

# El Grupo Microbiología de Plantas en el 75 Aniversario de la SEM

## GRUPO MIP-SEM

 <https://www.semicrobiologia.org/grupos-especializados/microbiologia-de-plantas>

En el año en el que celebramos el 75 aniversario de la SEM, el grupo Microbiología de Plantas quiere contribuir revisando brevemente su corta historia y mostrando los intereses y las líneas de investigación de sus miembros. Para ello, los grupos de investigación han contribuido con la información necesaria que nos ha permitido crear una imagen completa del grupo especializado.

## La creación del grupo

Hacia finales de siglo, había en España un buen número de grupos trabajando en diversos aspectos de las interacciones entre plantas y microorganismos, y con diferentes sistemas y aproximaciones de investigación. Aunque muchos de nosotros nos conocíamos y manteníamos un cierto contacto, presentábamos nuestros trabajos en distintos ámbitos científicos y raramente coincidíamos en los congresos. En esta época, además, empezaron a evidenciarse tanto la complejidad como la existencia de similitudes funcionales y genéticas de las interacciones entre plantas y microorganismos, ya fueran patóge-

nos o no. Siendo un momento propicio, la idea de impulsar un foro común en el que pudieran encontrarse los investigadores trabajando en interacciones planta-microorganismos nació en Málaga, gracias a la colaboración entre Antonio de Vicente (Universidad de Málaga) y Jesús Murillo (Universidad Pública de Navarra). Juan José Borrego, compañero de Antonio en la Universidad de Málaga, propuso entonces organizarlo como un Grupo Especializado de la Sociedad Española de Microbiología, lo que nos brindaba la infraestructura y la experiencia que necesitábamos para esta aventura. Una vez conformada esta idea, se buscó el apoyo y la masa crítica para ponerla en marcha. Los grupos dirigidos por María M. López (IVIA, Valencia), Emilio Montesinos (Instituto de Tecnología Agroalimentaria-CeRTA, Universidad de Gerona), Pablo Rodríguez-Palenzuela y Emilia López Solanilla (ETS de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid) y Cayo Ramos (Área de Genética, Universidad de Málaga) recibieron con mucho entusiasmo la propuesta, y con ellos se conformó el núcleo original del Grupo. El 1 de marzo de 2002, Juan José Borrego presentó la inicia-

tiva en una reunión de la Junta Directiva de la SEM y el 9 de marzo de ese año, Antonio de Vicente y Jesús Murillo dirigieron una carta al entonces Presidente de la SEM, Carlos Hardisson, solicitando formalmente la creación del grupo y proponiendo una Junta Gestora. El 7 de mayo de 2002, la Secretaria Científica de la SEM nos comunicó que quedaban formalizados los trámites administrativos y aprobada la primera fase de constitución del Grupo. Sin embargo, todavía faltaba reunir al menos los 30 socios del Grupo, todos socios de la SEM, requeridos por los Estatutos para poder aprobar su constitución. Finalmente, en noviembre de 2002 nació formalmente el Grupo de Microbiología de Plantas, el MiP.

La primera Junta Directiva se eligió en la primera reunión del Grupo (MiP'05) celebrada en 2005 en Cercedilla (Madrid), y sus miembros se han ido renovando cada dos años, como marcan los Estatutos de la SEM. El grupo se ha reunido cada dos años desde la I Reunión en Cercedilla, celebrándose la última reunión el pasado mes de marzo (IX Reunión), aunque de forma virtual debido a la pandemia (Tabla 1).

**TABLA 1.**  
**REUNIONES BIENALES ORGANIZADAS POR EL GRUPO ESPECIALIZADO MICROBIOLOGÍA DE PLANTAS<sup>1</sup>**

Reunión	Fechas	Sede
MiP'05	6-8 junio, 2005	Residencia Lucas Olazábal, Cercedilla (Madrid)
MiP'07	7-9 marzo, 2007	Hotel Alay, Benalmádena (Málaga)
MiP'09	18-20 febrero, 2009	Estación Experimental del Zaidín (Granada)
MiP'11	16-20 febrero, 2011	Hotel Oumnia, Tánger (Marruecos)
MiP'13	10-12 abril, 2013	Parque Científico y Tecnológico, Universidad de Gerona, Gerona
MiP'15	11-13 marzo, 2015	Residencia La Cristalera, Miraflores de la Sierra (Madrid)
MiP'17	8-10 mayo, 2017	Salamanca
MiP'19	23-25 enero, 2019	Antigua Universidad de Osuna (Osuna)
MiP'21 <sup>2</sup>	16-17 febrero, 2021	Videoconferencia <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Los resúmenes y programa de las reuniones pueden encontrarse en la página web del grupo (<https://www.semicrobiologia.org/grupos-especializados/microbiologia-de-plantas>)

<sup>2</sup> *In memoriam*, Tomás Ruiz-Argüeso, que falleció el 21 de marzo de 2020 afectado de covid-19

<sup>3</sup> La reunión se organizó por videoconferencia debido a la pandemia de covid-19



Figura 1. Grupo MiP en su I Reunión celebrada en Cercedilla (Madrid) en 2005.

## Los componentes del grupo y su investigación

Los equipos de investigación que forman parte del grupo especializado desarrollan su actividad en diversos aspectos relacio-

nados con la Microbiología de plantas, que en su conjunto suponen una aproximación completa a los temas más relevantes que afectan a la interacción de los microorganismos, tanto bacterias como hongos, con sus plantas huésped.



Los intereses del grupo pueden clasificarse en las siguientes áreas, en las que hemos agrupado los distintos equipos de investigación, a pesar de que alguno de ellos puede integrarse en más de un área:

- ▶ Mecanismos de patogenicidad y colonización.
- ▶ Control, epidemiología, diagnóstico y manejo integrado de enfermedades de plantas.
- ▶ Interacciones beneficiosas.
- ▶ Microbiota asociada a plantas.



Figura 2. Grupo MiP en una de las sesiones científicas de la VI reunión celebrada en Salamanca en 2017.

## Mecanismos de patogenicidad y colonización

### › “Genética molecular de la interacción planta-bacteria”

Universidad de Málaga. Instituto de Hortofruticultura Subtropical y Mediterránea (IHSM-UMA-CSIC); Málaga

**Cayo Ramos, Luis Rodríguez Moreno**

La línea de investigación llevada a cabo en el grupo se dirige a la identificación y caracterización de los factores genéticos que determinan la patogenicidad, virulencia y especificidad de huésped en bacterias patógenas de plantas leñosas, utilizando como modelo cepas de *Pseudomonas savastanoi* patógenas de olivo (pv. savastanoi), adelfa (pv. nerii), fresno (pv. fraxini), retama (pv. retacarpa) y dipladenia (pv. mandevillae). El objetivo final es conseguir una mayor comprensión de los mecanismos celulares y moleculares que intervienen en el desarrollo y prevención de las enfermedades vegetales con el fin de desarrollar estrategias de control para la prevención de enfermedades que afectan a estos cultivos. Para ello, el grupo utiliza distintos enfoques y aproximaciones metodológicas como la microbiología, fitopatología, genética molecular, genómica y bioinformática (<https://www.ihsm.uma-csic.es/investigadores/26>; <https://www.ihsm.uma-csic.es/investigadores/338>)

### › “Protección de cultivos – Fitobacteriología”

Institute for Multidisciplinary Research in Applied Biology. Universidad Pública de Navarra, Pamplona

**Jesús Murillo**

El grupo trabaja en el campo de las interacciones entre plantas y bacterias patógenas, fundamentalmente con bacterias del complejo taxonómico *Pseudomonas syringae* sensu lato. La investigación se desarrolla en coordinación con el grupo de Cayo Ramos (Universidad de Málaga) y se centra en la identificación y caracterización de determinantes de virulencia y de los mecanismos moleculares que definen el espectro de huésped en bacterias patógenas de herbáceas, utilizando como

modelo el agente causal de la grasa de la judía *Pseudomonas amygdali* (*P. syringae*) pv. phaseolicola. Asimismo, el grupo tiene interés en la biología y genética de los elementos genéticos móviles de *P. syringae*, con el fin de estudiar cómo participan en la adaptación al medio y la evolución de la virulencia de esta bacteria (<https://www.unavarra.es/pdi?uid=438>).

### › “Bacteriología”

Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Madrid

**Jaime Cubero Dabrio**

El grupo de Bacteriología del departamento de Protección Vegetal del INIA/CSIC tiene dos líneas principales de investigación que persiguen como objetivo final un control más eficaz de bacterias que causan enfermedades en los cultivos. El grupo está especializado en el género *Xanthomonas*, aunque también trabaja con ‘*Candidatus Liberibacter*’ y las enfermedades o desórdenes que produce.

La primera línea de investigación va dirigida al desarrollo de métodos de detección y caracterización de bacterias fitopatógenas mediante técnicas de amplificación de ácidos nucleicos en sus diferentes modalidades y el análisis parcial o total del genoma de las mismas. La segunda línea de investigación está centrada en la interacción de las bacterias con su huésped, y en el estudio de los diferentes mecanismos implicados en la infección, atendiendo especialmente a procesos como la formación de biopelículas, el movimiento de las bacterias y su respuesta a estímulos ambientales. Estos estudios combinan análisis genómicos, de expresión génica y diversos análisis fenotípicos y de microscopía.

### › “Type III Secretion Lab”

Departamento de Interacción Planta-Microorganismo-Insecto. Instituto de Hortofruticultura Subtropical y Mediterránea. Universidad de Málaga. (IHSM-UMA-CSIC), Málaga

**Carmen R. Beuzón, Javier Ruiz-Albert**

La investigación del grupo se centra en la interacción molecular entre la planta y la bacteria fitopatógena *Pseudomonas syringae*, modelo de estudio por su relevancia

académica y económica, y usando como patosistemas experimentales *P. syringae* pv. tomato/ Arabidopsis y *P. syringae* pv. phaseolicola/ judía. El eje central de esta investigación lo constituye el sistema de secreción tipo III y sus efectores, del que se estudia desde la regulación de su expresión, con énfasis en el papel de ésta en la generación de subpoblaciones funcionalmente diferentes en poblaciones del patógeno, a su caracterización funcional, incluyendo los mecanismos moleculares por los que los efectores suprimen las defensas de la planta (PTI, ETI, SAR), el efecto sobre sus dianas eucariotas e impacto sobre los procesos en los que estas participan, y la cooperación entre efectores. Recientemente, el grupo está aplicando el conocimiento generado para caracterizar los mecanismos por los cuales el patógeno humano *Salmonella enterica* coloniza tomate (<https://www.ihsm.uma-csic.es/investigadores/16>; <https://www.ihsm.uma-csic.es/investigadores/28>).

### › “Microbiología del aguacate y el mango”

Universidad de Málaga. Instituto de Hortofruticultura Subtropical y Mediterránea (IHSM-UMA-CSIC), Málaga

**Francisco Cazorla, Antonio de Vicente**

Se abordan objetivos sobre la biología y control de microorganismos patógenos, así como las interacciones con microorganismos beneficiosos presentes en cultivos de mango y aguacate. Se incluyen los estudios relacionados con hongos que producen podredumbres postcosecha en frutos de mango y aguacate, el efecto del cobre sobre el patógeno foliar de mango *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, la etiología y control de la muerte regresiva de ramas de aguacate (producida por hongos de la familia Botryosphaeriaceae), la interacción del hongo patógeno *Rosellinia necatrix* en raíz de aguacate, y su control mediante bacterias beneficiosas, entre las que destacan cepas de *Pseudomonas chlororaphis* productoras de compuestos antifúngicos, así como su uso como modelo de comunidad microbiana sintética para el estudio de las interacciones rizosféricas. Finalmente, se analiza la biodiversidad de microorganismos asociados a suelo y rizosfera de distintos cultivos en base a distintos aspectos, como el manejo o la variedad vegetal (<https://www.ihsm.uma-csic.es/investigadores/19>).

### ➤ “Bacterial plant pathogens and plant cell death”

Universitat de Barcelona, Centre de Recerca en Agrigenòmica (CRAG), Barcelona

Marc Valls, Núria Sánchez Coll

El grupo está interesado en comprender los mecanismos moleculares que controlan la interacción entre las bacterias patógenas y las plantas para desarrollar nuevas estrategias de control de enfermedades de los cultivos. El grupo usa como modelos de estudio *Ralstonia solanacearum*, patógeno que causa la marchitez bacteriana sobre más de 200 especies de plantas y la bacteria fitopatógena modelo *Pseudomonas syringae*. Las líneas de investigación son: i) Genes de virulencia de *R. solanacearum*. Estudiamos su regulación y su función en la planta usando aproximaciones genómicas, para discernir las actividades esenciales para la infección, ii) Mecanismos moleculares de defensa vegetal frente a *R. solanacearum*. Caracterizamos las barreras fisicoquímicas y las proteasas presentes en plantas de tomate resistentes a la enfermedad, iii) Mecanismos que regulan la respuesta hipersensible en las plantas. En particular, estudiamos el papel de la metacaspasa AtMC1 como proteasa de muerte celular y regulador de la homeostasis (<http://www.ub.edu/bactplantdiseases/>).

### ➤ “Bacterias Fitopatógenas”

Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas (CBGP), Universidad Politécnica de Madrid (UPM)-Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), Madrid

Emilia López Solanilla, José Juan Rodríguez Herva

El grupo está interesado en el estudio de las primeras etapas de la interacción de las bacterias fitopatógenas con sus plantas hospedadoras, concretamente en los estadios iniciales de adaptación y entrada a la planta. Parte de la investigación se centra en el análisis de los mecanismos moleculares de percepción de señales lumínicas ambientales por parte del fitopatógeno *Pseudomonas syringae* pv. tomato, que dicha bacteria utiliza para optimizar su capacidad de colonización y virulencia. Por otro lado, usando además como modelo la bacteria fitopatógena *Dickeya dadantii* también analizamos los mecanismos

de quimiopercepción de ambas especies durante su etapa epífita. El grupo trabaja en la caracterización del perfil de unión a ligando de los quimiorreceptores bacterianos, en el estudio de las posibles vías de transducción de señal subyacentes y en el análisis de la función de la quimiopercepción en el estadio epífita. El objetivo último es aprovechar el conocimiento generado para diseñar estrategias de interferencia del proceso de entrada para la lucha contra enfermedades bacterianas en plantas (<http://www.cbgp.upm.es/index.php/es/informacion-cientifica/interaccion-de-las-plantas-con-el-medio-ipm/phytopathogenic-bacteria>).

### ➤ “Laboratorio de Hongos Patógenos de Postcosecha y Alterantes de Alimentos”

Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA-CSIC), Valencia

Luis González Candelas, Ana-Rosa Ballester

Los frutos cítricos y los de pepita constituyen los principales cultivos de fruta para consumo en fresco en España. Una de las principales causas de pérdidas de los frutos durante la postcosecha son las infecciones causadas por microorganismos patógenos de origen fúngico. La línea de trabajo pretende profundizar en el conocimiento de los mecanismos de virulencia y especificidad de estos patógenos fúngicos, especialmente *Penicillium digitatum*, *P. italicum* y *P. expansum*, ya que este conocimiento constituye un paso muy importante para dirigir la búsqueda de nuevos tratamientos de control alternativos a los fungicidas usados actualmente. Además, también estamos interesados en otros hongos de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* productores de micotoxinas, especialmente en los hongos *A. carbonarius* y *P. expansum*, productores de ocratoxina A y patulina, respectivamente (<https://www.iata.csic.es/es/personal/luis-gonzalez-candelas>; <https://www.iata.csic.es/es/personal/ana-rosa-ballester-frutos>; <http://w1.iata.csic.es/penipato/>).

### ➤ “UCO Fusarium Lab”

Universidad de Córdoba, Córdoba

Antonio Di Pietro, Carmen Ruiz Roldán, Manuel Sánchez López-Berges.

Una característica distintiva de los patógenos fúngicos es la capacidad de reprogramar su crecimiento y metabolismo

durante la interacción con el huésped. El proceso de infección se caracteriza por respuestas rápidas a nivel de la señalización celular y de la expresión génica, así como por cambios en la estructura del genoma. Comprender la base molecular de esta plasticidad celular y genética es fundamental para controlar las enfermedades fúngicas.

El laboratorio combina estudios a nivel genético y de biología celular con estudios de evolución experimental y fenotipado a gran escala para estudiar la adaptación al huésped en *Fusarium oxysporum*. Este hongo, que habita el suelo, es el causante de la marchitez vascular en más de cien cultivos diferentes, así como de infecciones potencialmente mortales en humanos inmunodeprimidos. El objetivo es identificar los mecanismos clave que son de relevancia general para la patogenicidad fúngica que potencialmente puedan considerarse como dianas para el control antifúngico (<http://www.uco.es/FusariumLab>).

## Control, epidemiología, diagnóstico y manejo integrado de enfermedades de plantas

### ➤ “Bacteriología de Plantas: aplicaciones biotecnológicas, BACPLANT (GIUV2015-219)”

Departamento de Microbiología y Ecología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universitat de València, Valencia

Elena González Biosca

La actividad investigadora del grupo se ocupa del estudio de las bacterias asociadas a plantas y sus aplicaciones biotecnológicas. Se centra en las interacciones planta-bacteria que pueden ser tanto beneficiosas como perjudiciales. En el primer caso, en el aislamiento y caracterización de microorganismos con actividad antagonista o lítica frente a patógenos bacterianos de plantas. En el segundo caso, en el diagnóstico, la caracterización y el estudio de la biología de importantes bacterias fitopatógenas como *Erwinia amylovora*, *Ralstonia solanacearum* y *Xylella fastidiosa*. El grupo también cuenta con amplia experiencia en el estudio de bacteriófagos líticos con actividad frente a algunos de estos fitopatógenos, lo que

ha llevado al desarrollo de una tecnología innovadora y a la obtención de una patente (ES2592352B2) con extensión a Estados Unidos (US10508266B2) y Europa (EP3305892B1) sobre el uso de bacteriófagos líticos para la prevención y/o control de enfermedades bacterianas de plantas ([www.uv.es/bp](http://www.uv.es/bp)).

### ➤ “Protección y manejo integrado de enfermedades bacterianas y fúngicas en cultivos leñosos (frutales, viña, olivo y cítricos)”

Patología Vegetal-Centro de Innovación y Desarrollo en Sanidad Vegetal (CIDSAV). Instituto de Tecnología Agroalimentaria. Universitat de Girona, Girona

**Emilio Montesinos, Anna Bonaterra, Isidre Lorente, Concepció Moragrega, Jesús Francés**

El campo de investigación del grupo se circunscribe en la epidemiología y manejo integrado de enfermedades emergentes (decaimiento y seca causados por *Xylella fastidiosa*) y reemergentes (fuego bacteriano, cancrisis y necrosis bacteriana). Concretamente, las líneas de investigación están orientadas al desarrollo de nuevas herramientas innovadoras y sostenibles para el manejo integrado de enfermedades emergentes de las plantas. Más concretamente, estas estrategias están basadas en: (i) el desarrollo, evaluación y validación de modelos de predicción de riesgo de infección, y guiado de los momentos idóneos de aplicación de tratamientos, y (ii) el desarrollo y aplicación de nuevos bioplaguicidas de baja toxicidad basados en microorganismos y péptidos funcionales (antimicrobianos y elicitores de defensas). Así como la implementación de plataformas de producción de péptidos (síntesis y biofactorías) y microorganismos bioplaguicidas.

### ➤ “Fitopatología de sistemas agrícolas sostenibles”. Instituto de Agricultura Sostenible

Departamento de Protección de Cultivos, Córdoba

**Blanca B. Landa del Castillo**

El objetivo del grupo es evitar o reducir los perjuicios económicos y medioambientales ocasionados por enfermedades causadas

por organismos fitopatógenos (bacterias, hongos, nematodos y oomicetos) mediante estrategias de manejo integrado innovadoras y respetuosas con el medioambiente, que aseguren el uso eficiente de los recursos de los sistemas agrícolas mediterráneos y el rendimiento, calidad y salubridad de sus producciones. Las investigaciones del grupo tienen un enfoque multidisciplinar que incluye el estudio de las interacciones planta-organismo, biogeografía, etiología y diagnóstico, taxonomía, diversidad genética, microbioma del suelo y planta, desarrollo de técnicas de manejo integrado de enfermedades, y estructura de poblaciones de organismos patógenos y beneficiosos, con un especial énfasis en enfermedades emergentes y de cuarentena. Todo ello es llevado a cabo mediante metodologías clásicas y de última generación en los campos de epidemiología cuantitativa, modelización, biología y ecología microbiana, teledetección, fenómica y genómica entre otros (<https://www.ias.csic.es/proteccion-de-cultivos/fitopatologia-de-sistemas-agricolas-sostenibles/>).

### ➤ “Detección, diagnóstico, epidemiología y control de enfermedades bacterianas”

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Valencia

**Ester Marco Noales**

El trabajo del grupo se centra en el estudio de bacterias fitopatógenas. Por un lado, en la investigación en las líneas que se describirán a continuación y, por otro, en un servicio para el Ministerio de Agricultura como Laboratorio Nacional de Referencia de Bacterias Fitopatógenas, que se retroalimenta con nuestra investigación. El grupo trabaja en tres líneas horizontales: optimización de la detección y el diagnóstico; supervivencia y biología de las bacterias patógenas y su influencia en aspectos epidemiológicos; y estrategias de control de las enfermedades. Estas líneas, abordadas con diversas aproximaciones para obtener una visión lo más integrada posible, atraviesan uno o varios de los siguientes patosistemas: *Erwinia amylovora* y el fuego bacteriano; las especies de ‘*Candidatus Liberibacter*’ asociadas al HLB de los cítricos y a los desórdenes vegetativos de apiáceas y solanáceas; y *Xylella fastidiosa* y las patologías que causa. El grupo también estudia enfermedades de etiología desconocida, como el chancro espumoso del almendro.

### ➤ “Grupo de Fitopatología FITOLAB”

Grupo de investigación Protección de Cultivos de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT). Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica (ETSIA-UPCT), Cartagena

**Juan Antonio Martínez López**

El grupo trabaja en diagnóstico fitosanitario y en patología poscosecha. Investiga sobre microorganismos antagonistas de hongos fitopatógenos y es sede de la colección de microorganismos MAPYS (Microorganismos de la Agricultura, Poscosecha y Sostenibilidad), asociada a la Red Española de Microorganismos (REDESMI - MicroBioSpain), gestionada por la Colección Española de Cultivos Tipo (CECT). Ofrece su servicio de diagnóstico a empresas hortofrutícolas con las que colabora para la resolución de problemas de incidencia de fisiopatías y enfermedades que aparecen durante la cosecha, almacenamiento de frutas y hortalizas, así como durante la comercialización. Las líneas de investigación se estructuran en los siguientes puntos: i) caracterización del patosistema de centrales hortofrutícolas y conservación de aislados en MAPYS, ii) eficacia de nuevos métodos de control físico y químico sobre aislados fúngicos fitopatógenos obtenidos en la línea anterior, iii) detección y eficacia de nuevos microorganismos antagonistas obtenidos de la microbiota de las plantas (<https://personas.upct.es/perfil/juanantonio.martinez>).

### ➤ “Fitopatología y Control Biológico”

Instituto Hispano-Luso de Investigaciones Agrarias (CIALE). Universidad de Salamanca, Salamanca

**Rosa Hermosa, Enrique Monte**

El grupo trabaja con *Trichoderma* en el control biológico de enfermedades de interés agrícola y en el diálogo molecular de este hongo con la planta. Se estudian los mecanismos por los que cepas de *Trichoderma* ejercen su acción beneficiosa sobre los cultivos (tomate, trigo, olivo, colza y la planta modelo *Arabidopsis*), ya sea en forma de inducción de la defensa sistémica, la promoción del crecimiento o la atenuación de los daños causados por estreses ambientales. Son líneas de investigación del grupo: i) *Trichoderma* y la tolerancia de las plantas a la sequía, ii) microencapsulación de esporas y

nanopartículas biogénicas con filtrados de *Trichoderma*, iii) metagenómica aplicada al conocimiento de los rizobios de plantas cultivadas tratadas con *Trichoderma*, iv) el papel de *Trichoderma* en la transmisión de micovirus, y v) huellas epigenéticas y defensa transgeneracional de la planta asociadas a *Trichoderma* (<https://ciale.usal.es/grupos-de-investigacion/grupo.aspx?id=9>).

### ➤ “Diseño racional de fitosanitarios”

Universidad de Málaga. Instituto de Hortofruticultura Subtropical y Mediterránea (IHSM-UMA-CSIC), Málaga

**Alejandro Pérez García, Dolores Fernández Ortuño, Antonio de Vicente**

Enfermedades como el oídio de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii*) o la botritis (*Botrytis cinerea*) son una gran amenaza para la producción de hortalizas a nivel mundial. El uso de fungicidas es fundamental para su control; sin embargo, estos compuestos están bajo presión debido a la rápida aparición de resistencias por parte de estos patógenos. Considerando que la diversidad de materias disponibles para los agricultores estará cada vez más restringida (Pacto Verde Europeo), es imprescindible desarrollar nuevas herramientas de fitoprotección que sean compatibles con un entorno agrícola cada vez más sostenible. El grupo de investigación pretende identificar proteínas esenciales para el desarrollo y/o patogenicidad de estos hongos y diseñar nuevas moléculas con acción fungicida (antifúngicos, aptámeros, dsRNA). De esta manera se espera poder sentar las bases para el desarrollo de nuevos fitosanitarios e incrementar el número de herramientas disponibles para el control integrado de estas y otras enfermedades de origen fúngico (<https://www.ihsm.uma-csic.es/investigadores/24>).

### Interacciones beneficiosas

#### ➤ “Asociaciones de bacterias simbióticas con plantas”

Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas (CBGP, UPM-INIA). Universidad Politécnica de Madrid (UPM) - Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), Madrid

**José Manuel Palacios Alberti**

El grupo estudia caracteres rizobianos implicados en el establecimiento y funcio-

namiento de la simbiosis con leguminosas. Investigamos genes que se expresan diferencialmente dependiendo de la planta hospedadora (hidrogenasa, proteínas de ajuste metabólico, y proteínas de respuesta a estrés, entre otras) como mecanismos de adaptación de los rizobios al ambiente de la leguminosa. También es interés del grupo el estudio del papel de sistemas de secreción en la simbiosis y en la rizosfera, principalmente los sistemas de tipo III y tipo VI, este último poco conocido en rizobios. Respecto a la leguminosa hospedadora, estudiamos el perfil de péptidos antimicrobianos NCR producidos por diferentes plantas hospedadoras y exportados a los bacteroides del nódulo. En colaboración con el Dr. Juan Imperial y con grupos de investigación de Argelia y Túnez estamos caracterizando nuevos rizobios asociados a leguminosas de la tribu Genisteeae como altramuces y retamas de gran valor alimentario y ecológico (<http://www.cbgp.upm.es/index.php/es/informacion-cientifica/interaccion-de-las-plantas-con-el-medio-ipm/interactions-symb>).

#### ➤ “Grupos PAIDI de la Junta de Andalucía, AGR-162 y BIO-169”

Departamento de Microbiología de la Facultad de Biología de la Universidad de Sevilla, Sevilla

**José María Vinardell González, Francisco Javier López Baena, Carlos Medina Morillas, Patricia Bernal Guzmán**

El grupo de investigación estudia diversas rizobacterias que promueven el crecimiento de plantas de interés agrícola mediante biofertilización, bioestimulación y/o biocontrol. Principalmente investigamos las señales moleculares que rigen la interacción simbiótica fijadora de N<sub>2</sub> atmosférico establecida entre rizobios y leguminosas (factores de nodulación, polisacáridos de superficie y efectores del sistema de secreción de tipo III o T3SS) y los mecanismos utilizados por bacterias para controlar el crecimiento, la colonización o la infección de bacterias fitopatógenas en cultivos de interés agrícola. El grupo se centra especialmente en aquellos agentes de biocontrol que usan para ello el sistema de secreción de tipo VI o T6SS. Se utilizan los modelos: a) *Sinorhizobium fredii*-soja, b) *Rhizobium tropici*-judía, c) *Sinorhizobium meliloti*-alfalfa, y d) *Pseudomonas putida*-fitopatógenos. El objetivo es generar conocimiento que contribuya a una

agricultura sostenible y a su adaptación a ambientes adversos, con el fin de generar alternativas y así evitar, o al menos disminuir, el uso de fertilizantes y pesticidas químicos (AGR-162: <https://bibliometria.us.es/prisma/investigador/buscar/grupo/AGR-162>; BIO-169: <https://bibliometria.us.es/prisma/investigador/buscar/grupo/BIO-169>).

#### ➤ “Interacciones planta-microorganismo (Interacciones microbianas)”

Departamento de Microbiología y Genética. Universidad de Salamanca, Salamanca

**Raúl Rivas González, Encarna Velázquez Pérez, Paula García Fraile, Pedro F. Mateos González, Eustoquio Martínez Molina**

Entre las líneas de investigación desarrolladas por el grupo destacan las siguientes: i) Análisis de las bases moleculares de las interacciones simbióticas mutualistas microorganismo planta, especialmente el caso *Rhizobium*-leguminosa; ii) Estudio de la biodiversidad, caracterización y análisis de la estructura taxonómica de las poblaciones microbianas implicadas en interacciones con plantas y análisis de poblaciones endófitas de vegetales; iii) Mejora de la producción primaria cuantitativa y cualitativa mediante el diseño y utilización de biofertilizantes microbianos multifuncionales iv) Aplicaciones biotecnológicas de los microorganismos en procesos agroalimentarios y de sostenibilidad ambiental v) Análisis de agentes de biocontrol directos e indirectos que favorecen la inducción de la respuesta defensiva en la planta y vi) Fijación biológica de nitrógeno (<https://microusal.com/>)

#### ➤ “Genética de Infecciones Fitobacterianas”

Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Granada

**M<sup>a</sup> José Soto Misfuit**

El grupo emplea la simbiosis mutualista *Rhizobium*-leguminosa como modelo de estudio en la identificación de mecanismos moleculares que gobiernan las interacciones planta-bacteria. Especialmente el grupo está interesado en desvelar señales químicas y componentes bacterianos que participan en las etapas tempranas de la interacción y que pueden repercutir en el proceso de colonización de las plantas que tiene lugar tanto en las asociaciones

mutualistas como patógenas. Para ello, el grupo emplea como estrategia particular el estudio de la vida en superficie de *Rhizobium* utilizando aproximaciones multidisciplinarias. Actualmente el grupo desarrolla dos líneas de investigación específicas: i) identificación de las bases moleculares que rigen la movilidad en superficie en *Rhizobium*, ii) estudio del volatilo de *Rhizobium*: propiedades biológicas que repercuten en la salud de las plantas, mecanismo de acción y vías de síntesis (<https://www.eez.csic.es/es/genetica-de-infecciones-fitobacterianas>).

### ➤ “Rizosfera UAM”

Dpto. Biología. Facultad de Ciencias.  
Universidad Autónoma de Madrid, Madrid

**Rafael Rivilla Palma, Marta Martín Basanta**

El grupo está interesado en los mecanismos moleculares que promueven la colonización de la rizosfera por las rizobacterias. Se utiliza el modelo *Pseudomonas fluorescens* F113, PGPR y con aplicaciones en agricultura y biorremediación. Estudiamos los mecanismos de transducción de señal en respuesta a cambios ambientales durante el proceso de colonización de la raíz. El estudio se centra en el nodo regulador formado por los factores de transcripción globales AmrZ y FleQ y en los caracteres regulados por estos: movilidad, producción de c-diGMP, formación de biopelículas, sistemas de secreción, etc. Se realizan estudios filogenómicos, que nos han permitido identificar 8 subgrupos dentro del grupo *fluorescens*, siendo *P. corrugata*, *P. protegens* y *P. chlororaphis* las mejores PGPRs. Respecto a transferencia de conocimiento, se aíslan y caracterizan consorcios naturales y Comunidades Sintéticas (Syn Coms) para la promoción de crecimiento vegetal y la biorremediación de suelos.

### ➤ “Señalización celular y producción de antibióticos en fitobacterias”

Departamento de Protección Ambiental.  
Estación Experimental del Zaidín, CSIC,  
Granada

**Miguel Ángel Matilla Vázquez**

El grupo investiga los mecanismos moleculares mediante los que las bacterias asociadas a plantas promueven el crecimiento vegetal y protegen frente a fitopatógenos.

Asimismo, sus investigaciones también exploran los mecanismos que participan en la colonización de superficies vegetales por bacterias beneficiosas y fitopatógenas. En particular, y mediante el empleo de aproximaciones multidisciplinarias, el laboratorio está centrado en el estudio de la biosíntesis y regulación de la producción de antibióticos por fitobacterias, incluyendo metabolitos bioactivos frente a bacterias, hongos y oomicetos fitopatógenos. Asimismo, sus estudios analizan los mecanismos implicados en la interacción planta-bacteria y el papel de diversas señales derivadas de plantas en la modulación de la producción de antibióticos, formación de biopelículas y motilidad bacteriana. De especial interés para el grupo resulta el estudio de las respuestas quimiotácticas en diferentes modelos bacterianos que incluyen promotores del crecimiento, agentes de biocontrol y fitopatógenos. En su conjunto, las investigaciones del grupo están enfocadas a avanzar en el desarrollo de nuevas estrategias para el control racional de enfermedades vegetales (<https://publons.com/researcher/1261545/miguel-a-matilla>; <https://www.eez.csic.es/es/microbiologia-ambiental-y-biodegradacion>)

### ➤ “BacBio”

Universidad de Málaga. Instituto de Hortofruticultura Subtropical y Mediterránea (IHSM-UMA-CSIC), Málaga

**Diego Francisco Romero Hinojosa, Antonio de Vicente**

Las plantas viven en asociación con multitud de microbios con los que establece diferentes relaciones nutricionales. La mayoría de estos microbios son capaces de formar comunidades llamadas biofilms, donde las células están protegidas dentro de una matriz extracelular que además optimiza la utilización de recursos. En nuestra línea de investigación estamos interesados en el estudio de las interacciones microbio-microbio, microbio-planta y su posible aplicación biotecnológica a la Agricultura, en el marco de la sostenibilidad: reducción del uso de pesticidas y seguridad alimentaria. Para ello estudiamos: i) las propiedades químicas y mecánicas de la matriz extracelular de cepas de *Bacillus*, bien patógenas de humanos y residentes de plantas, o beneficiosas para plantas; ii) cómo estos biofilms median la comunicación e interacción microbio-microbio, microbio-planta, y iii) cómo la planta modula su ensamblaje a nivel genético o estructural

(<https://www.bacbiolab.com>; <https://www.ihsm.uma-csic.es/investigadores/102>).

### ➤ “Sociomicrobiología vegetal”

Estación Experimental del Zaidín, CSIC,  
Granada

**María Isabel Ramos González, Manuel Espinosa Urgel**

El grupo ha trabajado en la caracterización de los mecanismos moleculares de formación de biopelículas y colonización de superficies vegetales por bacterias beneficiosas, utilizando como modelo *Pseudomonas putida* KT2440. Así el grupo ha caracterizado determinantes genéticos estructurales y reguladores de la colonización de superficies vegetales por su expresión diferencial en rizosfera y los mecanismos asociados se han comparado con los involucrados en el desarrollo de biopelículas en superficies abióticas. Uno de estos reguladores es FleQ, cuya actividad está modulada por su unión al segundo mensajero c-di-GMP, que juega un papel fundamental en la transición del estado de vida planctónico a sésil. Otros reguladores globales como RpoS, ArgR y los reguladores post-transcripcionales de la familia Rsm participan en el desarrollo del biofilm y son importantes en colonización. Actualmente el grupo extiende su investigación sobre el papel del c-di-GMP en la asociación a plantas en el patógeno vascular *Xylella fastidiosa* y la PGPR *Pseudomonas stutzeri* MJL19 (<https://www.sociomicrobiologia.es/>).

### ➤ “Interacciones Planta-Bacteria-IPB”

Dpto. Microbiología del Suelo y Sistemas Simbióticos. Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Granada

**Juan Sanjuán Pinilla, María Trinidad Gallegos Fernández**

El objetivo general de este grupo de investigación es el estudio de los mecanismos moleculares de las interacciones planta-bacteria, así como su aprovechamiento biotecnológico. Específicamente se abordan estudios sobre: i) Identificación y caracterización de componentes bacterianos y respuestas vegetales importantes durante el establecimiento de asociaciones mutualistas y patógenas con plantas, ii) señalización molecular a través de c-di-GMP en interacciones planta-bacteria mutualistas y patógenas, iii) rutas de

señalización bacterianas que participan en el intercambio de señales con la planta y en el establecimiento de la infección, iv) regulación post-transcripcional mediada por sRNAs, v) identificación y aprovechamiento biotecnológico de polímeros extracelulares bacterianos, vi) diversidad genética y funcional de bacterias beneficiosas de plantas, vii) probióticos para plantas. (<https://www.eez.csic.es/es/interacciones-planta-bacteria>).

### ➤ “Simbiosis planta-cianobacteria”

Instituto de Bioquímica Vegetal y Fotosíntesis, CSIC y Universidad de Sevilla, Sevilla

Vicente Mariscal, Fernando P. Molina

El grupo estudia las relaciones mutualistas entre las cianobacterias fijadoras de N<sub>2</sub> y las plantas de cultivo, con el objetivo de obtener nuevos biofertilizantes para la producción de cultivos. Las cianobacterias fijadoras de N<sub>2</sub> del género *Nostoc* establecen relaciones de simbiosis con las plantas, proporcionando nitrógeno al hospedador. El uso de biofertilizantes que contienen estas cianobacterias simbióticas constituye una alternativa sostenible al uso de fertilizantes nitrogenados, reduciendo el riesgo medioambiental asociado a la producción agraria actual y mitigando la pérdida de diversidad microbiana del suelo (<http://simbiosis.ibvf.csic.es/grupo/>; Twitter: [https://twitter.com/BioN2\\_IBVF](https://twitter.com/BioN2_IBVF)).

### ➤ “Endofitismo y patogénesis en hongos”

Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas (CBGP, UPM-INIA), Madrid

Soledad Sacristán

Las plantas en condiciones naturales están colonizadas por hongos endófitos (hongos que crecen dentro de la planta sin causar síntomas aparentes de enfermedad), y esta situación puede ser beneficiosa en muchos casos. Sin embargo, algunos hongos endófitos están relacionados con patógenos latentes y saprotrofos que causan graves pérdidas antes y después de la cosecha. El objetivo del grupo es el estudio de los factores moleculares y ecológicos que regulan el estilo de vida endofítico en los hongos para encontrar claves que permitan comprender mejor el mutualismo y la patogénesis, y que puedan aplicarse para mejorar la productividad de los cultivos. El grupo ha generado una colección de hongos endófitos de poblaciones silvestres

de la planta modelo *Arabidopsis thaliana*, descubriendo un nuevo tipo de mutualismo con el hongo endófito *Colletotrichum tofieldiae*. Actualmente trabajamos en la caracterización molecular de la interacción de este hongo con la planta y en su posible aplicación a cultivos (<http://www.cbgp.upm.es/index.php/es/informacion-cientifica/lineas-de-investigacion-asociadas/natural-endophytes>).

### Microbiota asociada a plantas

#### ➤ “Microbiología de Ecosistemas Agroforestales”

Departamento de Microbiología del Suelo y Sistemas Simbióticos, Estación Experimental del Zaidín-CSIC, Granada

Manuel Fernández López

El grupo tradicionalmente ha trabajado en las interacciones beneficiosas entre plantas y microorganismos del suelo. Es decir, aquellos microorganismos que promueven el crecimiento vegetal, que protegen frente a patógenos, que aportan nutrientes a la planta, etc. tanto en sistemas agrícolas como forestales. Con el desarrollo de las técnicas de secuenciación masiva, las aproximaciones que el grupo desarrolla son holísticas pasando a estudiar metagenomas y microbiomas; y a considerar el conjunto planta-microbioma como un holobionte. El trabajo del grupo con la raíz de árboles tiene tanto una parte agraria, ya que se investiga el papel que juega el microbioma radicular del olivo en la sensibilidad/tolerancia a la verticilosis; como medioambiental al investigar el papel del microbioma en la recuperación de encinares tras un incendio forestal o en la resiliencia de roble melojo y de pinares frente al cambio climático. El objetivo final es contribuir al mantenimiento de los ecosistemas naturales y agroforestales mediante el manejo de sus microbiomas asociados (<https://grupos.eez.csic.es/mae>).

#### ➤ “Biotecnología de Bacterias de la Rizosfera”

Centro de Protección Vegetal y Biotecnología, IVIA, Valencia

Ramón Peñalver Navarro

El grupo tiene como objetivo global la selección de bacterias beneficiosas que sirvan de base para el desarrollo de nuevos bioproductos para la industria agroa-

limentaria y cítrica. Para ello, desarrolla dos líneas de investigación; (i) Una línea de investigación básica encaminada a determinar las bases genéticas y genómicas de la interacción beneficiosa *Rhizobium rhizogenes* (antes *Agrobacterium radiobacter*) K84-planta, como modelo de bacteria altamente adaptada a la vida en la rizosfera. (ii) y otra línea de investigación dirigida al aprovechamiento biotecnológico de los microbiomas de cítricos mediante estudios de metagenómica y culturómica. Más concretamente, esta línea pretende desvelar, analizar y explotar la microbiota de cítricos (<https://publons.com/researcher/2543216/ramon-penyalver/>).

#### ➤ “Grupo de Ecofisiología Funcional Aplicada (GEFA)”

Universidad de Sevilla, Sevilla

Susana Redondo Gómez

El Grupo está adscrito al Departamento de Biología Vegetal y Ecología de la Facultad de Biología de la Universidad de Sevilla. Somos un grupo multidisciplinar de Fisiólogos Vegetales, Ecológicos y Microbiólogos, especializado en el estudio de la respuesta ecofisiológica de las plantas frente a distintos tipos de estrés ambiental, y en evaluar el papel de los microorganismos en esa respuesta. En concreto, trabajamos con bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR), que aislamos de plantas halófilas de ecosistemas costeros. Llevamos a cabo estudios aplicados en el ámbito agrícola, en fitoremediación y en conservación, siempre buscando minimizar el impacto medioambiental. Por ejemplo, estudiamos el desarrollo de biofertilizantes bacterianos para mejorar el crecimiento sostenible de cultivos como la fresa, para fitodesalinizar suelos agrícolas degradados, o el potencial de la inoculación bacteriana para la fitoremediación de metales pesados en marismas ([https://investigacion.us.es/sisius/sis\\_depgrupos.php?ct=1&cs=&seltext=RNM-035&selfield=CodPAI](https://investigacion.us.es/sisius/sis_depgrupos.php?ct=1&cs=&seltext=RNM-035&selfield=CodPAI); <http://grupo.us.es/ecofisiovegapi/index.html>).

#### ➤ “Grupo Exopolisacáridos Microbianos (BIO 188)”

Dpto. Microbiología, Facultad de Farmacia, Universidad de Granada, Granada

Victoria Béjar

El grupo se ha centrado desde los años 90 en el estudio de la biodiversidad de los



hábitats hipersalinos y en las aplicaciones biotecnológicas de los microorganismos halófilos siendo inicialmente Emilia Quesada y en los últimos años Victoria Béjar las IP. En la última década, el grupo ha enfocado su investigación en las aplicaciones de estos microorganismos en el área de la agricultura desarrollando varias líneas de investigación. Por una parte, se estudia la capacidad de las bacterias halófilas y halotolerantes para promover el crecimiento de plantas, tanto in vitro, analizando sus propiedades fisiológicas y bioquímicas, como in vivo, mediante el uso de plantas modelo; igualmente se analizan los compuestos antimicrobianos que producen, tanto metabolitos como volátiles (Inmaculada Sampedro y Fernando Martínez-Checa). Por otra parte, la experiencia de Inmaculada Llamas en el área de comunicación celular ha permitido el desarrollo en el grupo de una línea que utiliza una estrategia novedosa en el control de fitopatógenos, el *quorum quenching*. Este sistema, basado en la producción de enzimas y/o metabolitos, interfiere la comunicación celular de dichos patóge-

nos y evita la producción de factores de virulencia; además, evita la utilización de compuestos antimicrobianos frente a los que es fácil el desarrollo de mecanismos de resistencia. Finalmente, mediante la construcción de librerías metagenómi-

cas con ADN extraído de muestras de ambientes hipersalinos y su posterior rastreo funcional, se seleccionan clones con actividades enzimáticas de interés en agricultura (Amalia Roca) (<https://www.ugr.es/~eps/es/index.html>).



El grupo MiP-SEM celebra el 75 aniversario de nuestra Sociedad y con esta revisión se anima a mantener la gran calidad y potencial de la investigación en Microbiología de Plantas en el seno de la Sociedad Española de Microbiología.

Esta revisión actual del grupo ha sido posible gracias a la participación de los miembros del mismo y al trabajo de redacción y revisión llevado a cabo por Antonio de Vicente, Jesús Murillo, Ramón Peñalver y Emilia López Solanilla.

# SEM@foro

Revista de la Sociedad Española de Microbiología



SOCIEDAD ESPAÑOLA DE  
MICROBIOLOGÍA

# 75

ANIVERSARIO