

El potencial biotecnológico del microbioma en la agricultura: fortaleciendo capacidades regionales desde el curso CABBIO COL12-2025

The biotechnological potential of the microbiome in agriculture: strengthening regional capacities through the CABBIO COL12-2025 course

Paula Alejandra Díaz Tatis*

DOI: 10.15446/rev.colomb.biote.v27n2.124617

En la década de los años treinta se descubrieron los suelos supresivos, aquellos capaces de evitar el establecimiento de enfermedades incluso en presencia de patógenos. No fue sino hasta los años ochenta cuando comenzamos a comprender que este fenómeno estaba asociado a la actividad de comunidades microbianas. Desde entonces, los avances en el campo de la microbiología agrícola han permitido identificar las funciones ecológicas de varios microorganismos del suelo que pueden cultivarse con relativa facilidad en condiciones de laboratorio. Esto ha contribuido no solo al conocimiento de las complejas interacciones y mecanismos moleculares que los microorganismos emplean para coexistir en un mismo nicho, sino también a su aprovechamiento como bioinsumos agrícolas. En la actualidad, se utilizan distintos gremios microbianos del suelo con el fin de controlar patógenos fúngicos y bacterianos, así como para mejorar la adquisición de macronutrientes, contribuyendo tanto a la nutrición vegetal como a la fertilidad del suelo.

En las últimas dos décadas, y gracias a los avances en la generación y análisis de datos genómicos, se ha logrado describir con mayor detalle la composición y estructura de las comunidades microbianas que habitan diferentes espacios de la planta: la rizósfera (asociada a la raíz), la filósfera (superficies aéreas) y la endósfera (interior de los tejidos). La secuenciación del ADN de muestras provenientes de estos ambientes ha permitido conocer el repertorio génico de los microorganismos sin necesidad de su cultivo en laboratorio. Este enfoque ha acelerado la comprensión de la ecología microbiana, al revelar la composición, estructura, interacciones y posibles roles de la microbiota bajo diversos tipos de estrés biótico y abiótico.

Más recientemente, el estudio de la microbiota tanto de la rizósfera como de la filósfera en cultivos de interés agrícola ha permitido identificar grupos taxonómicos clave que contribuyen a la resiliencia de las plantas frente a altas temperaturas, sequías y condiciones de salinidad

* PhD., MSc., Profesora Asistente, Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional de Colombia, Carrera 30 No. 45-03, Bogotá D.C., Colombia, padiazta@unal.edu.co, <https://orcid.org/0000-0001-8334-966X>.

elevada, entre otros factores. Por ello, ante las crecientes amenazas climáticas sobre los cultivos, se hace imperativa la búsqueda de nuevas alternativas que mitiguen estas limitaciones y aseguren la sostenibilidad de la producción agrícola.

Esta necesidad fue el punto de partida para la formulación del curso teórico-práctico “Potencial biotecnológico del microbioma en la agricultura: hacia el diseño e implementación de comunidades sintéticas para mitigar los efectos del cambio climático en cultivos” desarrollado del 8 al 19 de septiembre en la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. El curso fue organizado y coordinado por el Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia y contó con la participación de diez docentes nacionales de la Sede Bogotá, junto con dos profesores invitados de la Universidad Nacional de La Plata (Argentina) y del INTA (Argentina). Participaron dieciséis estudiantes provenientes de distintos países latinoamericanos: ocho de Colombia, dos de Brasil, dos de Argentina, dos de Uruguay, uno de Perú y una estudiante de Paraguay. El curso, con una intensidad de 80 horas en modalidad presencial, tuvo como propósito fortalecer las capacidades de jóvenes investigadores y profesionales latinoamericanos, brindándoles fundamentos teóricos y prácticos para el estudio y la aplicación de tecnologías basadas en el potencial de los microbiomas con el fin de fortalecer la investigación y promover el desarrollo de sistemas agrícolas más sustentables frente a los efectos del cambio climático en la región.



Con el propósito de alcanzar los objetivos del curso, se definieron cuatro resultados de aprendizaje que guiaron el desarrollo de las actividades teóricas y prácticas. El primero de ellos

buscó que los participantes reconocieran y aplicaran técnicas de aislamiento, cultivo, caracterización funcional y edición genética de inoculantes microbianos, incorporando además los principios de bioseguridad necesarios para el trabajo con microorganismos del suelo y de la rizósfera. Este componente incluyó aspectos fundamentales en microbiología agrícola como el manejo microbiológico básico, la caracterización de microorganismos del suelo, la producción y formulación de bioinoculantes, su aplicación en cultivos y las estrategias de edición genética aplicadas a estos. El desarrollo de este bloque estuvo a cargo de las profesoras Ibonne García, Nubia Moreno y Paula Díaz, del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia, junto con los docentes invitados Antonio Lagares (Universidad Nacional de La Plata) y Nicolás Ayub (INTA, Argentina).

El segundo resultado de aprendizaje estuvo enfocado en el análisis de datos de metagenómica y en la aplicación de enfoques de redes metabólicas para comprender la estructura, función y complementariedad de las comunidades microbianas, con miras al diseño racional de consorcios orientados a una agricultura más sustentable. Durante este módulo, los estudiantes aprendieron a extraer ADN metagenómico de rizósfera, construir librerías metataxonómicas y realizar la identificación taxonómica mediante el análisis del gen 16S rRNA. Posteriormente, abordaron el análisis de abundancia y diversidad bacteriana, el ensamblaje y binning de genomas a partir de datos metagenómicos, así como la asociación de genes con rutas metabólicas y su

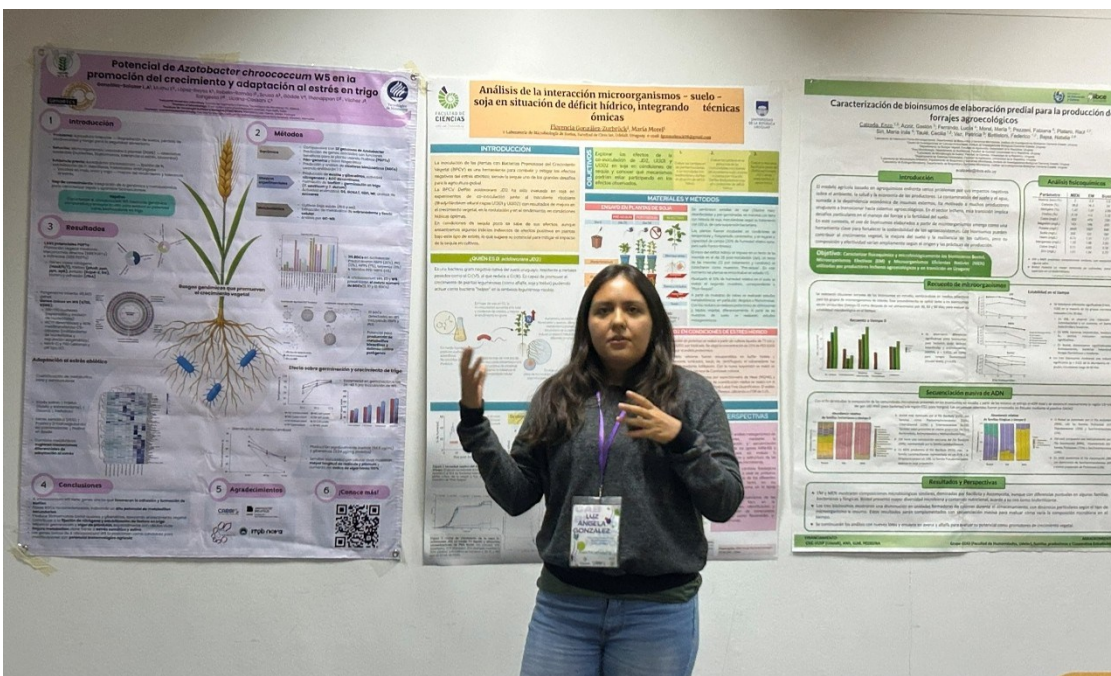




representación en redes metabólicas de escala genómica. Finalmente, se introdujeron los principios de la ingeniería de microbiomas y el diseño racional de consorcios microbianos como herramientas para el aprovechamiento biotecnológico de las comunidades microbianas del suelo. Este bloque fue liderado por los profesores Ibonne García, Johan Alcántara y Luis Miguel Serrano, del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia, junto con Maryam Chaib de Mares y Alejandro Caro, del Departamento de Biología de la misma institución.

El tercer resultado de aprendizaje se centró en el diseño y la ejecución de experimentos orientados a evaluar el impacto de biofertilizantes y bioestimulantes microbianos sobre la fisiología vegetal y la respuesta de las plantas frente a condiciones de estrés, tanto en invernadero como en campo. Durante este módulo, los participantes realizaron evaluaciones fisiológicas de plantas sometidas a estrés hídrico, mediante la medición de variables morfológicas y fisiológicas, y desarrollaron ensayos in vitro de biocontrol para analizar la efectividad de microorganismos frente a patógenos fúngicos y bacterianos. Asimismo, se llevaron a cabo pruebas en condiciones de invernadero para evaluar el desempeño de diferentes bioinoculantes y su potencial en la promoción del crecimiento vegetal y la mitigación del estrés. Este componente del curso fue liderado por las profesoras Paula Díaz y Luz Adriana Pedraza, del Instituto de Biotecnología, junto con la profesora Luz Marina Melgarejo, del Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia.

El cuarto resultado de aprendizaje buscó fortalecer la colaboración científica entre los participantes del curso, promoviendo la creación de redes de trabajo internacionales orientadas al desarrollo de proyectos conjuntos en microbiomas y agricultura sustentable. Para ello, se organizaron sesiones de socialización de los proyectos de investigación de los participantes en formato de póster, en las que se presentaron sus líneas de trabajo y discutieron posibles



sinergias con colegas de otros países. Estas actividades culminaron con un conversatorio en el que se reflexionó sobre los retos y oportunidades para impulsar investigaciones colaborativas en América Latina, consolidando así los primeros vínculos de una comunidad regional en biotecnología microbiana aplicada a la agricultura.

Invitamos a la comunidad científica latinoamericana a continuar fortaleciendo estos espacios de formación y colaboración que nos permiten avanzar hacia desarrollos biotecnológicos con impacto regional. La realización de este curso fue posible gracias al apoyo de MinCiencias y CABBIO (Centro Latinoamericano de Biotecnología), cuyo respaldo reafirma la importancia de invertir en la formación de talento humano y en la cooperación científica entre nuestros países. Desde el Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia, renovamos nuestro compromiso con la generación de conocimiento y con la construcción de una agricultura más sostenible, resiliente e inclusiva para América Latina.