

# Valorización de los recursos microbianos de los agroecosistemas andaluces – Departamento de Inoculantes de IFAPA

MARIA DEL CARMEN MONTERO-CALASANZ, JOSÉ MARÍA BARCIA-PIEDRAS, MARIA CAMACHO

Departamento de Inoculantes. Área de Recursos Naturales y Forestales. Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA) Centro Las Torres. Alcalá del Río. Sevilla.

✉ [maria.c.montero.calasanz@juntadeandalucia.es](mailto:maria.c.montero.calasanz@juntadeandalucia.es) | [mariag.camachomartinez@juntadeandalucia.es](mailto:mariag.camachomartinez@juntadeandalucia.es)



**Figura 1.** Miembros del grupo. De izquierda a derecha: María del Carmen Montero-Calasanz, José María Barcia-Piedras, María Camacho, José Manuel Valle Macías.

El Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA) es una entidad sectorial constituida con la intención de atender las demandas de los sectores agrícola, pesquero, acuícola y alimentario andaluz. Su misión es contribuir a la modernización de los sectores agrícola, pesquero y alimentario a través de la investigación, el desarrollo, la transferencia y la formación, garantizando al mismo tiempo la sostenibilidad. En este contexto, dentro del área de Recursos Naturales y Forestales el Grupo de Inoculantes de IFAPA Centro

Las Torres en Alcalá del Río (Sevilla), dirigido por la Dra. María Camacho, presta especial atención a la mejora de la gestión de los recursos naturales a través de la bioprospección de comunidades microbianas asociadas a los agroecosistemas andaluces, la caracterización y conservación *ex situ* de microorganismos y su posterior explotación biotecnológica. Este enfoque estratégico mantenido a lo largo de más de 45 años ha dotado a nuestro grupo de capacidades científicas y técnicas, infraestructura y recursos microbianos excepcionales en el campo de la agromicrobiología.

## Nuestros Recursos Microbianos, Nuestra Historia

Las leguminosas establecen una relación simbiótica con bacterias específicas del suelo (rizobios) a través de la cual se fija nitrógeno atmosférico. Esta simbiosis permite que los cultivos de leguminosas prescindan de la necesidad de fertilizantes nitrogenados, lo que genera ahorros de costos para los agricultores y previene la contaminación del suelo y los acuífe-

ros por el exceso de nitratos. Además, la introducción de cultivos de leguminosas en las rotaciones agrícolas permite que otros cultivos, como los cereales, se beneficien indirectamente del nitrógeno fijado por las leguminosas. Por lo tanto, se prevé que el uso de inoculantes en el cultivo de leguminosas en Europa sea obligatorio en el marco actual de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y el posterior Pacto Verde Europeo.

Nuestra colección de “rizobios” tiene una trayectoria de más de cuatro décadas y consta de más de 1.000 entradas, compuestas principalmente por aislados obtenidos de nódulos de plantas espontáneas o cultivadas con relevancia agronómica (soja, alfalfa, garbanzo, arveja, frijol, ahípa, trébol, carretón y otros) o de suelos. Estas cepas, junto con otras procedentes de colecciones internacionales, fueron formuladas por nuestro grupo durante años como inoculantes a base de turba y distribuidas por IFAPA (en aquel entonces perteneciente a INIA) a agricultores de toda España, siendo el único laboratorio a nivel nacional que lo hacía. Debido a la disminución de la demanda de estos productos en la década de los 90, la fábrica se cedió a una entidad privada, que la explotó durante pocos años, abandonando la producción en poco tiempo. En la actualidad no existe ninguna empresa a nivel nacional dedicada a la elaboración de este tipo de inoculantes. Entre nuestras cepas cabe, además, destacar los 200 aislamientos pertenecientes a las especies *Bradyrhizobium japonicum* y *Sinorhizobium fredii*, obtenidos de suelos chinos utilizando plantas trampa de soja que se obtuvieron a través de proyectos internacionales con China. Asimismo, nuestra colección incluye aislados de carretón o trébol de mar (*Medicago marina*), una leguminosa de importancia ecológica que prospera en las zonas costeras y se ha utilizado en el mantenimiento de los sistemas dunares. Recientemente, a través de diversas colaboraciones internacionales con países mediterráneos (Argelia, Túnez, Italia y Croacia) se han aislado y caracterizado rizobios capaces de nodular garbanzos o lentejas con el objetivo de valorizar la biodiversidad genética de estas leguminosas mediante la planificación integrada de diversas acciones en la cuenca mediterránea.

A partir de 2004, a través de diversos proyectos de investigación, nuestro grupo se inicia en el aislamiento, caracterización y aplicación de las llamadas Bacterias

Promotoras del Crecimiento Vegetal (bacterias PGP) en diversos cultivos. De esta forma, el Grupo mantiene una colección de aproximadamente 400 bacterias PGP, parcialmente caracterizadas, aisladas de la rizosfera de olivo que fueron seleccionadas para su uso como sustitutos de hormonas en el enraizamiento orgánico de olivo. Posteriormente, otro proyecto dio lugar a la selección de más de 200 aislados tanto de la rizosfera de castaños como de la seta *Amanita caesarea*. En este caso, se seleccionaron con el doble propósito de potenciar el sistema radicular de castaños inoculados con *A. caesarea* (de gran interés comercial) y por su alta capacidad como agentes de biocontrol contra el hongo patógeno *Phytophthora cinnamomi*. De forma paralela, también se aisló una colección de más de 600 PGP bacterias de la rizosfera de ciruelos que abarcó tanto el cultivo orgánico como el convencional.

Durante la última década han surgido nuevas demandas por parte de los agricultores y el Grupo ha comenzado a explorar el microbioma de *Arthrocnemum macrostachyum*, una planta halófila de alto interés ecológico y biotecnológico, que prospera en marismas con altas concentraciones de sal y temperaturas (un escenario potencial del cambio climático). De su rizosfera, se aislaron y caracterizaron más de 150 entradas bacterianas, utilizándose varias de ellas en otros cultivos (fresas, espárragos) tanto con propósitos de promoción del crecimiento como de biocontrol, arrojando en campo resultados muy prometedores. Asimismo, se han iniciado trabajos específicos en el campo de las *berries*, dando como resultado una colección de bacterias PGP aisladas de plantas de fresa y arándano, cuyas entradas demuestran un importante potencial para su uso como agente de biocontrol en dichos cultivos. Además, actualmente se están aislando bacterias endófitas de almendros para su uso en el biocontrol de enfermedades emergentes como chancros y muerte regresiva en cultivos leñosos y de raíces de aguacate para su uso en tolerancia a estrés. Finalmente, nuestro grupo también mantiene una línea de investigación donde se estudian bacterias capaces de degradar pesticidas (herbicidas, insecticidas y fungicidas) y de mejorar la fitoremediación de suelos contaminados por metales pesados.

El Grupo de Bioinoculantes de IFAPA cuenta así con amplia experiencia en bioprospección de microorganismos de interés agrícola y ambiental, su conserva-

ción, caracterización *in vitro* y formulación como bioinoculantes. Estas habilidades se complementan con sus capacidades para liderar ensayos tanto en condiciones controladas como en invernadero y campo. Además, desde 2021 sus proyectos incorporan aspectos relacionados con la sistemática bacteriana y genómica funcional y se llevan a cabo estudios metagenómicos de las comunidades de interés y taxonómicos y filogenéticos de las cepas contenidas en nuestras colecciones. En este campo cabe destacar la labor de liderazgo que se está realizando en la biología del grupo de los geodermatófilos, actinobacterias dominantes en ambientes áridos, pero relativamente poco estudiadas. En este grupo se están llevando a cabo estudios taxonómicos que combinan caracterización polifásica tradicional con estudios filogenómicos, quimiotaxonomía *in silico*, reconstrucción metabólica y aplicación de *microarrays* fenotípicos de alto rendimiento (tecnología Biolog™) para llevar a cabo correlaciones genomas-fenomas.

## Nuestros Planes

Los Recursos Microbianos de IFAPA se encuentran en su mayoría únicamente criopreservados y sólo una pequeña parte de sus entradas han sido caracterizadas taxonómicamente. Actualmente, nuestro grupo está dando los primeros pasos hacia la adecuada conservación, gestión y valorización de la biodiversidad microbiana de los agroecosistemas andaluces y la puesta en valor de la colección de microorganismos del IFAPA que esperamos conduzca a su constitución oficial como Centro de Recursos Microbianos. Varias iniciativas están, además, en marcha con el objetivo de estrechar los lazos con agentes sociales involucrados en innovación.

A corto plazo, los planes de futuro del Grupo de Inoculantes de IFAPA también pasan por promover de forma urgente la atracción de talento hacia el grupo (Si te gustaría ser parte de nuestro grupo, ¡contáctanos!).