



Foto: Rafael Reyno

Nodulación en Lotus híbridos.

# MICROORGANISMOS COMO BIOINSUMOS PARA LA AGRICULTURA: ECOLOGÍA, SELECCIÓN, FORMULACIÓN Y USO

Ing. Agr. Dr. Eduardo Abreo<sup>1</sup>, Ing. Agr. MSc. PhD. Elena Beyhaut<sup>1</sup>, Lic. Bioq. Mag. PhD. Federico Rivas<sup>1</sup>, Lic. Bioq. Mag. Claudia Barlocco<sup>1</sup>, Lic. Bioq. Mag. Silvia Garaycochea<sup>2</sup>, Ing. Agr. MSc. Dr. Fernando Lattanzi<sup>3</sup>, Ing. Agr. PhD. Rafael Reyno<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Plataforma de Bioinsumos, Programa de Investigación en Producción y Sustentabilidad Ambiental

<sup>2</sup> Unidad de Biotecnología

<sup>3</sup> Programa de Investigación en Pasturas y Forrajes

Como proveedora de productos y conocimientos para una agricultura más sustentable, y en el marco del concepto de una sola salud, la Plataforma de Bioinsumos de INIA avanza en base a una nueva línea de investigación. Este artículo pone el foco en los proyectos en ejecución que la integran, sus objetivos y productos, así como las principales estrategias y alianzas de colaboración implementadas.

## INTRODUCCIÓN

El reconocimiento de los microorganismos como actores fundamentales en la evolución y adaptación de las plantas tiene un correlato en la agricultura, generando oportunidades para la investigación y el desarrollo de tecnologías en base a microorganismos con múltiples aplicaciones en la nutrición vegetal, la protección contra factores ambientales desfavorables y la sanidad de los cultivos. La Plataforma de Bioinsumos de INIA se asienta en el Programa Nacional de Producción y Sustentabilidad Ambiental y está

abocada a la investigación sobre las comunidades de microorganismos asociadas a los cultivos, e integra diferentes enfoques y disciplinas que generan información a nivel de plantas, suelos e insectos plaga. Se estudian la funcionalidad e interacciones, apuntando a la selección de cepas microbianas y al desarrollo de prototipos de biofertilizantes y de biocontroladores para su uso en los diferentes sistemas de producción. El impacto final buscado es favorecer la utilización de productos y conocimientos que permitan una agricultura más sustentable, en el marco del concepto de una sola salud (Altier y Abreo, 2020).

La actual línea de investigación “Microorganismos como bioinsumos para la agricultura: ecología, selección, formulación y uso” (2020-2024) da continuidad al proyecto SA\_24 finalizado en 2019 “Desarrollo de bioinsumos de uso agrícola en base a microorganismos benéficos” (Altier *et al.*, 2020) y tiene los siguientes objetivos generales: 1) Desarrollar tecnologías microbianas para reducir el uso de fertilizantes fosfatados; 2) Generar conocimiento y herramientas para el control biológico de insectos plaga y enfermedades y para la promoción del crecimiento vegetal; y 3) Mejorar la expresión agronómica de la fijación biológica de nitrógeno (N), principal fuente de N en los sistemas de producción.

Esta línea de investigación está integrada por cuatro proyectos interconectados por transferencia de materiales (cepas microbianas) y flujos de información que contribuyen al resultado general esperado. Los proyectos actualmente en ejecución son: i) Investigación y desarrollo en formulación y aplicación de insumos biológicos; ii) Manejo de las interacciones entre microorganismos benéficos, plantas, enfermedades e insectos; iii) Microorganismos promotores del crecimiento vegetal y microbioma; y iv) Fijación biológica del nitrógeno en soja y leguminosas forrajeras. A los proyectos mencionados que se financian con fondos propios de INIA se agrega un proyecto INNOVAGRO con financiación de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación, aprobado en 2019.

La investigación fundamental y tecnológica de la Plataforma de Bioinsumos cuenta con la participación de un equipo de investigadores y personal de INIA, de la Universidad de la República y de otras instituciones de investigación nacionales e internacionales, y estudiantes de grado y de posgrado que desarrollan su trabajo académico en el marco de la misma. El trabajo se articula con empresas privadas que poseen vasta experiencia en la producción y comercialización de bioinsumos, con las que se ha trabajado en conjunto desde hace varios años. Los productos y el conocimiento generado serán objeto de publicaciones y representan el respaldo científico y experimental para los procesos de registro y uso de los nuevos bioinsumos en desarrollo.

La Plataforma estudia la funcionalidad e interacciones de comunidades de microorganismos, selecciona cepas microbianas y desarrolla prototipos de biofertilizantes y de biocontroladores para su uso en los diferentes sistemas de producción.

El trabajo de la Plataforma de Bioinsumos se realiza en forma coordinada con instituciones de investigación nacionales e internacionales y empresas privadas.

## PROYECTOS

### Bioproducción, formulación y aplicación

Este proyecto propone atender aspectos clave en el desarrollo de los bioinsumos en lo que respecta a las formas de producción y formulación, y también considera su aplicación en cultivos de importancia económica, como lo son el trigo, el arroz y la soja.

Para ello, biopolímeros derivados de residuos lignocelulósicos están siendo desarrollados como estrategia para mejorar la sobrevivencia de rizobios y microesclerocios de *Metarhizium* coinoculados en semillas de soja, junto al Departamento de Procesos Forestales de la Facultad de Ingeniería (Udelar). Por otra parte, la inclusión de biopolímeros con acción protectora de esporas de *Trichoderma* durante el secado mediante la técnica de *spray-drying*, está siendo evaluada para su uso en el control de enfermedades en cereales como trigo y arroz. Otra vertiente explorada en este proyecto es el uso de *Trichoderma* para la biogénesis de nanopartículas con acción antifúngica para la protección de los cultivos mencionados, junto al Laboratorio de Biotecnología, Facultad de Química, Udelar.

### Interacciones planta - microorganismo - plaga

Este proyecto se centra, por una parte, en el estudio de la interacción directa entre los microorganismos benéficos y las plantas o, indirectamente, a través de la interacción entre los microorganismos y los insectos plaga o los agentes causantes de enfermedades en cultivos. En particular, se estudia cómo un inoculante en base a especies de *Bacillus* mineralizadores de fósforo orgánico aplicado en semilla de soja mejora la nodulación por rizobios coinoculados y su efecto sobre la nutrición y rendimiento de las plantas.

Otra interacción de interés ocurre entre la chinche de la soja y hongos entomopatógenos seleccionados para su control. En este proyecto se busca determinar la composición de la cutícula de estos insectos, el efecto que sobre estos tienen los insecticidas comúnmente en uso, y cómo componentes específicos de la cutícula del insecto pueden ser utilizados para mejorar la virulencia de los controladores biológicos en estudio.

## Microorganismos promotores del crecimiento vegetal y microbioma

En este proyecto confluyen el estudio del efecto de microorganismos benéficos seleccionados, tanto hongos como bacterias, sobre la comunidad de microorganismos rizosféricos y endófitos en plantas de soja, trigo y arroz. El microbioma de la interfase suelo-raíz es visto no solo como un proveedor de microorganismos útiles, sino como un ambiente que puede ser manipulado por el uso de microorganismos benéficos, con gran impacto en el desarrollo de las plantas.

Por otra parte, los experimentos de largo plazo son sistemas ideales para el estudio de los cambios producidos sobre las comunidades microbianas del suelo y de la rizósfera causados por los diferentes sistemas de producción. Por este motivo, los experimentos de largo plazo, como los ubicados en INIA La Estanzuela, con décadas ininterrumpidas de manejo controlado, brindan una oportunidad única para investigar la respuesta de las comunidades microbianas a los cambios en el suelo, producidos por la intervención humana.

## Fijación biológica de nitrógeno en soja y leguminosas forrajeras

Este proyecto da continuidad a una política nacional, de varias décadas, que ha tenido amplia aceptación por el sector productivo y ha permitido que el nitrógeno derivado de la atmósfera, mediante el proceso de fijación biológica de nitrógeno (FBN), sea la principal fuente de este macronutriente en cultivos extensivos de leguminosas forrajeras y de soja. Esta tecnología conlleva una reducción de los costos asociados al uso de fertilizantes nitrogenados de síntesis y disminuye el impacto ambiental negativo asociado a su uso.

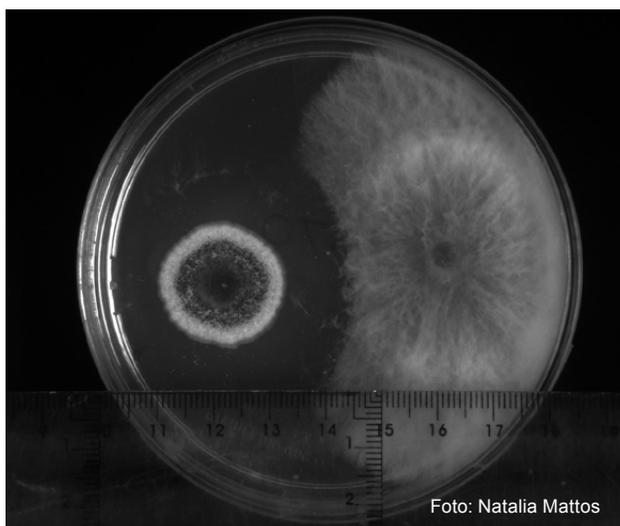


Foto: Natalia Mattos

**Figura 1** - Antagonismo entre *Metarhizium robertsii* ILB167 y patógeno del suelo *Pythium ultimum* ILB317.

Las líneas de investigación en FBN de leguminosas forrajeras se desarrolla junto al grupo de Bioquímica de Facultad de Agronomía. Los nuevos desafíos implican la selección de nuevas cepas de rizobios para *Lotus uliginosus* y para sus híbridos con *Lotus corniculatus*, nuevas cepas promisorias para alfalfa con mejor adaptación y alta eficiencia simbiótica, así como determinar el efecto de cepas de rizobios naturalizadas sobre la nodulación y la fijación biológica de nitrógeno principalmente en trébol blanco.

La investigación en FBN en soja se desarrolla conjuntamente con el Laboratorio de Microbiología (Departamento de Biología Vegetal de la Facultad de Agronomía y el Laboratorio de Microbiología de Suelos de la Facultad de Ciencias). Las investigaciones en curso buscan generar información sobre la competencia y persistencia de cepas de rizobios introducidas y naturalizadas, identificar marcadores moleculares en los cultivares de soja desarrollados por el Programa de Mejoramiento Genético de Soja de INIA asociados a una alta eficiencia en la FBN, mejorar el desempeño de la simbiosis soja-rizobios en condiciones de estrés hídrico, e identificar las prácticas de inoculación que conducen a una mejor expresión agronómica de la FBN en condiciones de campo.

- La Plataforma de Bioinsumos nuclea las capacidades de investigadores de INIA de diferentes programas de investigación y sistemas de producción, a los que suma investigadores de la Universidad de la República y estudiantes de grado y posgrado en biotecnología, ciencias biológicas y agronomía.
- La generación de conocimiento sobre las múltiples interacciones que se dan en un cultivo se integra con el desarrollo de tecnologías y manejos para una agricultura sustentable.
- La participación de empresas en los proyectos de investigación permite una orientación de las actividades hacia la obtención de tecnologías con demanda en el sector productivo.
- La colaboración y prestación de servicios a la Dirección General de Servicios Agrícolas del MGAP permite la coordinación de acciones en temas relacionados al desarrollo y registro de insumos biológicos.

## REFERENCIAS

Altier N, Abreo E (2020). One health: considerations in the International Year of Plant Health. Agrociencia Uruguay 24 (NE2), 1 - 14.

Altier N, Abreo E, Beyhaut E, Rivas F, Barlocco C, Garaycochea S, Dini B, López V, Mattos N, Mortalena M (2020). PLATAFORMA DE BIOINSUMOS DE USO AGRÍCOLA: desarrollo de tecnologías y productos basados en microorganismos benéficos. Revista INIA 61, 85-90.