del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, de Málaga, bajo la dirección de los doctores D. Enrique Moriones Alonso y D. Jesús Abad Martín, y recibió la calificación máxima de Sobresaliente "cum laude", por unanimidad.

La tesis versó sobre la búsqueda de estrategias de control frente a los begomovirus que afectan a tomate y judía en España. Estos virus causan graves pérdidas económicas en ambos cultivos, llegando incluso a ser uno de sus principales factores limitantes para la producción. En España, hasta el momento, se han descrito dos especies virales de begomovirus como patógenos en tomate y judía: el *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) y el *Tomato yellow leaf curl Sardinia virus* (TYLCSV). Las medidas de control empleadas hasta ahora han resultado poco efectivas por lo que se hizo necesaria la búsqueda de nuevas estrategias para paliar los daños causados por estos begomovirus. En el caso de tomate, en el trabajo se ha estudiado el posible empleo en cultivos protegidos de filmes plásticos que incorporan aditivos que filtran la luz ultravioleta. En el caso de cultivos al aire libre, una alternativa para el control analizada ha sido la aplicación de compuestos químicos que han mostrado potencialidad para el control de un amplio espectro de enfermedades al activar mecanismos de defensa de las plantas frente a patógenos, lo que se conoce como Resistencia Sistémica Adquirida (SAR). Uno de estos compuestos es el Benzo [1,2,3]thiadiazole-7-carbothioc acid S-methyl ester (BTH). En conjunto, los resultados obtenidos indican que la utilización de plásticos fotoselectivos resultan en reducciones considerables de la incidencia de las infecciones causadas por los virus mencionados y que la inducción de resistencia con BTH, tanto en cultivos de tomate al aire libre como bajo plástico, puede ser una práctica de interés para la reducción de las pérdidas ocasionadas, por lo que su introducción en programas de control integrado sería deseable. En el caso de judía se ha abordado la posible selección de materiales con resistencia a la enfermedad causada por TYLCV. Hasta el momento, en judía no se dispone de líneas comerciales que presenten resistencia o tolerancia. En el trabajo se ha caracterizado una resistencia monogénica dominante en líneas de judía, que resulta en ausencia de síntomas de infección y limita drásticamente la invasión sistémica del virus. Se ha investigado también sobre los mecanismos y determinantes que permiten la invasión sistémica de TYLCV en judías susceptibles. La información obtenida podría ayudar al desarrollo de sistemas de control basados en estrategias de obtención de plantas transgénicas. Por último, dado que la durabilidad de variedades resistentes o tolerantes puede depender de la posible aparición e imposición de tipos virales capaces de superar la resistencia, en este trabajo se describe la aparición de un recombinante natural entre TYLCV y TYLCSV. Se ha caracterizado biológica y genéticamente este recombinante y se ha estudiado su frecuencia en las poblaciones naturales del virus. Los resultados indican que este recombinante puede presentar ventajas adaptativas respecto a sus parentales lo que ha quedado reflejado en su amplia distribución en campo.

Meritxell García Chapa defendió el día 30 de marzo de 2004 en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Barcelona la tesis doctoral titulada “Detección, transmisión y caracterización del fitoplasma asociado a la enfermedad del decaimiento del peral”. La tesis la realizó en el laboratorio de Virología del Departament de Protecció Vegetal del Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries de Cabrils, bajo la dirección de la Dra Assumpció Batlle Durany y recibió la calificación máxima de Sobresaliente "cum laude", por unanimidad.

La tesis incluyó, la determinación de las mejores condiciones para el diagnóstico del fitoplasma del decaimiento del peral, mediante PCR. Así mismo, se realizó un estudio epidemiológico en el que se determinó la eficiencia de *Cacopsylla pyri* como vector de la enfermedad. Se evaluó la eficiencia de transmisión a lo largo del año y la relación entre el sexo del vector y la transmisión de la enfermedad. Tanto los machos como las hembras mostraron la misma capacidad para adquirir el fitoplasma, sin embargo el porcentaje de transmisión fue muy superior en las hembras

Por último, se desarrolló una nueva técnica que permite aislar el ADN del fitoplasma del de la planta huésped. Con esta técnica se han obtenido 400 fragmentos de ADN del genoma del PD y se han secuenciado algunos de ellos, a los que se les ha atribuido posibles funciones como las de replicación, translación y transporte. A partir de estas nuevas secuencias se han diseñado cebadores y se han obtenido nuevas sondas que podrán ser utilizadas para la detección del fitoplasma y para estudios de variabilidad genética.

Francisco Monci Marín (Dr. Ingeniero Agrónomo), que recientemente finalizó su tesis doctoral en el laboratorio de Virología de la Estación Experimental “La Mayora” del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), bajo la dirección de los doctores Enrique Moriones Alonso y Jesús Abad Martín, se ha incorporado en mayo de 2004 a la empresa De Ruiter Seeds, en calidad de jefe del laboratorio de I+D.

De Ruiter Seeds es una empresa holandesa de semillas que produce híbridos de tomate, melón, pimiento, pepino y berenjena. De Ruiter se instaló en España en el año 1989 y en 1994 se creó la filial De Ruiter Research con el objetivo de desarrollar todo el trabajo relacionado con la investigación, desarrollo y obtención de semillas híbridas en nuestro país. Para ello la empresa cuenta con un centro de investigación en El Ejido (Almería) con una superficie de 111.000 m² y dotado de todo el equipamiento necesario para desarrollar el trabajo de investigación.

Congresos

V Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal.

Los días 24 al 29 de mayo de 2004 se celebró en La Habana (Cuba) el V Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal. Durante este seminario se celebraron simultáneamente cinco Eventos científicos:

A. 44^a Reunión Anual de la Sociedad Americana de Fitopatología - División del Caribe (SFA-DC)

- B. Simposio Latinoamericano y Caribeño de Acarología. “Biodiversidad acarina: Su utilización, protección y conservación.
- C. III Congreso Latinoamericano de la Sección Neotropical de la Internacional de Control Biológico (OICB).
- D. Simposio sobre Manejo Agroecológico de plagas de Agricultura Tropical
- E. Conferencia Internacional de Alternativas al Bromuro de Metilo.

A estas reuniones asistieron 420 participantes procedentes de 27 países diferentes y se presentaron un total de 425 comunicaciones (orales o en forma de panel).

A. 44ª Reunión Anual de la Sociedad Americana de Fitopatología - División del Caribe (SFA-DC)

El simposio se desarrolló en 6 sesiones orales y 2 sesiones de paneles. Las sesiones se dedicaron a los siguientes temas:

Virus y Viroides

Bacterias, Fitoplasmas y Espiroplasmas.

Enfermedades Fungosas. Taxonomía, fisiología y ecología de hongos.

Métodos de diagnóstico de fitopatógenos.

Epifitología y control de enfermedades

Fisiología de la interacción planta –patógeno.

Las dos sesiones de paneles incluyeron todas las temáticas de la reunión.

Durante el Simposio se impartieron tres Conferencias Magistrales:

La Fitopatología: Situación actual, retos y perspectivas

“Microarrays”: Tecnología emergentes de grandes perspectivas en el campo de la Fitopatología.

Avances en biotecnología y en bioinformática. Su impacto sobre la fitopatología y la protección vegetal.

Los socios Assumpcio Batlle y Amparo Laviña fueron los representantes españoles en esta reunión. Los miembros de la SEF que estén interesados en los abstracts de esta reunión pueden dirigirse a estos socios.

Amparo Laviña. IRTA, Cabrils, Barcelona.

E. Conferencia Internacional de Alternativas al Bromuro de Metilo

La conferencia se extendió durante tres días. Las sesiones se abrieron con la presentación de conclusiones de la conferencia extraordinaria de las partes del protocolo de Montreal y del papel del MBTOC.

En las comunicaciones se abordaron alternativas en la desinfección de suelos como las biológicas (manejo de comunidades microbianas en la rizosfera), el control integrado, el uso de residuos de cosechas como biofumigantes o potenciadores del efecto de la solarización, dando gran importancia a la técnica del injerto sobre patrones tolerantes.

El segundo día las sesiones se mantuvieron durante una visita a las instalaciones de Investigación sobre el tabaco con el tema “Eliminación del BM en el cultivo del tabaco en América Latina” cuyos trabajos estaban basados en el empleo de bandejas flotantes para los

semilleros de producción de plantas de tabaco. También se abordó el tema de alternativas al BM en cultivos protegidos en Cuba.

El tercer día se abordó el problema de la fumigación en cuarentena y preembarque (Usos para los que aún se permitirá el uso del BM) y en postcosecha, instalaciones y estructuras). También se trataron las perspectivas de las alternativas químicas, para la desinfección del suelo y en particular las basadas en dicloropropeno y cloropicrina, dado que el actual nuevo registro para la UE, puede ser problemático si no se aprueban estas sustancias sobre las que se basan las mejores alternativas químicas de entre las estudiadas hasta la fecha.

A lo largo de las sesiones hubo una gran aportación de resultados de programas de demostraciones de la mayoría de países sudamericanos. Se agradeció la colaboración de equipos de investigación españoles (en especial al Dr. A. Bello) tanto en los programas de desarrollo como en la participación en la conferencia.

Vicent Cebolla. IVIA, Moncada, Valencia.

X International workshop on Fire Blight. Bologna (Italia) del 5 al 9 de julio de 2004. Información Prof. Carlo Bazzi.
E-mail: cbazzi@agrsci.unibo.it

15th Congress of the International Organization for Mycoplasmaology. Athens, Georgia (USA) del 11 al 16 de julio de 2004. Información: Dr Duncan Krause
E-mail: dkrause@arches.uga.edu
<http://mycoplasmas.vmiastate.edu/IOM/IOMhomepage.html>

7th Conference of the European Foundation for Plant Pathology & BSPP Presidential Meeting 2004, Discovery, Development and Delivery In Plant Pathology. Second International Conference on Sunn Pests. ICARDA, Aleppo (Syria) del 19 al 22 de julio de 2004.
<http://www.icarda.org/sunnpest/Spconference.htm>

First International Workshop for the Morphological and Molecular Identification of the Straminopiles: *Phytophthora* and *Pythium*, North Carolina State University, Raleigh, NC (USA) del 23 al 27 de julio de 2004. Contactar con Gloria Abad
E-mail: gloria_abad@ncsu.edu

12th International Symposium on Insect-Plant Relationships. Berlin (Germany) del 7 al 12 de agosto de 2004.
<http://www.biologie.fu-berlin.de/SIP12-Berlin>

11th International Cereal Rust and Powdery Mildew Conference. Norwich (UK) del 23 al 27 de agosto de 2004. Información : Dr. James Brown.
E-mail: james.brown@bbsrc.ac.uk
<http://jic.bbsrc.ac.uk/events/RustAndMildew>

14th Federation of European Societies of Plant Biology. Cracow (Poland) del 23 al 27 de agosto de 2004.

<http://www.zfr-pan.krakow.pl/konf/>

II Congreso Europeo de Virología. Madrid (España) del 5 al 9 de septiembre de 2004.

<http://www.euro-virology.com>

<http://www.madridvirology2004.com/>

V International Strawberry Symposium. Brisbane (Australia) del 5 al 10 de septiembre de 2004. Información: Dr. Neil Greer.

E-mail: green@dpi.gld.gov.au

<http://www.gsga.org/symposium/>

European Foundation for Plant Pathology Meeting 2004-Discovery, Development and Delivery in Plant Pathology. Aberdeen (Scotland) del 5 al 10 de septiembre.

E-mail: sarah.gurr@plant-sciences.oxford.ac.uk

<http://www.bspp.org.uk/meetings/efpp2004>

6th Australasian Plant Virology Workshop, Goldcoast, Queensland (Australia) del 30 de agosto al 2 de septiembre de 2004.

<http://www.australasianplantpathologysociety.org.au/>

VIII International symposium on Plum and Prune Genetics, Breeding and Technology Lofthus (Norway) del 6 al 9 de septiembre de 2004.

<http://www.planteforsk.no/>

IOBC Conference on Breeding for Plant Resistance to insects mites and pathogens Bialowieza (Poland) del 16 al 19 de septiembre.

E-mail: NBirch@scri.sari.ac.uk

<http://www.bspp.org.uk/meetings/>

II Congreso de Mejora Genética de Plantas. León (España) del 21 al 24 de septiembre de 2004. Con este congreso se da continuidad a la decisión de las dos sociedades, Sociedad Española de Ciencias Hortícolas (SECH) y de la Sociedad Española de Genética (SEG) de agrupar los distintos campos de la mejora genética de plantas en una reunión única a nivel nacional, que se corresponde con las XIV Jornadas de Selección y Mejora de Plantas Hortícolas y con el III Seminario de Mejora Genética Vegetal.

<http://www3.unileon.es/congresos/mejora2004/index2.htm>

XII Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología. Lloret de Mar, Girona (España) del 26 de septiembre al 1 de octubre del 2004.

<http://www.sef.es>

Improvement and Unification of Plant Disease Diagnostic. Skierniewice (Poland) del 30 de agosto al 1 de septiembre de 2004.

<http://pomocentre.insad.pl>

6th International Symposium on Chemical and non-Chemical soil and Substrate Disinfestation. Corfu Island (Greece) del 4 al 8 de octubre de 2004. Organizado por

International Scientific Committee the Department of Plant Pathology Agricultural University of Athens.

E-mail: ect@aua.gr

<http://www.aua.gr/SD2004>

2nd European Whitefly Symposium. Cavtat (Croacia) del 5 al 9 de octubre de 2004.

E-mail: ewsn.organiser01@whitefly.org

<http://www.whitefly.org/ewsii-info.htm>

XIII International Botrytis Symposium. Antalya (Turquía) del 25 al 31 de octubre de 2004.

E-mail: fyildiz@ziraat.ege.edu.tr

<http://www.agri.gov.il/events/BotrytisSym/BotrytisSymposium.html>

2nd International Symposium on Fusarium Head Blight. Orlando, Florida (USA), del 11 al 15 de diciembre de 2004. Este Symposium se realizará simultáneamente con el **8th European Fusarium Seminar.**

<http://www.scabusa.org/isfhb2.html>

4th International Workshop on Grapevine Trunk Diseases. Stellenbosch (Sudáfrica) del 20 al 21 de enero de 2005.

E-mail: phfourie@sun.ac.za

IX International Plant virus Epidemiology Symposium. Lima (Perú) del 4 al 8 de abril de 2005.

E-mail: p.anderson@cgiar.org

<http://cipotato.org/training/PlantVirusEpidemSymp05/>

IX International Workshop on Plant Disease Epidemiology. Landerneau (Francia) del 10 al 15 de abril de 2005.

<http://www.rennes.inra.fr/epidemio2005/>

International Working Groups on Legume and Vegetable Viruses. Fort Lauderdale, Florida (USA) del 11 al 15 de abril de 2005. Contactar: Gail Wisler

E-mail: gcwisler@mail.ifas.ufl.edu

13th Meeting of the Latin American Association of Plant Pathology. Córdoba (Argentina) del 19 al 22 de abril de 2005.

E-mail: slenard@infovia.com.ar

12th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union. Bari (Italia) del 21 al 27 de mayo de 2005.

<http://www.unifi.it/istituzioni/mpu/events.htm>

XII International Sclerotinia Workshop. Monterey, California (USA) del 12 al 16 de junio de 2005.

<http://entopl.okstate.edu/iswg/index.html>

IX International Verticillium Symposium. Monterey, California (USA) del 17 al 21 de junio de 2005.
kvsubarao@ucdavis.edu

Libros

Vincent H. Resh and Ring T. Cardé. Encyclopedia of Insects. 1205 pages. 2003. Elsevier Academic Press. ISBN 0-12-586990-8. 64.95 Libras.

Gad Loebenstein and George Thottappilly. Virus and Virus-like Diseases of Major Crops in Developing Countries. 840 pages. March 2004. Kluwer Academic Publishers. ISBN 1-4020-1230-6. 280 Euros.

S:A:M:H: Naqvi. Diseases of Fruits and Vegetables. January 2004. Kluwer Academic Publishers. Volume I, 708 pp., ISBN 1-4020-1822-3. 220\$. Volume II, 704 pp., ISBN 1-4020-1823-1. 220\$. Set 1411 pp. ISBN 1-4020-1826-6. 400\$.

Volume I: Covers diseases of fruits including apple, citrus, grapes, mango and pineapple and of vegetables such as carrot, celery and cucurbits, with special reference to integrated disease management practices

Volume II: Covers diseases of fruits including avocado, banana, grapes, guava, papaya, passion fruit, strawberry, stone fruits and minor tropical and subtropical fruits. Vegetables such as lettuce, pea, pepper, potato, onion and garlic have been included in this volume besides the role of mycorrhiza and biocontrol agents in disease management.

Joseph-Alexander Verreet and Dr. Holger Klink, Christian-Albrechts. The Biology of Fungal Pathogens. Vol 2: Fungal Pathogens and Diseases in Cereals. DVD. There are two video segments in Volume 2: 2.1 Leaf Rust and Other Rusts of Cereals and 2.2 Fusarium Diseases of Wheat. 2004. American Phytopathological Society. ISBN 0-89054-305-4.

Nicholas Talbot. Plant-Pathogen Interactions. *Annual Plant Reviews*, Volume 11. 2004. Edited by, University of Exeter, UK. Blackwell Publishing. ISBN 1405114389. 89.50.Libras. This is a book for researchers and professionals in plant pathology, cell biology, molecular biology and genetics. Contents: **1. Emerging themes in plant-pathogen interactions.** Nicholas J. Talbot, University of Exeter, UK **2. Tobacco mosaic virus.** John Carr, University of Cambridge, UK **3. Infection with potyviruses.** Minna-Liisa Rajamäki, Tuula Mäki-Valkama, Kristiina Mäkinen and Jari Valkonen, Department of Applied Biology, University of Helsinki, Finland. **4. The *Ralstonia solanacearum*-plant interaction.** Christian Boucher and Stéphane Genin, CNRS – INRA, Castanet Tolosa, France. **5. The *Pseudomonas syringae*-bean interaction.** Susan S. Hirano and Christen D. Upper, University of Wisconsin, Madison, USA. **6. Fungal pathogenesis in the rice blast fungus *Magnaporthe Grisea*.** Chaoyang Xue, Lei Li, Kyeyong Seong and Jin-Rong Xu, Department of Botany and Plant Pathology, Purdue University, West Lafayette, Indiana, USA. **7. The *Ustilago maydis*-maize interaction.** Maria D. Garcia-Pedrajas, Steven J.

Klosterman, David L. Andrews and Scott E. Gold, Department of Plant Pathology, University of Georgia, Athens, USA. **8. *B. graminis* f. sp *hordei*, an obligate pathogen of barley.** Maïke Both and Pietro D. Spanu, Department of Biological Sciences, Imperial College, London, UK. **9. The *Phytophthora infestans*–potato interaction.** Pieter van West, Department of Molecular and Cell Biology, University of Aberdeen, UK and Vivianne G.A.A.Vleeshouwers, Laboratory of Plant Breeding, Wageningen University, The Netherlands

Clay S. Griffith, Turner B. Sutton, and Paul D. Peterson. Fire Blight: The Foundation of Phytopathology. 2003. American Phytopathological Society. ISBN: 0-89054-309-7. 55 \$. Contents: **1.Introduction:** Fire Blight: The History, Science, and Politics of a Disease. **2. Thomas Jonathan Burrill.** Discussion on the Reports from the Transactions of the Illinois State Horticultural Society, 1879. Blight of Pear and Apple Trees, 1881. **3. Joseph Charles Arthur.** Proof that Bacteria are the Direct Cause of the Disease in Trees Known as Pear Blight, 1886. History and Biology of Pear Blight, 1886. **4. Merton Benway Waite.** Results from Recent Investigations in Pear Blight, 1892. The Life-History and Characteristics of the Pear-Blight Germ, 1898. Relation of Bees to the Orchard, 1902 Pear Blight and Its Treatment–Life History of the Disease, 1904.**5. Conclusion** Fire Blight in the 20th Century.

G. Mulè, John A. Bailey, B.M. Cooke and A. Logrieco Molecular Diversity and PCR-detection of Toxigenic *Fusarium* Species and Ochratoxigenic Fungi. 224 pages. 2004. Kluwer Academic Publishers. ISBN 1-4020-2284-0. 105\$.

Shinji Kawasaki. Rice Blast: Interaction with Rice and Control. Proceedings of the Third International Rice Blast Conference.2004.312 pp. Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-1228-4.127\$

Richard J. Simpson. Purifying Proteins for Proteomics: A Laboratory manual. 2004. 802 pages. Cold Spring Harbor Laboratory Press. ISBN 0-87969-695-8. 160 Libras.

El Artículo del Boletín

USO POTENCIAL DE HONGOS MICORRÍCICOS PARA EL CONTROL DE PATÓGENOS DE RAÍZ

M.C. Jaizme-Vega y A. S. Rodríguez-Romero.
Dpto. Protección Vegetal, ICIA
Apdo. 38200, La Laguna, Tenerife, Islas Canarias.
E-mail:mcjaizme@icia.es

1. Introducción

Las micorrizas arbusculares (MA), simbiosis mutualística entre los hongos formadores de MA y la casi mayoría de las plantas presentes en los ecosistemas terrestres, constituyen la asociación simbiótica más generalizada. Se pueden encontrar en casi todos los sistemas ecológicos, desde comunidades con alta densidad de especies a sistemas agrícolas con prácticas culturales sostenibles.

En una relación “planta-hongo MA” bien establecida, se pueden distinguir dos fases diferentes de desarrollos del hongo: una interna, formada por el micelio fúngico colonizando biotroficamente la corteza de la raíz, en íntima asociación con las células radicales (micelio interno) y una externa formada por el micelio extramatricial del hongo a través del suelo (micelio externo). Este micelio ayuda a la planta a adquirir nutrientes minerales del suelo, actuando como un puente que conecta la planta con el suelo, interactuando con los componentes del suelo y con la población microbiana rizosférica (Barea *et al.*, 1997).

Las dos fases del hongo MA muestran importantes diferencias a nivel metabólico y fisiológico. Estas consideraciones son importantes para intentar determinar el papel de las micorrizas como protectoras de las plantas frente al ataque de patógenos de suelo. Este rol se deriva tanto de su actuación como raíces modificadas, como de su actividad como microorganismo capaz de interactuar con otros microorganismos del suelo y alterar la población microbiana de la rizosfera (Azcón-Aguilar *et al.*, 2001).

2. Papel de las micorrizas en el sistema planta-patógeno

La mayoría de las publicaciones sobre este tema, destacan la capacidad de las micorrizas para reducir los daños producidos por los patógenos de suelo. Los estudios realizados se han orientado en su mayoría a patógenos de origen fúngico causantes de podredumbres de raíz y daños vasculares (*Pythium*, *Phytophthora*, *Aphanomyces*, *Fusarium*, *Verticillium*, *Sclerotium*) (Calvet *et al.*, 1993; Hooker *et al.*, 1994; Azcón-Aguilar y Barea, 1996) y nematodos patógenos que causan agallas y lesiones en las raíces (*Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Radopholus*) (Pinochet *et al.*, 1996; Jaizme-Vega *et al.*, 1997; Jaizme-Vega y Pinochet, 1997; Calvet *et al.*, 2001). Son escasos los estudios sobre las micorrizas y las bacterias patógenas, aunque los pocos datos que existen muestran una protección micorrícica frente a *Erwinia carotovora* y *Pseudomonas syringae* en tomate (García-Garrido y Ocampo, 1988 y 1989). Con respecto a los virus la escasa bibliografía disponible señalar que las plantas micorrizadas registran una mayor incidencia de la

enfermedad, frente a las no micorrizadas aunque esto no se corresponde con un aumento de severidad. A pesar de los datos publicados, donde se muestra un efecto protector de la micorriza en diferentes hospedadores y frente a patógenos de diferente naturaleza, no se puede generalizar ni extrapolar esta información, ya que para cada caso existen una serie de factores cuya alteración no garantizaría el balance final. Esto es consecuencia, además, del conocimiento parcial de los mecanismos relacionados con el efecto protector de las micorrizas. En cualquier sistema complejo en el cual estudiásemos la interacción planta-hongo MA-microorganismos patógeno, hemos de considerar una serie de factores que contribuyen a la expresión final de control de los hongos MA sobre el patógeno, entre dichos factores están: tipo de aislado de hongo MA, virulencia y cantidad de inóculo del patógeno, planta hospedadora, sustrato de cultivo, condiciones ambientales.

En general, se acepta que solo una micorrización extensamente desarrollada y previa al ataque del patógeno, es capaz de incrementar la resistencia/tolerancia y compensar, por lo tanto, los daños causados a la planta (Cordier *et al.*, 1996 y Slezack *et al.*, 2000). Sin embargo, en otros trabajos donde se comparaba la efectividad de varios aislados de micorriza frente a un ataque de nematodos, no se encontró relación entre la extensión de la colonización y la protección (Pinochet *et al.*, 1996). En otros estudios realizados con plataneras micorrizadas y *Meloidogyne*, se comprobó que después de un largo periodo de convivencia en la raíz, la reproducción del nematodo se ve negativamente afectada, mientras la colonización micorrícica permanece inalterable (Jaizme-Vega *et al.*, 1997).

3. Mecanismos relacionados con la protección frente a patógenos

La protección que las micorrizas confieren a las plantas frente a un ataque de patógenos es probablemente punto de la interacción de varios mecanismos. Algunos de estos son:

Mejora de la nutrición y compensación de daños

Tanto un incremento en el estatus nutricional como un aumento en la biomasa radical pueden compensar los daños producidos por patógenos de suelo en los tejidos radicales, reduciendo por lo tanto, los síntomas. Este mecanismo puede explicar el éxito de la interacción platanera-*Glomus intraradices* y *Glomus* spp.-*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Jaizme-Vega *et al.*, 1998) sin descartar por ello la existencia de otros mecanismos específicos.

Competencia por productos de la fotosíntesis y lugares de colonización

Ambos microorganismos (simbiótico y patógeno) dependen de los fotosintatos para su desarrollo, por lo tanto, una situación de competencia puede ser la causa de una depresión del patógeno en plantas micorrizadas. En el caso concreto de los nematodos, se ha sugerido que necesitan nutrientes del hospedador para su reproducción y desarrollo (Smith, 1988). Hasta el momento, esta posibilidad tiene solo rango de hipótesis, ya que no se han registrado evidencias claras al respecto.

Sí que las hay en el supuesto de una competición por el nicho ecológico, ya que hay estudios (Cordier *et al.*, 1996 y 1998) en los que se comprueba la no-colonización por un patógeno de origen fúngico, de aquellas células en cuyo interior se hubiera desarrollado un arbusculo del hongo MA.

Cambios en la anatomía y arquitectura radical

Está comprobado que los hongos formadores de micorrizas producen cambios en la morfología y topología del sistema radical (Berta *et al.*, 1995) y que estas transformaciones son perceptibles en el caso concreto de la platanera, y consisten en una reducción de la longitud media de las raíces adventicias y un mayor número de raíces de primer y segundo orden, con el consecuente aumento de la ramificación (Jaizme-Vega *et al.*, 1995).

A nivel estrictamente morfológico, Dehne (1982) demostró un incremento en la lignificación de las células de la endodermis de raíces de tomate y pepino micorrizadas, admitiendo la posibilidad que dicha respuesta redujera el ataque de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*.

Cambios microbianos de la rizosfera

Una micorrización activa modifica los exudados radicales y el pH del suelo (Bago y Azcón-Aguilar, 1997). Como consecuencia se produce una selección de microorganismos rizosféricos en las raíces de las plantas micorrizadas (Linderman y Paulitz, 1990). Estos microorganismos pueden exhibir una actividad antagonista contra los patógenos de suelo, protegiendo indirectamente a la planta hospedadora (Filion *et al.*, 1999).

En estudios realizados en condiciones axénicas en ausencia de la raíz, se observó un efecto directo del hongo MA sobre el crecimiento de (St-Arnaud *et al.*, 1995).

Por otro lado, microorganismos rizosféricos tales como los hongos saprofitos antagonistas y las bacterias promotoras del crecimiento (PGPRs) con demostrado carácter antifúngico frente a hongos patógenos no ejercen efecto negativo, o incluso, estimulan el desarrollo de micelio y la colonización micorrícica (Calvet *et al.*, 1992; Barea *et al.*, 1998).

Cambios en los constituyentes químicos de los tejidos vegetales

Se han registrado cambios fisiológicos relacionados con la presencia de patógenos de suelo en raíces micorrizadas. Dehne *et al.*, (1978) demostró un incremento en las concentraciones de quitinasas y una acumulación de arginina en raíces supresoras de *Thielaviopsis*.

Más recientemente, Morandi *et al.*, (1984) relacionó un incremento de isoflavonoides con una determinada resistencia a nematodos en raíces de soja.

Los hongos MA producen elicitores capaces de inducir respuestas de defensa en las plantas, como lo demuestra la resistencia inducida por hongos MA en plantas no micotróficas o líneas mutantes incapaces de establecer la simbiosis (Gollote *et al.*, 1993).

La información más actual apunta hacia la obtención de un cierto nivel de bioprotección mediante la actuación previa de las respuestas defensivas de la planta.

Se han relacionado con esto ciertas enzimas quitinolíticas (Slezack *et al.*, 2000) y (3-1-3-glucanolíticas (Pozo *et al.*, 1999).

A pesar de estos avances, queda aún mucho por demostrar, ya que la mayoría de estas determinaciones han sido realizadas en condiciones axénicas.

4. Aplicaciones de las micorrizas en protección vegetal

Considerando que la mayoría de la información en este tema se ha obtenido bajo condiciones de laboratorio y experimentales, es necesario evaluar las posibilidades de incluir la tecnología de las micorrizas como una estrategia de control biológico en sistemas

de producción vegetal. Este propósito cuenta con la dificultad de que el número de variables a considerar, trabajando a escala comercial, desvirtúa totalmente los resultados previos.

Por lo tanto, creemos necesario generar una serie de informaciones en condiciones reales de cultivo, objetivo que se puede lograr mediante estudios de las relaciones “hongo MA-patógeno-cultivo-condiciones ambientales”. En este aspecto, no se dispone de mucha documentación (Azcón-Aguilar *et al.*, 2001), y serían necesarios trabajos coordinados entre patólogos y “micorrizólogos”.

En nuestro país hay varios grupos consolidados que están avanzando en investigaciones relativas al uso de las micorrizas en diferentes patosistemas. Los aspectos básicos de las interacciones hongos MA-patógenos se abordan en la Universidad de Navarra, donde estudian la combinación pimiento / *Verticillium dahliae* y en la Estación Experimental del Zaidín (CSIC de Granada), donde estudian los modelos sobre tomate / *Phytophthora parasitica* y olivo / *V. dahliae*. Enfoques más prácticos están a cargo de investigadores del IRTA (Cabrils), donde se ha hecho énfasis en portainjertos de frutales (melocotonero, manzano, peral, ciruelo...) / nematodos agalladores y lesionadores y hongos causantes de podredumbre blanca de raíz, *Rosellinia spp.* y *Armillaria spp.*, así como portainjertos de vid / *Armillaria mellea*. En Galicia, investigadores de la Universidad y el CSIC de Santiago, junto con la Estación Fitopatológica “Do Areeiro” (Pontevedra) han colaborado en estudios sobre la interacción de portainjertos de vid / *A. mellea*. En el ICIA, la investigación sobre micorrizas y patógenos se ha centrado en aquellas enfermedades de mayor interés para nuestra región sobre cultivos tropicales, subtropicales, hortícolas y vid. La platanera ha actuado como hospedador de la interacción de hongos MA con *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*, *Pratylenchus goodeyi* y *Meloidogyne spp.*. Otras asociaciones estudiadas son: papaya / *Meloidogyne incognita*, tomate / *Meloidogyne spp.* y vid (cepas locales) / *A. mellea*. Nuestros ensayos, en general, están dirigidos a evaluar los efectos protectores de la micorrización temprana, previa al ataque del patógeno, sobre el desarrollo del cultivo en condiciones muy cercanas a las empleadas en los sistemas de producción vegetal, estableciendo colaboraciones y convenios con empresas del sector.

La actual tendencia de la agricultura comercial a nivel mundial a limitar el empleo de productos químicos de síntesis para evitar el impacto ambiental que produce su uso intensivo, obliga a arbitrar alternativas de control basadas en estrategias sostenibles o respetuosas con el medio. Incluir el uso de microorganismos benéficos de la rizosfera, entre los cuales la micorriza es protagonista, así como de otras prácticas alternativas complementarias (solarización, enmiendas orgánicas...), es una opción más que viable en la nueva agricultura.

Nuestra visión de esta disciplina nos permite concluir subrayando la necesidad de una investigación más exhaustiva, tanto en los mecanismos de acción como en el desarrollo de tecnologías para la aplicación de inóculos eficientes, adaptados a partir de las características específicas de cada ecosistema agrario.

5. Referencias bibliográficas

AZCÓN-AGUILAR, C. y BAREA, J.M. 1996. Arbuscular mycorrhizas and biological control of soil-borne plant pathogens. An overview of the mechanisms involved. *Mycorrhiza*. 6: 457-464.

AZCÓN-AGUILAR, C., JAIZME-VEGA, M.C. y CALVET, C. 2001. The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi to the biological control of soilborne plant pathogens. *En: "Mycorrhiza technology: From Genes to Bioproducts-Achievements and Hurdles in Arbuscular Mycorrhizal Research"*. Ed: Hannes Schüepp. Life Sciences Editorial Department, Birkhäuser Verlag AG, Basel, Switzerland. pp. 187-197.

BAGO, B. y AZCÓN-AGUILAR, C. 1997. Changes in the rhizospheric pH induced by arbuscular mycorrhiza formation in onion (*Allium cepa* L.). *Z Pflanzenernähr Bodenk.* 160: 333-339.

BAREA, J.M., AZCÓN-AGUILAR, C. y AZCÓN, R. 1997. Interactions between mycorrhizal fungi and rhizosphere microorganisms within the context of sustainable soil-plant systems. In: Gange AC, Brown VK (eds) *Multitrophic interactions in terrestrial systems*. Blackwell Science, Oxford, pp. 65-77.

BAREA, J.M., ANDRADE, G., BIANCIOTTO, V., DOWLING, D., LOHRKE, S., BONFANTE, P., O'GARA, F. y AZCÓN-AGUILAR, C. 1998. Impact on arbuscular mycorrhiza formation of *Pseudomonas* strains used as inoculants for the biocontrol of soil-borne plant fungal pathogens. *Applied Environmental Microbiology.* 64: 2304-2307.

BERTA, G., TROTTA, A., FUSCONI, A., HOOKER, J.E., MUNRO, M., ATKINSON, D., GIOVANNETTI, M., MORINI, S., FORTUNA, P., TISSERANT, B., GIANINAZZI-PEARSON, V. y GIANINAZZI, S. 1995. Arbuscular mycorrhizal induced changes to plant growth and root system morphology in *Prunus cerasifera*. *Tree Physiology.* 15: 281-293.

CALVET, C., BAREA J. M. y PERA J. 1992. In vitro interactions between the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* and some saprophytic fungi isolated from organic substrates. *Soil Biology and Biochemistry.* 24: 775-780.

CALVET, C., PERA J. Y BAREA J. M 1993. Growth response of marigold (*Tagetes erecta* L.) to inoculation with *Glomus mosseae*, *Trichodrema aureoviride* and *Pythium ultimum* in a peat-perlite mixture. *Plant and Soil.* 148:1-6.

CALVET, C., PINOCHET, J., HERNÁNDEZ-DORREGO, A., ESTAÚN, V. y CAMPRUBÍ, A. 2001. Field microplot performance of the peach-almond hybrid GF-677 after inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi in a replant soil infested with root-knot nematodes. *Mycorrhiza.* 10:285-300.

CORDIER, C., GIANINAZZI, S. y GIANINAZZI-PEARSON, V. 1996. Colonisation patterns of root tissues by *Phytophthora nicotianae* var *parasitica* related to reduced disease in mycorrhizal tomato. *Plant Soil.* 185: 223-232.

CORDIER, C., POZO, M.J., BAREA, J.M., GIANINAZZI, S. y GIANINAZZI-PEARSON, V. 1998. Cell defense responses associated with localized and systemic resistance to *Phytophthora parasitica* induced in tomato by an arbuscular-mycorrhizal fungus. *Molecular Plant-Microbe Interaction.* 11:1017-1028.

DEHNE, H.W., SCHONBECK, F. y BALTRUSCHAT, H. 1978. Untersuchungen zum Einfluss der endotrophen Mycorrhiza auf Pflanzenkrankheiten. 3. Chitinase-aktivitat und Ornithinzyklus. (The influence of endotrophic mycorrhiza on plant diseases. 3. Chitinase-activity and ornithine-cycle). Z. Pflanzenernähr Bodenk. 85: 666-678.

DEHNE, H. W. 1982. Interactions between vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and plant pathogens. Phytopathology. 72:1115-1119.

FILION, M., ST-ARNAUD, M. y FORTIN, J.A. 1999. Direct interaction between the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* and different rhizosphere microorganisms. New Phytologist .141:525-533.

GARCÍA-GARRIDO, J.M. y OCAMPO, J.A. 1988. Interaction between *Glomus mosseae* and *Erwinia carotovora* and its effects on the growth of tomato plants. New Phytologist. 110:551-555.

GARCÍA-GARRIDO, J.M. y OCAMPO, J.A. 1989. Effect of VA mycorrhizal infection of tomato on damage caused by *Pseudomonas syringae*. Soil Biology and Biochemistry. 21:165-167.

GOLLOTTE, A., GIANINAZZI-PEARSON, V., GIOVANNETTI, M., SBRANA, C., AVIO, L. y GIANINAZZI, S. 1993. Cellular localization and cytochemical probing of resistance reactions to arbuscular mycorrhizal fungi in a 'locus A' myc- mutant of *Pisum sativum* L. Planta 191:112-122.

HOOKE, J.E., JAIZME-VEGA, M.C. y ATKINSON, D. 1994. Biocontrol of plant pathogens using arbuscular mycorrhizal fungi. In Gianinazzi S, Schüepp H (eds) Impact of Arbuscular Mycorrhizas on Sustainable Agriculture and Natural Ecosystems. ALS, Birkhäuser Verlag, Basel, pp. 191-200.

JAIZME-VEGA, M.C., BERTA, G. y GIANINAZZI, S. 1995. Effect of *Glomus intraradices* on root system morphology of micropropagated banana plants. COST Meeting, Dijon. 17-18 February.

JAIZME-VEGA, M.C. y PINOCHET, J. 1997. Growth response of banana to three mycorrhizal fungi in *Pratylenchus goodeyi* infested soil. Nematropica. 27:69-76.

JAIZME-VEGA, M.C., TENOURY, P., PINOCHET, J. y JAUMOT, M. 1997. Interactions between the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* and *Glomus mosseae* in banana. Plant and Soil. 196: 27-35.

JAIZME-VEGA, M.C., SOSA HERNANDEZ, B. y HERNANDEZ HERNANDEZ, J.M. 1998. Interaction of arbuscular mycorrhizal fungi and the soil pathogen *Fusarium oxysporum f.sp. cubense* on the first stages of micropropagated Grande Naine banana. Acta Horticulturae N° 490 Proceeding of the First International Symposium on Banana in the Subtropics. Ed. V. Galán Saucó, ISHS: 285-295.

LINDERMAN, R.G. y PAULITZ, T.C. 1990. Mycorrhizal-rhizobacterial interactions In: Hornby D, Cook RJ, Henis Y, Ko WH, Rovira AD, Schippers B, Scott PR (eds) Biological control of soil-borne plant pathogens. Wallingford, UK, CAB International, pp 261-283.

MORANDI, D. BAILEY J. y GIANNINAZZI-PEARSON, V. 1984. Isoflavonoid accumulation in soybean roots infected with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Physiology and Plant Pathology*. 24: 357-364.

PINOCHET, J., CALVET, C., CAMPRUBI, A. y FERNANDEZ, C. 1996. Interactions between migratory endoparasitic nematodes and arbuscular mycorrhizal fungi in perennial crops: A review. *Plant and Soil*. 185:183-190.

POZO, M.J., AZCON-AGUILAR, C., DUMAS-GAUDOT, E. y BAREA, J.M. 1999. β -1,3-glucanase activities in tomato roots inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi and/or *Phytophthora parasitica* and their possible involvement in bioprotection. *Plant Science*. 141:149-157.

SLEZACK, S., DUMAS-GAUDOT, E., PAYNOT, M. y GIANINAZZI, S. 2000. Is a fully established arbuscular mycorrhizal symbiosis required for bioprotection of *Pisum sativum* roots against *Aphanomyces euteiches*? *Molecular Plant Microbiology Interaction*. 13: 238-241.

SMITH, J.S. 1988. The role of phosphorus nutrition in interactions of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi with soilborne nematodes and fungi. *Phytopathology*. 78: 371-374.

ST-ARNAUD, M., HAMEL, C., VIMARD, B., CARON, M. y FORTIN J.A. 1995. Altered growth of *Fusarium oxysporum* f. sp. *chrysanthemi* in an *in vitro* dual culture system with the vesicular arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* growing on *Daucus carota* transformed roots. *Mycorrhiza*. 5: 431-438.