

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS CLEMENTE ESTABLE



95° ANIVERSARIO

Federico Battistoni, Raúl Platero, Elena Fabiano

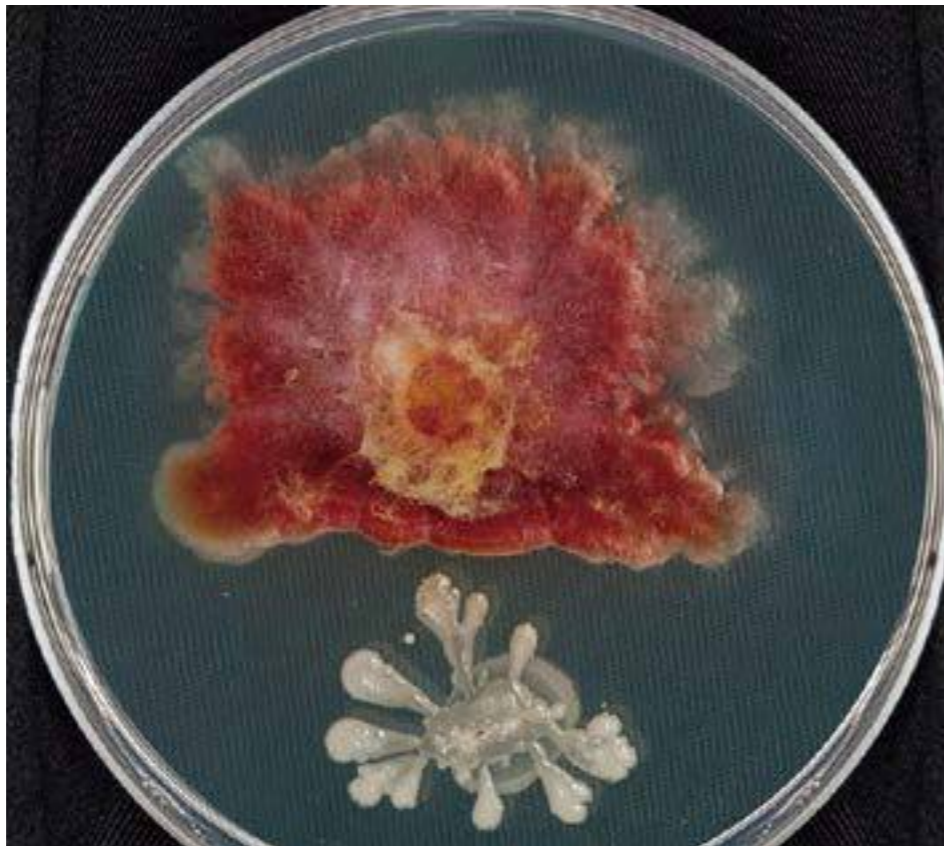
LOS MICROBIOS Y LA SALUD DE LAS PLANTAS

Federico Battistoni es investigador del Laboratorio de Interacción Planta Microorganismos del Departamento de Bioquímica y Genómica Microbianas del IIBCE, Raúl Platero es investigador del Laboratorio de Microbiología Ambiental del mismo departamento del IIBCE, del cual Elena Fabiano es recientemente retirada.

Los microbios pueden aportar nutrientes a las plantas, protegerlas de enfermedades, mejorar su resistencia frente a diferentes factores de estrés ambiental (sequía, exceso de metales, heladas, etcétera), contribuir a disminuir la presencia de plagas, y también pueden causar enfermedades.

Todas las plantas crecen asociadas e interactuando con comunidades complejas de organismos, no sólo de microbios, y su desarrollo depende en gran medida de las condiciones ambientales así como de las prácticas de manejo. Estos delicados y finos equilibrios condicionan drásticamente la salud de la planta. En los últimos años se ha comenzado a dirigir una mirada holística, integral, al sistema suelo-planta-ambiente. Los términos «holobionte planta» (holo = todo, bionte = organismo) o «fitobioma» (fito = planta, bioma = unidad ambiental) son reflejo de esta nueva mirada integradora.

Ensayo de enfrentamiento entre *Paenibacillus farraposensis* UY 79 (abajo) y *Fusarium graminearum* S127 (arriba). La cepa *P. farraposensis* UY79 fue aislada de un nódulo radicular de *Arachis villosa* (maní nativo). *Fusarium graminearum* S127 es un fitopatógeno aislado de plantas enfermas de granos de sorgo por la sección de Micología de la Facultad de Ciencias-Udelar. [Foto: A. Costa]



Salida de investigadores, departamento de Colonia.

El fitobioma comprende a la planta misma, a todos los microorganismos que viven dentro, sobre o alrededor de la planta, como microbios, animales, insectos y otras plantas, y al medio ambiente, incluidos el suelo, el aire, el agua, el clima. Comprender el concepto de fitobioma es fundamental para garantizar la seguridad alimentaria, de forma sostenible, en el contexto de crecimiento de la población mundial, cambio climático y para preservar la biodiversidad y los recursos naturales, tan necesarios para asegurar la vida en nuestro planeta.

A los microorganismos que integran el fitobioma y que cumplen funciones fundamentales para el crecimiento y la salud de las plantas se los llama *microorganismos promotores del crecimiento vegetal*. La función de estos microorganismos ha sido ampliamente demostrada particularmente a través de su influencia sobre el metabolismo secundario de las plantas, la producción de fitohormonas, la mejora en la captación de nutrientes poco biodisponibles (nitrógeno, fósforo, potasio, hierro), así como en la defensa contra patógenos vegetales (fitopatógenos) y la tolerancia a estreses abióticos.

En este escenario, los microorganismos promotores del crecimiento vegetal resultan clave para expresar rasgos deseados en las plantas, como pueden ser el número de frutos, la producción de granos, el crecimiento aéreo, la producción de aromas y/o el aumento en la concentración de una molécula particular. La inoculación de estos microorganismos como alternativa a la utilización de agroquímicos se ha utilizado durante mucho tiempo en cultivos de interés agronómico. A los productos biotecnológicos que contienen microorganismos promotores del crecimiento vegetal se los conoce como bioinsumos: biofertilizantes, bioestimulantes y biocontroladores.

Corte de nódulo radicular de *Lupinus bracteolaris*. Se observa la coloración rojiza típica de la producción de leghemoglobina en nódulos desarrollados por la interacción simbiótica con rizobios fijadores de nitrógeno. [Foto: A. Costa]



¿QUÉ HACEMOS EN EL IIBCE?

En la década de 1970 se consolidó una línea de investigación en el IIBCE enfocada en el estudio de diferentes aspectos de las bacterias promotoras del crecimiento vegetal. El Instituto, y en particular nuestro departamento, han tenido un papel pionero en la generación de conocimiento científico sobre la fisiología y bioquímica de microorganismos promotores del crecimiento vegetal y sobre el establecimiento de rutas metabólicas de fuentes carbonadas y de sistemas implicados en la homeostasis del hierro. Se ha trabajado y se trabaja en colaboración con instituciones nacionales como el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y la Universidad de la República (Udelar), y con un gran número de instituciones extranjeras.

En este artículo vamos a presentar una breve reseña de algunos trabajos desarrollados en los últimos años acerca de la biodiversidad de simbioses de leguminosas nativas, bacterias endófitas asociadas a cultivos de interés agrícola y bacterias que antagonizan el crecimiento de patógenos vegetales.

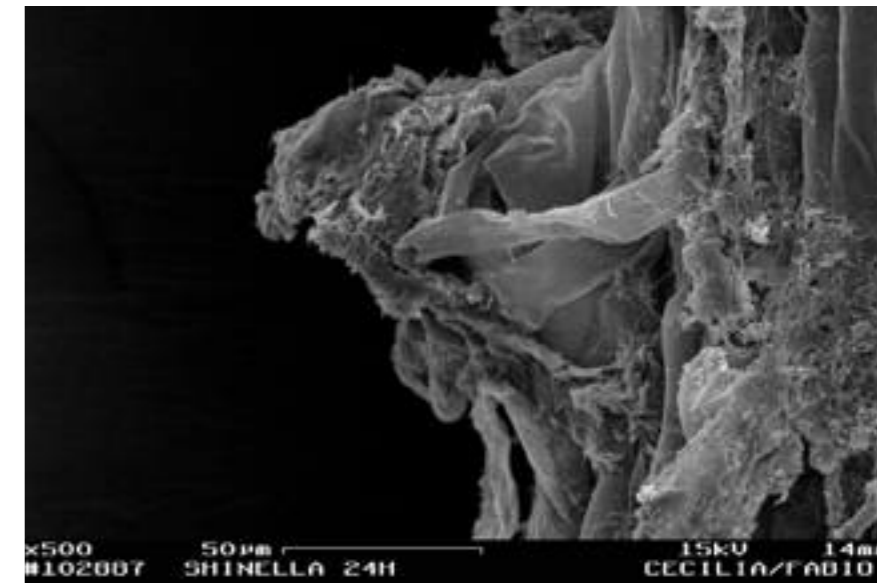
BIODIVERSIDAD DE SIMBIOSIS DE LEGUMINOSAS NATIVAS

Algunas plantas del grupo de las leguminosas son capaces de establecer asociaciones simbióticas con bacterias llamadas rizobios. Los rizobios se caracterizan por desarrollar en las raíces de las plantas con las que se asocian, y a veces en los tallos, unas estructuras características denominadas «nódulos».

En los nódulos, los rizobios son capaces de transformar el nitrógeno gaseoso presente en la atmósfera en compuestos nitrogenados que la planta usa como nutrientes, y es por eso que se usan como «biofertilizantes». Partiendo de la base de que es imprescindible conocer, preservar y emplear nuestros recursos naturales más eficientemente de forma de lograr sistemas de producción agrícola sostenibles, hemos estudiado los rizobios asociados a leguminosas nativas presentes en diversas partes de nuestro país.

En algunos casos dirigimos la investigación a las bacterias que se asocian a una especie vegetal particular, como por ejemplo el angico (*Parapiptadenia rigida*), una leguminosa arbórea productora de una madera de calidad excepcional. En otros casos estudiamos la diversidad de bacterias asociadas a

Microscopía electrónica de barrido de raíces de caña de azúcar colonizadas por la bacteria *Neorhizobium* sp. UYSO24. Se puede observar una biopelícula en la emergencia de una raíz secundaria. [Foto: C. Taulé]



determinados grupos de leguminosas como los lupinos o las mimosas, y en otros exploramos la diversidad de rizobios asociados a todas las especies de leguminosas presentes en una región de particular interés medioambiental, tal como lo hemos hecho en el área protegida Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay.

BACTERIAS ENDÓFITAS ASOCIADAS A CULTIVOS DE INTERÉS AGRÍCOLA

Se denomina bacterias endófitas a aquellas que colonizan activamente los tejidos internos de las plantas y establecen asociaciones benéficas. En contraste con los sistemas endosimbióticos o patogénicos bien estudiados, poco se sabe de las bases moleculares de la interacción endófito-planta hospedera. Sin embargo, existe una amplia evidencia del efecto que los microorganismos promotores del crecimiento vegetal confieren a plantas de interés agronómico, siendo un campo de estudio en constante desarrollo.

En este sentido, el estudio y explotación de dicha interacción puede jugar un rol significativo en la sustentabilidad de los sistemas de producción agrícolas, siendo esta un área de investigación de nuestro grupo. Entre los cultivos de interés nacional que estudiamos se encuentran el sorgo dulce, la caña de azúcar, la canola, el cáñamo y la festuca. En estos cultivos nos centramos en entender los mecanismos básicos de la interacción planta-microbiota con la finalidad última de desarrollar bioinoculantes para mejorar su producción.

BACTERIAS QUE ANTAGONIZAN EL CRECIMIENTO DE PATÓGENOS VEGETALES

Algunos microorganismos fitopatógenos son responsables de causar pérdidas devastadoras en cultivos agrícolas. Existe un gran interés en el desarrollo de estrategias efectivas y complementarias para incluir en el manejo integrado del control de estos fitopatógenos, de forma de reducir el uso de agroquímicos, muchas veces costosos y potencialmente tóxicos. En este sentido se destacan las estrategias basadas en la aplicación de formulaciones conteniendo microorganismos con capacidad de controlar a los fitopatógenos.

El descubrimiento de nuevas cepas microbianas con actividades antifúngicas diversas y con un amplio espectro de acción es desafiante y de gran impacto de cara al futuro. En el departamento se ha venido trabajando en conjunto

Mimosa schleidenii. [Foto: R. Platero]

con el INIA y con la Udelar en la búsqueda y estudio de bacterias que puedan ser empleadas como agentes de control biológico de patógenos vegetales. Se ha trabajado con bacterias pertenecientes a diferentes géneros: *Pseudomonas*, *Paenibacillus* y *Bacillus*, obtenidas de diferentes órganos de plantas sanas. En este sentido, recientemente, hemos aislado una cepa que presentó una alta capacidad para antagonizar el crecimiento de los fitopatógenos. Esta cepa se obtuvo de un nódulo de maní nativo (*Arachis villosa*), órgano vegetal que hasta hace pocos años se consideraba exclusivamente ocupado por rizobios. Esta cepa resultó ser una nueva especie a la que se denominó *Paenibacillus farraposensis* como forma de homenajear el lugar de donde fue aislada (Esteros de Farrapos).

Mimosa chelata creciendo en las laderas de Punta Ballena. [Foto: E. Fabiano]

A lo largo de los años hemos generado diversas colecciones bacterianas que se encuentran preservadas en ultracongeladores y que están disponibles para futuras investigaciones. Se ha aportado al conocimiento científico de los fitobiotas y se cuenta actualmente con cepas bacterianas con excelentes capacidades para promover el crecimiento de las plantas. Se generaron capacidades humanas, técnicas e institucionales para entender estos sistemas complejos. Confiamos en que los conocimientos alcanzados son un aporte para el logro de desarrollos agropecuarios sostenibles que armonicen los intereses económicos, sociales y ambientales.

