

# Biotecnología de la interacción de microorganismos con leguminosas y otras plantas de interés agrícola

**BERNAL GUZMÁN, PATRICIA. BORRERO DE ACUÑA, JOSÉ MANUEL. BUENDÍA CLAVERÍA, ANA MARÍA. CUBO SÁNCHEZ, MARÍA TERESA. ESPUNY GÓMEZ, MARÍA DEL ROSARIO. JIMÉNEZ GUERRERO, IRENE. LÓPEZ BAENA, FRANCISCO JAVIER. MEDINA MORILLAS, CARLOS. OLLERO MÁRQUEZ, FRANCISCO JAVIER. PÉREZ MONTAÑO, FRANCISCO. VINARDELL GONZÁLEZ, JOSÉ MARÍA**

Departamento de Microbiología, Facultad de Biología, Universidad de Sevilla. Avenida de Reina Mercedes, 6. 41012-Sevilla.

✉ [pbernal@us.es](mailto:pbernal@us.es) | [jbdeacuna@us.es](mailto:jbdeacuna@us.es) | [buendi@us.es](mailto:buendi@us.es) | [cubo@us.es](mailto:cubo@us.es) | [espuny@us.es](mailto:espuny@us.es) | [ijimgue@us.es](mailto:ijimgue@us.es) | [jlopez@us.es](mailto:jlopez@us.es) | [cmolina1@us.es](mailto:cmolina1@us.es) | [fjom@us.es](mailto:fjom@us.es) | [fperez@us.es](mailto:fperez@us.es) | [jvinar@us.es](mailto:jvinar@us.es)

Desde hace casi 40 años se estudian en el Departamento de Microbiología de la Universidad de Sevilla las interacciones beneficiosas entre microorganismos del suelo y plantas de interés agrícola. De esta forma, 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 de tipo VI) y los mecanismos utilizados por bacterias para controlar el crecimiento, la colonización o la infección de bacterias fitopatógenas en cultivos de interés agrícola (sistemas de secreción de tipo VI y/o las vesículas de membrana). Utilizamos los modelos: a) *Sinorhizobium fredii*-soja, b) *Rhizobium tropici*-judía, c) *Sinorhizobium meliloti*-alfalfa, d) *Pseudomonas putida*-fitopatógenos, e) rizobiofagos-inoculantes y f) bacterias promotoras del crecimiento de las plantas.

La línea de investigación de la Dra. Bernal se centra en el estudio de los Sistemas de Secreción de Tipo VI en *P. putida*. Este microorganismo es una bacteria del suelo con la capacidad de colonizar la raíz de diferentes plantas de cultivo proporcionando ventajas de crecimiento y al mismo tiempo protección contra patógenos; por ello esta cepa es considerada un agente



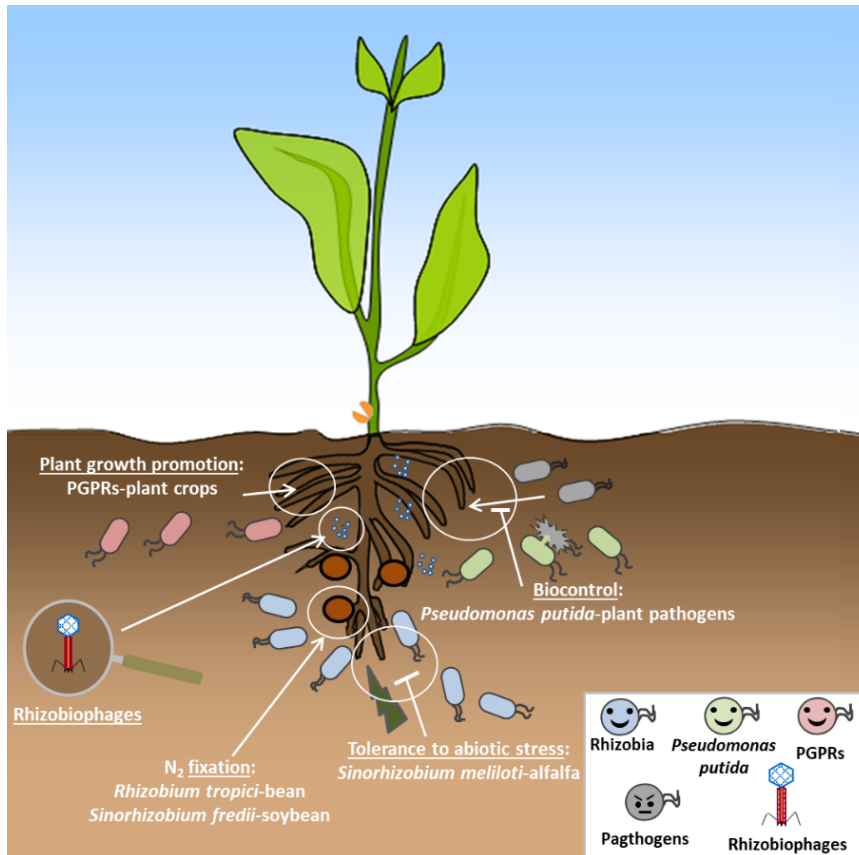
Miembros del grupo.

de control biológico (biocontrol) de gran relevancia. El biocontrol de las enfermedades producidas por patógenos de plantas se considera una excelente alternativa a los pesticidas químicos para proteger nuestros cultivos, ya que estos pueden provocar la contaminación del subsuelo y la pérdida de la microbiota natural tanto del suelo como de la planta.

La línea de investigación liderada por el Dr. Borrero de Acuña propone aprovechar todo el potencial de las vesículas externas de membrana en beneficio de las interacciones bacteria-planta mediante una aproximación biotecnológica que evita el uso de OMG. Para ello, además de determinar el cargo proteínico y metabólico de

las vesículas externas de membrana en diferentes rizobacterias (*S. fredii* HH103, *R. tropici* CIAT 899 y *P. putida*), se pretende adaptar en parte la carga proteica y metabólica de estas estructuras membranosas para que encapsulen mayoritariamente factores de nodulación, fitohormonas o inhibidores de fitopatógenos. De esta forma, el objetivo final es mejorar la fijación de nitrógeno, el crecimiento de las plantas y/o inhibir a potenciales fitopatógenos mediante el uso de vesículas cargadas a la carta, sin la necesidad de emplear la totalidad del microorganismo.

La línea de investigación liderada por los doctores López-Baena y Medina se centra en el estudio del papel del sistema de



Líneas de investigación y modelos utilizados por nuestro grupo.

secreción de tipo III de *S. fredii* HH103 en la simbiosis con diversas leguminosas hospedadoras. Este sistema especializado de secreción de proteínas está implicado en la supresión de las respuestas de defensa de la planta para promover la infección y así asegurar la supervivencia del rizobio dentro del hospedador.

Otra línea de investigación, la dirigida por los doctores López-Baena y Vinardell, intenta profundizar en los mecanismos que determinan la especificidad y la eficiencia de la nodulación por medio del estudio simultáneo e integrado de la respuesta molecular, genética y fisiológica subyacente a la interacción simbiótica entre mutantes bacterianos en genes cruciales para la simbiosis de *S. fredii* HH103 y *R. tropici* CIAT 899 y varias leguminosas modelo con importancia agrícola, así como la determinación química de algunos de los determinantes moleculares bacterianos más importantes de compatibilidad simbiótica, los lipopolisacáridos.

Finalmente, la línea de investigación liderada por el Dr. Pérez-Montaño tiene como

objetivo profundizar en los mecanismos que determinan la especificidad y la eficiencia de la nodulación mediados por el sistema de secreción de tipo VI en los rizobios, usando como organismo modelo *S. fredii* USDA257, estirpe con uno de los mayores rangos de hospedador conocido. Además, en este proyecto se pretende determinar el papel de este sistema de secreción de proteínas en la competición con otras bacterias rizosféricas incluyendo algunas fitopatógenas. Los resultados esperados de este proyecto mejorarán el conocimiento existente sobre los mecanismos responsables de la compatibilidad rizobio-leguminosa, así como el posible uso de los rizobios no solo como agentes biofertilizantes sino también como agentes de biocontrol.

Con todas estas líneas de investigación abiertas, nuestro objetivo último es generar conocimiento que contribuya a la transición hacia una agricultura sostenible y a su adaptación a ambientes adversos, con el fin de generar alternativas y así evitar o disminuir el uso de fertilizantes y pesticidas químicos.

## Referencias

- Acosta-Jurado S, Alias-Villegas C, Navarro-Gómez P, Almozara A, Rodríguez-Carvajal MA, Medina C, y Vinardell JM. (2020). *Sinorhizobium fredii* HH103 *syrM* inactivation affects the expression of a large number of genes, impairs nodulation with soybean and extends the host-range to *Lotus japonicus*. *Env Microbiol* 22: 1104-1124.
- Bernal P, Furniss RCD, Fecht S, Leung RC, Spiga L, Mavridou DA y Filloux A. (2021). A novel stabilization mechanism for the type VI secretion system sheath. *Proc Nat Acad Sci USA* 118.
- Borrero de Acuña JM y Bernal P. (2021). Plant holobiont interactions mediated by the type VI secretion system and the membrane vesicles: promising tools for a greener agriculture. *Environ Microbiol* 23: 1830-1836.
- Cubo MT, Alías-Villegas C, Balsanelli E, Mesa D, De Souza E y Espuny MR. (2020). Diversity of *Sinorhizobium* (*Ensifer*) *meliloti* bacteriophages in the rhizosphere of *Medicago marina*: Myoviruses, filamentous and N4-like podovirus. *Front Microbiol* 11: 22.
- Del Cerro P, Ayala-García P, Buzón P, Castells-Graells R, López-Baena FJ, Ollero FJ y Pérez-Montaño F. (2020). OnfD, an AraC-type transcriptional regulator encoded by *Rhizobium tropici* CIAT 899 and involved in Nod factor synthesis and symbiosis. *App Environ Microbiol* 86: e01297-20.
- Jiménez-Guerrero I, Acosta-Jurado S, Medina C, Ollero FJ, Alias-Villegas C, Vinardell JM, y López-Baena FJ. (2020). The *Sinorhizobium fredii* HH103 type III secretion system effector NopC blocks nodulation with *Lotus japonicus* Gifu. *J Exp Bot* 71(19): 6043-6056.
- Jiménez-Guerrero, I., Moreno-De Castro, N., & Pérez-Montaño, F. (2021). One door closes, another opens: when nodulation impairment with natural hosts extends rhizobial host-range. *Env Microbiol* 23(4): 1837-1841.
- López-Baena, F. J., Vinardell, J. M., & Medina, C. (2019). Regulation of protein secretion systems mediated by cyclic diguanylate in plant-interacting bacteria. *Front Microbiol* 10: 1289.