



Foto: DAUA

Micro2Health: el potencial del microbioma del suelo para una agricultura más saludable y resiliente

Ing. Agr. MSc. Mariana Urraburu¹,
Ing. Agr. PhD. Carolina Leoni²,
Lic. María Inés Ávila³

¹Área de Recursos Naturales, Producción y Ambiente - INIA

²Área de Recursos Naturales, Producción y Ambiente; Sistema vegetal Intensivo - INIA

³Especialista en Comunicación - DAUA

El proyecto Micro2Health investiga el papel del microbioma del suelo como base para una agricultura más saludable y resiliente. A través de la cooperación científica entre Uruguay y Alemania, se busca comprender cómo los microorganismos pueden potenciar la salud del suelo, mejorar el desempeño de los cultivos y contribuir a una producción de alimentos más sostenible.

En los últimos años, ha crecido el interés por los microorganismos del suelo como aliados estratégicos para enfrentar algunos de los principales desafíos de la agricultura moderna. Lejos de ser solo “tierra”, el suelo es un ecosistema vivo, con miles de millones de organismos que cumplen funciones clave en la fertilidad, el control biológico, la retención de agua y la resiliencia frente al estrés ambiental (FAO, 2020). En este contexto se enmarca Micro2Health (microorganismos

para la salud del suelo y las plantas), que constituyen las actividades de investigación del Componente 1 del Diálogo Agropecuario Uruguayo-Alemán (DAUA). Su objetivo principal es conocer mejor las prácticas agrícolas que maximizan los procesos mediados por el microbioma del suelo, con miras a promover suelos sanos y agroecosistemas más resilientes, que a su vez contribuyan a una producción de alimentos más sostenible.

UN PUENTE CIENTÍFICO ENTRE URUGUAY Y ALEMANIA

Micro2Health es parte de la colaboración científica entre Uruguay y Alemania, impulsada por el DAUA, una iniciativa bilateral que busca fomentar el intercambio de conocimientos y experiencias entre ambos países en temas agropecuarios clave.

En este marco, Micro2Health es una investigación liderada conjuntamente entre el Julius Kühn-Institut (JKI) de Alemania y el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) de Uruguay, en articulación con instituciones académicas y redes técnicas de ambos países. Tiene una duración prevista de cinco años, de 2023 a 2027.

Para conocer más sobre los objetivos y primeras actividades de Micro2Health, se puede acceder al video realizado en el marco del DAUA:

Acceda **AQUÍ**



TRABAJO CONJUNTO EN CAMPO Y LABORATORIO

En febrero de 2025 el proyecto alcanzó un hito importante con la visita a Uruguay de dos integrantes del equipo alemán, Simon Lewin y Niklas Plag del JKI, quienes trabajaron junto a las investigadoras Carolina Leoni y Mariana Urraburu de INIA (Figura 1).



Figura 1 - Visita de parte del equipo alemán a INIA Las Brujas. De izquierda a derecha: Niklas Plag (Julius Kühn-Institut - JKI, Alemania), Mariana Urraburu (INIA), Dagmar Wittine (Líder de Proyecto del Diálogo Agropecuario Uruguayo-Alemán -DAUA) y Simon Lewin (JKI) (Foto gentileza Dagmar Wittine).

Micro2Health es una investigación conjunta entre JKI de Alemania e INIA de Uruguay, en articulación con instituciones académicas y redes técnicas de ambos países.

Esta visita permitió avanzar y ajustar el diseño de las actividades experimentales, fortaleciendo la articulación entre los equipos de ambos países.

Como parte de la visita realizada, los investigadores visitaron los experimentos de largo plazo (ELP) que INIA mantiene en Las Brujas (Canelones) y en Palo a Pique (Treinta y Tres), sitios experimentales estratégicos para evaluar los efectos del manejo agronómico sobre la salud del suelo. Asimismo, en conjunto se definieron los protocolos de muestreo y procesamiento de suelos y plantas, estableciendo una metodología estandarizada para ambos países. Este enfoque permite generar datos comparables bajo diferentes condiciones ambientales y productivas, y así fortalecer la base científica de los resultados obtenidos en el proyecto.



Diálogo Agropecuario Uruguayo-Alemán

El DAUA es un proyecto de cooperación entre Uruguay y Alemania, con proyección regional, que promueve el desarrollo de sistemas de producción sostenibles y resilientes al clima, con enfoque agroecológico.

Actúa como un catalizador para la generación de redes técnicas, científicas e institucionales que permiten abordar desafíos comunes desde una perspectiva colaborativa, combinando ciencia, innovación y conocimiento local.

Para conocer más sobre este proyecto: www.dialogoagro.uv

Acceda **AQUÍ**





Foto: Ruben Núñez

Figura 2 - Equipo de investigadores y colaboradores de Micro2Health durante los muestreos de suelo y plantas en el experimento de largo plazo de Palo a Pique - INIA Treinta y Tres.

Una de las actividades principales durante la visita fue la realización de una campaña de muestreo de suelo y plantas en el ELP de Palo a Pique “Intensificación sostenible de sistemas ganadero-agrícolas” en INIA Treinta y Tres (Figura 2). El objetivo fue ampliar la colección de aislados bacterianos nativos obtenidos de suelo y rizósfera, y así disponer de una colección microbiana más diversa y representativa del este del país. Esto permitirá evaluar y seleccionar consorcios microbianos sintéticos con potencial para fortalecer la salud del suelo y el desempeño de los cultivos en distintas condiciones edafoclimáticas.

Luego del trabajo de campo, se realizaron actividades de laboratorio en INIA Las Brujas. Allí se afinaron los

criterios para el procesamiento de muestras de suelo y planta y para el aislamiento de microorganismos, así como su conservación en la colección de INIA. También se ajustaron los procedimientos para el envío de una copia de la colección obtenida a JKI-Alemania, en conformidad con los lineamientos del Protocolo de Nagoya, que regula el acceso a recursos genéticos y la distribución justa de los beneficios derivados.

DESDE EL SUELO AL INVERNADERO... Y AL CAMPO

La colección de microorganismos obtenida (integrada por 750 aislados bacterianos) enviada a Alemania será caracterizada y evaluada genética (*in silico*) y funcionalmente a nivel de laboratorio (*in vitro*), buscando identificar aquellos microorganismos que expresen caracteres de interés (ver recuadro), o sea mayor potencial para mejorar la salud del suelo y de las plantas.

Posteriormente, los microorganismos seleccionados serán evaluados en condiciones controladas en invernaderos (Figura 3), tanto con suelos alemanes como con suelos uruguayos provenientes de los sitios de estudio. Finalmente, los más prometedores serán probados a campo en Uruguay en los ELP de Las Brujas y Palo a Pique, en condiciones reales de manejo, para validar su eficacia y utilidad práctica.

Los microorganismos seleccionados serán evaluados en invernaderos con suelos alemanes y uruguayos. Los más prometedores serán probados a campo en Uruguay en los ELP de donde se aislaron.



Figura 3 - Experimento en invernadero realizado en el JKI para evaluar el efecto de la inoculación de las semillas de avena con un consorcio microbiano sintético, que fue diseñado a partir de aislados bacterianos obtenidos del ELP INIA Las Brujas. El experimento se realizó en las instalaciones de JKI, y se utilizó suelo proveniente de un ELP de Alemania.

FORMACIÓN DE CAPACIDADES: UN DOCTORADO APLICADO AL TERRITORIO

Micro2Health también constituye un espacio de formación para jóvenes investigadores. En este contexto, la Ing. Agr. MSc. Mariana Urraburu desarrolla su doctorado en Ciencias Agrarias, Facultad de Agronomía - Udelar, con la supervisión conjunta de la Ing. Agr. PhD. Carolina Leoni (INIA) y la Dra. Doreen Babin (JKI). El foco de la tesis doctoral es la interacción entre prácticas agrícolas, microbioma del suelo y salud de los cultivos.

Como parte de esta formación, Mariana Urraburu realizó una pasantía de tres meses en el Julius Kühn-Institut (JKI), entre abril y junio de 2025 (Figura 4). Durante su estadía, se capacitó en técnicas de caracterización funcional y genética de aislados bacterianos provenientes del ELP de Palo a Pique -

CARACTERES DE INTERÉS ESTUDIADOS EN LA COLECCIÓN DE AISLADOS BACTERIANOS

- *Producción de exopolisacáridos (EPS)*

Los EPS son compuestos azucarados secretados por bacterias, que ayudan a formar agregados del suelo, lo que mejora su estructura, aireación y retención de agua.

- *Producción de ácido indolacético (AIA)*

El AIA es una fitohormona producida por plantas y algunas bacterias del suelo, estimula el crecimiento y desarrollo de las raíces.

- *Producción de sideróforos*

Los sideróforos son moléculas producidas por microorganismos que capturan hierro del ambiente, facilitando su absorción por las bacterias y, en algunos casos, también por las plantas.

- *Actividad enzimática*

Quitinasa, celulasa y proteasa: enzimas que contribuyen a la degradación de compuestos orgánicos complejos y pueden tener efectos biocontroladores.

Fosfatasa: enzima que moviliza fósforo orgánico, haciéndolo disponible para la planta.

ACC desaminasa: enzima que reduce los niveles de etileno en la planta, promoviendo el crecimiento bajo condiciones de estrés.

INIA Treinta y Tres. Además, participó activamente en la instalación y monitoreo del primer ensayo de invernáculo que evalúa el consorcio sintético microbiano seleccionado del ELP de INIA Las Brujas, con el objetivo de promover la salud del suelo y el crecimiento de plantas de avena. Esta experiencia contribuyó no solo al avance del proyecto, sino también al fortalecimiento de capacidades locales en el estudio y uso de microbiomas agrícolas.

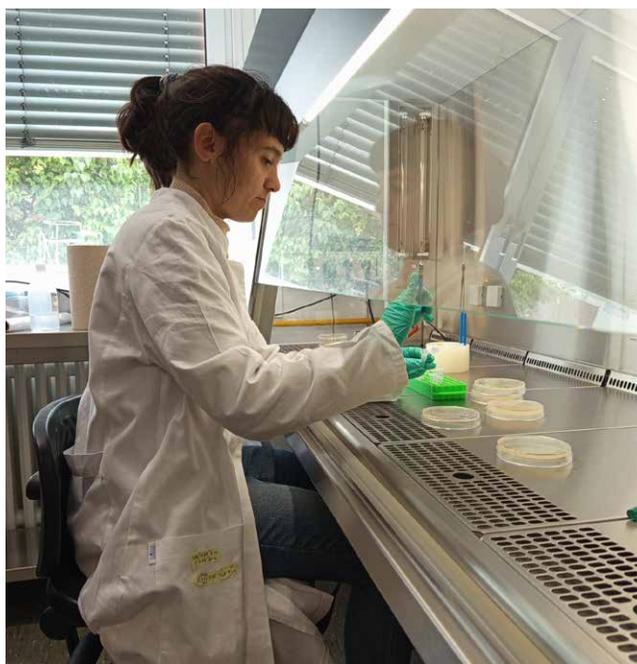


Figura 4 - Ing. Agr. MSc. Mariana Urraburu durante su pasantía doctoral en el JKI.

MICROORGANISMOS COMO ALIADOS DE LA SOSTENIBILIDAD

El microbioma del suelo tiene el potencial para reducir la dependencia de insumos externos, como fertilizantes y pesticidas sintéticos, y al mismo tiempo mejorar la eficiencia del uso de recursos naturales. El estudio del microbioma del suelo para su uso agropecuario contribuirá a enfrentar los desafíos actuales del agro: la necesidad de adaptarse al cambio climático, mejorar la productividad de manera sostenible y conservar los recursos naturales para las futuras generaciones. Mediante el estudio de las comunidades microbianas del suelo y la rizosfera, Micro2Health aporta en esta dirección.

La integración entre ciencia, tecnología y conocimiento local, sumada a la cooperación internacional, posiciona a proyectos como Micro2Health como catalizadores de

La integración entre ciencia, tecnología y conocimiento local, sumada a la cooperación internacional, son catalizadores de una transformación agroecológica con base científica, donde los microorganismos del suelo dejan de ser invisibles para convertirse en protagonistas del futuro del agro.

una transformación agroecológica con base científica, donde los microorganismos del suelo dejan de ser invisibles para convertirse en protagonistas del futuro del agro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y FUENTES DE CONSULTA

- Berg *et al.* 2020. Microbiome definition re-visited: old concepts and new challenges. *Microbiome* 8:103.
- FAO (2020). State of knowledge of soil biodiversity – Status, challenges and potentialities. Rome.
- Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios. (2014). Convenio sobre la Diversidad Biológica. <https://www.cbd.int/abs/>

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Microbioma del suelo: conjunto de microorganismos (bacterias, hongos, arqueas, virus, etc.) y sus estructuras, metabolitos, elementos genéticos móviles (como transposones, fagos y virus) que habitan en el suelo, interactúan entre sí y con las plantas. Todos ellos inciden en procesos ecológicos clave (Berg *et al.*, 2020).

Rizósfera: suelo que rodea las raíces de las plantas, donde ocurre una intensa interacción entre las raíces y los microorganismos del suelo.

Consorcio microbiano sintético: conjunto de cepas microbianas seleccionadas por los investigadores para trabajar de manera sinérgica, promoviendo la salud del suelo y el crecimiento vegetal.

Protocolo de Nagoya: acuerdo internacional que regula el acceso a recursos genéticos y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su utilización.

Términos que indican el tipo de estudio:

- *In silico*: realizado por computadora o simulación.
- *In vitro*: realizado en laboratorio, fuera de un organismo.
- *In vivo*: realizado dentro de un organismo o en condiciones reales.