

# Agroforestería

SEPARATA ESPECIAL  
ISSN 2248-7433 CD  
ISSN 2248-7425 WEB

## neotropical

Revista de la Red Agroforestal de Universidades de Colombia



# MicroRizos

**SIMPOSIO INTERNACIONAL**  
**INTERACCIONES**  
**MICROORGANISMOS**  
**SUELO PLANTA**  
**MEMORIAS**



**UNIMINUTO**  
Corporación Universitaria Minuto de Dios  
Educación de calidad al alcance de todos  
Vigilada por el Ministerio de Educación

**ZENKINOKO**

**CiB** Corporación para Investigaciones Biológicas  
La Ciencia al Servicio de la Vida



**Ciencias**

## Organizadores del Simposio Internacional:

Programa: “Productos y procesos tecnológicos con microorganismos rizosféricos para la restauración de suelos degradados en ecosistemas agroforestales y agrícolas”, Contrato 450 de 2021, Ministerio de Ciencias, Fondo Francisco José de Caldas y el proyecto “Microorganismos rizosféricos nativos como estrategia para mejorar la salud del suelo en sistemas agroforestales”

### Director Científico

Dr. Jairo Ricardo Mora Delgado (Universidad del Tolima)

### Comité de Organización

Coordinadora académica: Dr. Maryeimy Varón López  
Coordinadora administrativa: Jhusty Meliza Moreno  
Investigadora de campo: Gloria Lucia Martínez Restrepo  
Investigadora de laboratorio: Lizeth Carolina Ospina  
Asesora financiera: Lina Osorio Meneses  
Diseño y gestión de comunicaciones: Joseph Cristancho

### Investigadores

Jairo Mora Delgado  
Maryeimy Varón López  
Ximena Pulido  
Mario Gómez Martínez  
Indira Isis García  
Gisou Diaz Rojo  
Edgar Ávila Pedraza

### Conferencistas Internacionales

Dr. Lucas W. Mendes, CENA - USP, (Brasil).  
Dr. Thierry Alexandre Pellegrinetti, CENA - USP (Brasil).  
Dra. Blanca López, Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, S.C. (México).  
Dr. Ewald Sieverding, Universidad de Stuttgart Hohenheim, (Alemania).

### Conferencistas nacionales

Dr. Alejandro Caro Quintero, Universidad Nacional, (Colombia).  
Dra. Sandra Patricia Montenegro Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), (Colombia).  
Dr. David Borrego, Corporación para Investigaciones Biológicas (CIB), (Colombia).

## Contenido

PALABRAS DE INAUGURACIÓN: “Un modesto aporte al ciclo de la ciencia y ojalá semilla de disrupciones que nos lleven a nuevos conocimientos”	5
MEMORIAS Simposio Internacional: Interacciones Microorganismos-Suelo-Planta “Hacia una bioeconomía circular”	8
RESUMENES	12
Reflexiones para la búsqueda de bacterias promotoras de crecimiento vegetal	12
Ecología microbiana y bioinformática: herramienta para la agricultura sostenible	12
Redacción de artículos científicos	13
Importancia de las herramientas bioinformáticas para el estudio de los microorganismos	14
Microorganismos para promover el crecimiento de las plantas y mejorar suelos degradados	15
Prácticas agronómicas para optimizar la actividad de micorrizas arbusculares (HMA) en cultivos	16
Potencial de agregación de diferentes morfotipos de hongos de micorriza arbusculares (hma) asociados a los cultivos de cebolla de bulbo y papa: su contribución a la estabilidad del suelo.	17
Efecto de la inoculación de MPCV y HMA nativos en el desarrollo y crecimiento de <i>Gmelina arborea</i> roxb.	18
Evaluación integral del almacenamiento, captura y emisión de carbono en el sistema de producción de cacao bajo sistemas agroforestales con diferentes configuraciones de sombra en el municipio de Pauna, Boyacá	19
Efectos de la bioinoculación en el rendimiento productivo de <i>Gmelina arborea</i> en la etapa de vivero	20
Estudio de patógenos aislados de mazorcas de <i>Theobroma cacao</i> L (cacao) y el potencial de microorganismos promotores del crecimiento vegetal (MPCV) para mejorar la calidad del cultivo.	21
Efecto de la inoculación con trichoderma sp en la germinación de <i>Gmelina arborea</i> roxb en condiciones de vivero en Ibagué-Tolima.	22
Presentación del libro: propiedades físicas de los suelos y su importancia en el desarrollo de cultivos	23
Interacción de <i>Rhizophagus irregularis</i> y microorganismos solubilizadores de fósforo y su efecto sobre el crecimiento y supervivencia de <i>Gmelina arborea</i> en vivero	24
Efecto de un consorcio microbiano sobre parámetros morfométricos de <i>Gmelina arborea</i> roxb y parámetros relacionados con la calidad del suelo	25
Influencia de <i>Gmelina arborea</i> sobre la calidad del suelo bajo pasturas evaluada mediante indicadores microbiológicos y físicos	26
Identificación de hongos micorrícicos arbusculares asociados a un cultivo de aguacate ( <i>Persea americana</i> cv. Hass) en el departamento de Antioquia	27
Estrategias de biofertilización: diseño de un consorcio microbiano para el cultivo sostenible de aguacate	28
Producción de biomasa microbiana con potencial biofertilizante en biorreactor de tanque agitado	29
Efecto de los hongos de micorriza arbuscular en el crecimiento y rendimiento de cebolla de bulbo ( <i>Allium cepa</i> L.) En tres municipios de Boyacá	30

Estandarización de bioinoculante bacteriano y evaluación de su eficiencia en cultivos de cebolla de bulbo ( <i>Allium cepa</i> ) en Boyacá	31
Estandarización de procedimientos para la producción masiva de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en puente piedra	32
Respuestas dasométricas y fisiológicas de plantas de cacao en vivero a la aplicación de bioinoculantes microbianos experimentales, en Pauna, Boyacá.	33

## “Un modesto aporte al ciclo de la ciencia y ojalá semilla de disrupciones que nos lleven a nuevos conocimientos”

**Dr. Jairo Mora Delgado**

Profesor Titular

Universidad del Tolima

En el poema "**La noche cíclica**" de Jorge Luis Borges, se aborda la idea de que tanto los astros como los seres humanos están atrapados en ciclos eternos. Borges, inspirado en las enseñanzas de Pitágoras, sugiere que los mismos eventos, personajes y circunstancias se repiten a lo largo del tiempo, evocando una visión de la vida como un eterno retorno. Esta perspectiva resalta la inevitabilidad de la repetición; el mismo poema comienza y termina de manera cíclica, como reflejo del concepto de recurrencia infinita. Así transcurre la vida en la cultura y en las comunidades científicas, y cuando algo extraordinario sucede, cuando el ciclo se rompe para dar origen a nuevos hallazgos, el conocimiento avanza, y se rompe con lo que Kuhn denominaba la Ciencia Normal para dar origen a nuevos paradigmas. Tanto, las dinámicas cíclicas, como las rupturas son interesantes en la vida académica. Hoy iniciamos un relato de experiencias en un programa. El Programa "Productos y procesos tecnológicos con microorganismos rizosféricos para la restauración de suelos degradados en ecosistemas agroforestales y agrícolas".

Este Programa, durante tres años ha constituido un espacio de encuentro de investigadores, estudiantes de grado y posgrado, de interacción de jóvenes investigadores y profesores con experiencia acumulada. Desde el inicio, las discusiones fueron interesantes, para unos -como yo- más fuente de aprendizajes nuevos; para otros, la reconfirmación de sus tesis antes probadas; pero para todos, un pretexto para construir comunidad académica alrededor de unos protagonistas que siempre están presentes en la cotidianidad de la vida, como en los alcances más trascendentes del género humano: los microorganismos. Hace ya casi tres décadas, tuve mi primer acercamiento a estos minúsculos constructores, por las clases de microbiología de suelos con la Dr. Marina Sánchez en la Universidad Nacional de Colombia, y las lecturas del libro de Paul y Clark; después de eso, siempre me los he vuelto a encontrar, siguiendo aquello de los procesos cíclicos que suceden en nuestras vidas. Tal vez. Nosotros también seamos microorganismos en universos superiores, y el que vivimos, afortunadamente contamos con microbios, que están presentes en todos los espacios donde hay vida; de hecho, los microorganismos son las primeras expresiones de vida sobre el planeta según el clásico texto de Alexander Oparin.

Pero sin irnos tan lejos, quienes han transitado por la ciencias básicas, y las aplicadas de base biológica, saben de la importancia de estos organismos minúsculos: bacterias, hongos, virus, actinomicetos y protozoarios, forman parte de los ciclos vitales. La teoría del holobionte es la mejor alegoría de como los seres humanos somos el *sumun* y beneficiarios de las interacciones entre los microorganismos, los suelos y las plantas, pues esta aproximación propone que los organismos no viven de forma aislada, sino que forman una unidad con su microbioma, es decir, con los microorganismos que viven en y sobre ellos. Este conjunto, conocido como holobionte, funciona como un súper organismo.

La teoría sugiere que la evolución no solo ocurre a nivel del organismo individual, sino también a nivel del todo completo. Esto tiene implicaciones enormes, desde la medicina hasta la agricultura, ya que implica que al cuidar de nuestros microbiomas también estamos cuidando de nuestra salud y bienestar.

Por eso, quienes trabajamos con agroecosistemas, debemos ser conscientes que avanzar en el conocimiento de las relaciones entre bacterias y hongos presentes en el suelo y la rizosfera, constituye un aporte para comprender la movilidad, solubilización o transporte de nutrientes hacia las raíces de plantas que son fuentes de alimentos sanos para el hombre y los animales, y que, a la larga, se reflejan en bienestar de las comunidades antrópicas. En esa línea, nos hemos movido en este macroproyecto, pues los hallazgos de los beneficios de los microorganismos del suelo para mejorar la nutrición de las plantas se han visto reflejada en los resultados en ensayos con especies perennes, como al aguacate y el cacao, o de ciclo corto como la cebolla, y en una especie multiusos como es *Gmelina arborea*, excelente proveedora de forraje para rumiantes, además de sus conocidos usos madereros. Sobre dichos hallazgos nos contarán los investigadores del proyecto en este Simposio.

El Programa MicroRizos ha sido el espacio de reafirmación o modificaciones metodológicas en procesos convencionales en laboratorio, campo y vivero; pero también la oportunidad de aprendizaje de nuevas herramientas que facilitan y profundizan el conocimiento del del microbioma del suelo. Si bien, nuestros estudiantes de grado y posgrado, han aplicado las metodologías analíticas convencionales para aislar bacterias y hongos, clasificarlos y multiplicarlos; también los hallazgos con métodos moleculares, como la metataxonomía y el análisis de genoma competo, permitieron profundizar el conociendo de las especies de bacterias y hongos y sus funciones en el microbioma; así, taxas poco estudiadas como *Paenibacillus taichungensis* y *Pseudomonas sp* ahora están en las agendas de investigación de nuestros grupos de investigación, como buenos promotores de crecimiento, así como otros microorganismos son indagados por investigadores de las instituciones aliadas, seguramente con gran éxito.

Del conocimiento nebuloso que teníamos hace tres años atrás a las evidencias de hoy, muchas satisfacciones han sucedido en nuestros investigadores y estudiantes: en la universidad del Tolima, sabemos más de las bacterias solubilizadoras de fosfatos; de las interacciones sinérgicas o antagónicas entre microorganismos que son parte de un consorcio; se han identificado microorganismos patógenos para el cacao, la cebolla y el aguacate; como también lo beneficios de la resistencia inducida que pueden generar algunas especies de bacterias a las plantas. Valorar y entender estas interacciones constituye una base para establecer nuevos modelos de producción amigables con el ambiente, y eficientes en el ciclaje de la materia y la energía, principios fundamentales en un modelo de bioeconomía circular.

En este aprendizaje, el aporte de investigadores de la talla de los conferencistas que hoy nos acompañan fue fundamental. A ellos llegamos a través de lecturas de sus publicaciones, del colegaje con miembros de nuestro equipo, o del encuentro en espacios de encuentro científico similares a este; hoy los tenemos aquí. Gracias, a los doctores Lucas Mendes, Thierry Pellegrineti de Brasil; Blanca Gómez de México; Edward Sieverding de Alemania; también, a nuestros investigadores colombianos: Alejandro Caro Quintero, Sandra Montenegro y David Borrego. Gracias por permitirnos un espacio de sus vidas para compartir con nosotros sus conocimientos. También gracias a los investigadores de las instituciones aliadas: Cristina

Calle y Juan Carlos Bedoya de la CIB, Nubia Higuera y Laura Rodríguez de UNIMINUTO; Sair Sierra y Raúl Posada de Zenkinoko, y por supuesto al equipo de profesores de la Universidad de Tolima: Ximena Pulido, Mario Gómez, Indira García, Gisou Rojo y Edgar Ávila. Y en especial, un agradecimiento a quien ha fungido como coordinadora de este simposio, la profesora Maryeimy Varón López. Pero, no olvidamos que esto no funcionaría, si detrás de bambalinas no estuviese el equipo de profesionales de apoyo y estudiantes que se encargaron de la administración y logística del evento, A Meliza Moreno, Lucía Martínez, Lizeth Ospina, Joseph Cristancho, José Benavidez, Alexander Correa, Johan Villa, Laura Devia y Laura Olaya.

A todos ustedes, gracias por asistir y bienvenidos a este Simposio, que pretende ser un modesto aporte al ciclo de la ciencia y ojalá semilla de disrupciones que nos lleven a nuevos conocimientos.

Muchas gracias.

# MEMORIAS

## SIMPOSIO INTERNACIONAL

### INTERACCIONES MICROORGANISMOS-SUELO-PLANTA

#### “Hacia una bioeconomía circular”

Maryeimy Varón López, Joseph Cristancho y Jairo Mora Delgado

Profesores Universidad del Tolima

[mvaronl@ut.edu.co](mailto:mvaronl@ut.edu.co)

## Introducción

El evento académico Simposio Internacional INTERACCIONES MICROORGANISMOS-SUELO-PLANTA, “Hacia una bioeconomía circular” reunió a un grupo destacado de investigadores, expertos y profesionales del sector agroecológico, con el propósito de explorar y discutir los avances más recientes en el papel fundamental que desempeñan los microorganismos en la mejora de los sistemas agrícolas. Este evento no solo fue un espacio para el intercambio de conocimientos, sino también una oportunidad para resaltar el papel de la ciencia y la innovación en la transición de los sistemas de producción convencional hacia sistemas más sostenibles, resilientes y orientados a la restauración ecológica.

A lo largo de las conferencias y paneles, se presentaron investigaciones que abarcan desde la identificación y caracterización de bacterias

promotoras del crecimiento vegetal hasta el desarrollo de bioinoculantes y herramientas tecnológicas que maximizan el uso de hongos micorrizicos arbusculares y consorcios microbianos. Asimismo, se abordaron estrategias de manejo agroecológico que integran la salud del suelo con el desarrollo de cultivos como cacao, cebolla de bulbo, aguacate y el árbol de Melina, destacando su contribución a la estabilidad del suelo, la tolerancia a la sequía y la sostenibilidad de los ecosistemas agrícolas.

El panel de expertos y las ponencias enfatizaron cómo estas interacciones microorganismos-suelo-planta son fundamentales para construir una bioeconomía circular, donde los recursos naturales sean gestionados de manera eficiente y regenerativa, favoreciendo la transición agroecológica y la sustitución de insumos agrícolas

convencionales. Además, se subrayó la importancia de las herramientas bioinformáticas para comprender y aprovechar el vasto universo microbiano, así como la necesidad de fortalecer la capacidad de redacción científica para compartir los resultados de las diversas investigaciones con la comunidad global.

En estas memorias, se recogen los aportes significativos de este evento, proporcionando una visión integral de las investigaciones y prácticas innovadoras que están marcando el camino hacia una agricultura más sustentable y armoniosa con el medio ambiente.

Estas reflexiones constituyen un recurso valioso para investigadores, productores y tomadores de decisiones que buscan implementar estrategias agroecológicas basadas en las interacciones microorganismos-suelo-planta.

El evento fue llevado a cabo en los auditorios de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede centro y el Centro de Idiomas de la Universidad del Tolima en la ciudad de Ibagué, Colombia, en modalidad híbrida del 16 al 18 de octubre

## Antecedentes

El Simposio Internacional se desarrolló en el marco de ejecución del programa: “Productos y procesos tecnológicos con microorganismos rizosféricos para la restauración de suelos degradados en ecosistemas agroforestales y agrícolas”, Contrato 450 de 2021 financiado por el Ministerio de Ciencias a través del Fondo Francisco José de Caldas y el proyecto “Microorganismos rizosféricos nativos como estrategia para mejorar la salud del suelo en sistemas agroforestales” desarrollado por la

Universidad del Tolima, como un producto comprometido del programa.

## Metodología

Con el aval de la dirección del proyecto “Microorganismos rizosféricos nativos como estrategia para mejorar la salud del suelo en sistemas agroforestales”, se definió el comité organizador, dentro del cual la coordinación general correspondió a la Universidad del Tolima (sede de ejecución del evento), dónde el equipo técnico y administrativo del proyecto asumió un líder para cumplir con el plan de trabajo proyectado para cada una de las tareas del Simposio Internacional, basados en el cronograma y las actividades específicas de cada área.

### **Acto inaugural del Simposio Internacional Interacciones Microorganismos-Suelo-Planta**

El acto solemne inaugural contó con la participación del Vicerrector de investigaciones Dr Jonh Jairo Mendez, el decano de la facultad de MVZ Dr Omar Aristizabal, el decano de la Facultad de Ciencias Dr Leonardo Duvan, la Dr Maryeimy Varon del programa de Biología y el Dr Jairo Mors Delgado como Director científico del programa adscrito a la Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad del Tolima (Figura 1). También contó con la participación del Dr. Andrés Mejía, decano de la facultad de veterinaria de la UCC campus Ibagué .



Figura 1. Mesa inaugural del Simposio Internacional

El Simposio Internacional se desarrolló a lo largo de los días 16, 17 y 18 de octubre del año 2024 (ver Tablas 1 y 2 en los Anexos) y la participación de los actores de los diferentes ambientes, académicos y productivo. Para garantizar una mayor participación de investigadores, académicos y público en general, el Simposio ofreció modalidades tanto presenciales como virtuales, lo que permitió a numerosos interesados acceder a nuevos conocimientos y participar en los espacios físicos y ámbitos virtuales (Figura 3)

### Presentación de panelistas magistrales.

El grupo de conferencistas estuvo conformado por participantes internacionales y nacionales; los cuales compartieron conferencias magistrales y un panel de preguntas dirigidas en el cual se discutieron diferentes temas de interés entre el público asistente y los conferencistas (Figura 2).



Figura 2. Panel de preguntas dirigidas



Figura 3. Asistencia total por día al Simposio Internacional IMSP.

### Caracterización por género

El Simposio Internacional IMSP además de compartir metodologías, resultados e investigaciones, permitió la participación de género, obteniendo una asistencia más marcada por mujeres que por hombres, a lo largo de los 3 días (Figura 4).

### Caracterización de la asistencia.

Asistencia total en cada día, en sus diferentes modalidades

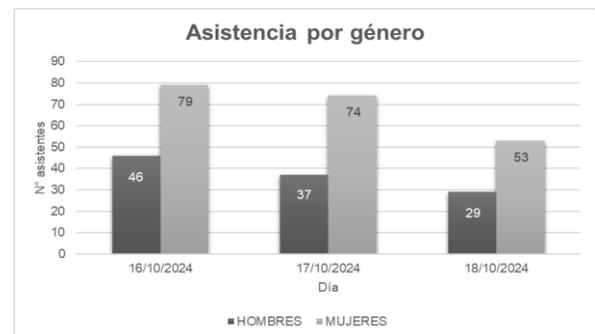


Figura 4. Participación de asistencia al simposio por género.

**Caracterización por instituciones participantes**

Se contó con la participación de diferentes actores de instituciones y gremios agropecuarios, dentro del total de los participantes donde un número importante fueron académicos universitarios como se observa en la Figura 5, lo que evidencia el impacto que tuvo el evento en las comunidades académicas de la región y el gremio agroecológico en general.



Figura 5. Participación de instituciones



## RESUMENES

### REFLEXIONES PARA LA BÚSQUDA DE BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL

ROMERO, B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Investigadora – Centro de Investigaciones  
Biológicas del Noroeste SC, Centro de  
Investigaciones Biológicas del Noroeste SC.  
IPN, Bashan Institue of Science.*

[bromero@cibnor.mx](mailto:bromero@cibnor.mx)

En los últimos 60 años la investigación sobre bacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPBs) ha incrementado significativamente. Tanto en el mercado de los biofertilizantes como en la literatura científica se refleja el interés por obtener bacterias que exhiben, principalmente, mecanismos para facilitar la adquisición de nutrientes esenciales para las plantas y en menor proporción para mitigar el estrés abiótico o biótico. A pesar de las numerosas evidencias sobre los beneficios de las bacterias con ciertos atributos de promoción de crecimiento, algunos desaciertos en las estrategias para su aislamiento, tamizaje y evaluación *in vitro*, ocasionan inconsistencias en los efectos esperados en las plantas. A ello se suma el efecto significativo que tienen las interacciones planta-bacterias en los efectos agronómicos observados. En este trabajo se proporcionan pautas y alternativas que pueden facilitar la toma de decisiones en etapas clave durante la obtención de PGPBs, desde la selección el tipo de muestras tales como fuentes de aislamiento, compartimentos del suelo o planta, características del suelo, medios

selectivos, etc. Asimismo, directrices para una evaluación cualitativa y cuantitativa apropiada de los atributos más comunes y el seguimiento de mecanismos mediadores como son la colonización y la formación de *biofilm*, los cuales aumentan las posibilidades para medir efectos en las plantas (parámetros agronómicos, forestales, etc.). Además, se exploran algunas estrategias sistemáticas basadas en estudios de caso para la selección de bacterias destinadas para la formulación de biofertilizantes y se analizan métodos de aplicación y formulaciones en base seca para aumentar la eficiencia de entrega de PGPBs y mantener su vida de anaquel.

**Palabras clave:** *biofertilizantes, inoculantes, mecanismos de acción de bacterias benéficas.*

### ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOINFORMÁTICA: HERRAMIENTA PARA LA AGRICULTURA SOSTENIBLE

LUCAS WILLIAM MENDES<sup>1</sup>, PhD

<sup>1</sup>Assistant Professor - Center for Nuclear Energy  
in Agriculture, University of São Paulo,  
Piracicaba, Brazil

[lwmendes@cena.usp.br](mailto:lwmendes@cena.usp.br)

El microbioma, particularmente dentro del suelo y la rizosfera de las plantas, desempeña un papel fundamental en el impulso de prácticas agrícolas sostenibles. La rizosfera, que forma la estrecha interfaz entre las raíces de las plantas y el suelo circundante, alberga una comunidad compleja y diversa de microorganismos. Estas comunidades microbianas regulan procesos clave que afectan el crecimiento de las plantas,

el ciclo de nutrientes y la resiliencia frente a los estreses ambientales. La naturaleza dinámica del microbioma de la rizosfera fomenta interacciones planta-microbio que pueden mejorar la disponibilidad de nutrientes, promover el crecimiento vegetal y mitigar tanto los estreses bióticos como abióticos. Los microorganismos beneficiosos dentro de esta comunidad pueden establecer relaciones simbióticas con las plantas, facilitando la absorción de nutrientes esenciales como nitrógeno y fósforo, y promoviendo la salud general de las plantas. Además, el microbioma es crucial para proteger los cultivos de patógenos transmitidos por el suelo al competir con microbios dañinos o estimular mecanismos de defensa de las plantas, como la resistencia sistémica inducida. Sin embargo, las prácticas agrícolas tradicionales y los programas de mejoramiento genético se han centrado en gran medida en la genética de las plantas sin tener en cuenta el papel de estos socios microbianos. Investigaciones emergentes sugieren que la selección para resistencia a enfermedades, tolerancia a la sequía o eficiencia en el uso de nutrientes debe considerar simultáneamente el microbioma, que puede ser modelado de manera no intencional por los rasgos de las plantas. En nuestros estudios, investigamos cómo la selección de variedades de cultivos impacta el microbioma de la rizosfera y sus funciones, encontrando que los taxones beneficiosos y sus rasgos funcionales asociados a menudo se enriquecen en cultivares resilientes. Los resultados destacan la necesidad de incorporar la ecología microbiana en los programas de mejoramiento moderno, ya que aprovechar las comunidades microbianas beneficiosas podría conducir a sistemas agrícolas más sostenibles. Al integrar la gestión del microbioma en las estrategias de desarrollo de cultivos, podemos optimizar el rendimiento vegetal mientras reducimos la dependencia de

insumos químicos, contribuyendo a un futuro agrícola más sostenible y resiliente.

**Palabras clave:** secuenciación de amplicones, metagenoma, microbiología, microbiología ambiental.

## REDACCIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

LUCAS WILLIAM MENDES<sup>1</sup>, PhD

<sup>1</sup> *Assistant Professor - Center for Nuclear Energy in Agriculture, University of São Paulo, Piracicaba, Brazil*

*lwmdes@cena.usp.br*

La escritura científica es un pilar fundamental en la generación y difusión del conocimiento, ya que permite comunicar de manera clara y precisa los resultados de las investigaciones. En ese sentido, redactar un artículo científico de calidad no solo es importante para facilitar la comprensión y reproducibilidad del estudio, sino también para asegurar su utilidad para el desarrollo de nuevas investigaciones y aplicaciones. La claridad, la objetividad y el rigor metodológico figuran como elementos esenciales en este proceso. De esta manera, un artículo científico bien elaborado debe partir de una hipótesis clara y objetivos definidos, sustentados en un diseño experimental adecuado. La metodología debe ser descrita con detalle suficiente para garantizar la reproducibilidad, mientras que los resultados deben presentarse de manera precisa, evitando repeticiones innecesarias o interpretaciones medianas. La discusión debe interpretar los hallazgos de forma crítica, relacionándolos con literatura existente y reconociendo tanto sus implicaciones como sus limitaciones.

Finalmente, en el proceso de lograr una redacción efectiva, es indispensable seguir una estructura lógica que responda a preguntas clave: ¿qué se hizo?, ¿cómo se hizo?, ¿qué se encontró? y ¿qué significa? Además de utilizar un lenguaje moderado y evitar afirmaciones absolutas. Herramientas como la lectura constante de literatura científica, el trabajo colaborativo, la elección cuidadosa de conceptos, y el uso de palabras clave relevantes, contribuyen a mejorar la calidad y el impacto de los escritos.

**Palabras clave:** *Escritura científica, claridad, reproducibilidad, discusión crítica, rigor metodológico.*

### IMPORTANCIA DE LAS HERRAMIENTAS BIOINFORMÁTICAS PARA EL ESTUDIO DE LOS MICROORGANISMOS.

PELLEGRINETTI, T.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Investigador - Universidad de São Paulo,  
Center for Nuclear Energy in Agriculture.

[tpellegrinetti@usp.br](mailto:tpellegrinetti@usp.br)

La bioinformática ha transformado el campo de la microbiología mediante el uso de técnicas computacionales para el análisis de datos genómicos, metagenómicos y metatranscriptómicos. Estas herramientas permiten la identificación precisa de especies microbianas, la clasificación taxonómica detallada y la predicción de funciones metabólicas a partir de secuencias de ADN. Gracias a los avances en la secuenciación de nueva generación, es posible estudiar con mayor profundidad la diversidad y las interacciones de las comunidades microbianas

en diferentes ecosistemas, lo que ha tenido un impacto significativo en áreas como la ecología, la biotecnología y la agricultura sostenible. El análisis del microbioma ha revelado cómo los microorganismos contribuyen a procesos biológicos clave, como los ciclos biogeoquímicos, la descomposición de materia orgánica y la promoción del crecimiento vegetal. En condiciones de estrés ambiental, como la sequía, los estudios han demostrado que la comunidad microbiana asociada a las plantas puede adaptarse mediante la selección de grupos específicos en la rizosfera que portan genes relacionados con la tolerancia al estrés. Por ejemplo, se ha observado que ciertas bacterias con capacidades para mejorar la absorción de nutrientes y sintetizar compuestos osmoprotectores se reclutan más frecuentemente bajo condiciones de estrés hídrico, ayudando a las plantas a mantener su desarrollo y productividad. Los enfoques basados en la metagenómica y la genómica recuperada de metagenomas (MAGs) han facilitado la identificación de genes de interés que pueden ser utilizados para el diseño de bioinoculantes personalizados, optimizados para mejorar la salud del suelo y la resiliencia de los cultivos frente a factores adversos. La capacidad de integrar grandes volúmenes de datos genómicos con análisis funcionales y predictivos ha permitido avances significativos en la biotecnología, como la producción de biofertilizantes y el uso de microorganismos para la restauración de suelos degradados. El futuro de la bioinformática en el estudio de los microbiomas incluye la adopción de tecnologías emergentes, como la secuenciación de larga lectura (PacBio, Nanopore), la expansión de bases de datos taxonómicas y funcionales, y el uso de inteligencia artificial para predecir estructuras proteicas y funciones metabólicas complejas. Estas innovaciones prometen mejorar la precisión de la biotecnología

microbiana, facilitando la creación de estrategias más efectivas para la gestión sostenible de los ecosistemas agrícolas y el desarrollo de una bioeconomía circular basada en el aprovechamiento de los microorganismos y sus capacidades únicas.

**Palabras clave:** *Análisis metagenómico, bioinoculantes, microbiomas y agricultura sostenible.*

### **MICROORGANISMOS PARA PROMOVER EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS Y MEJORAR SUELOS DEGRADADOS**

ROMERO, B.<sup>1</sup>; DE-BASHAN, L.<sup>2</sup>; MEDEL-NARVÁEZ, A.<sup>3</sup>; BACILIO, M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Investigadora – Bashan Institue of Science.*

<sup>2</sup>*Responsable de la colección de Herbario HCIB – Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste SC.*

<sup>3</sup>*Investigador – Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste SC.*

[bromero@cibnor.mx](mailto:bromero@cibnor.mx)

La degradación de suelos afecta la calidad de los bienes y servicios que estos brindan a la sociedad humana y ecosistemas. En 2022 la FAO estimó que el 33% de la superficie mundial se encontraba en degradación moderada o severa. En zonas áridas esta situación se agrava con el avance de la desertificación y cambio climático. Ante esta problemática las estrategias de restauración asistidas por microorganismos ofrecen una alternativa para recuperar las funciones edáficas y su productividad. Entre los microorganismos candidatos se encuentran bacterias de rizosfera, rizoplano, endófitas y micorrizas asociadas a plantas nativas. En

México, en el Desierto de Sonora se han implementado estudios pioneros de revegetación de suelos degradados con plantas nativas, dichas estrategias se denominan actualmente soluciones basadas en la naturaleza. En el estudio caso iniciado hace 20 años se sigue un modelo ecológico conocidos como 'islas de recursos' las cuales se forman por fabáceas que forman micro ambientes favorables para el reciclaje de nutrientes y el establecimiento de otras plantas, especialmente de cactáceas. Las islas de recursos acompañadas de la adición de diferentes combinaciones de microorganismos promotores de crecimiento vegetal y composta han evidenciado el efecto benéfico de los microorganismos en el establecimiento inicial de vegetación y su impacto positivo en el éxito de la restauración a largo plazo. En los estudios de seguimiento de este proyecto se ha encontrado que el suelo pudo recuperar la abundancia de sus bacterias fijadoras de nitrógeno a los 11 años de inicio de la restauración. Recientemente se encontró que, los suelos de las islas de recursos mostraron desarrollo del suelo, en el cual la capa superficial muestra una mayor actividad de enzimas relacionadas con los ciclos de N y C, así como cambios en las comunidades bacterianas respecto a los suelos sin restauración. En otras investigaciones a escala de invernadero se han aplicado biofertilizantes de consorcios de microalgas y bacterias en xerófitas. Se han encontrado cambios en la diversidad bacteriana que sugieren sugiriendo cambios favorables en la fertilidad de los suelos pobres, mientras que en estudios similares se han encontrado, además, taxones indicadores de restauración. En estudios en curso se analiza el efecto de la aplicación de inoculantes bacterianos de formulación polimérica y enmiendas de suelo en la salud de cactáceas decaídas por severa erosión del suelo. Los resultados iniciales

muestran resultados promisorios de mejoría en el vigor de las plantas asociada a la regeneración de raíces de absorción.

**Palabras clave:** *Bacterias promotoras de crecimiento vegetal, cactus, desierto, islas de recursos, plantas nodriza, restauración*

### PRÁCTICAS AGRONÓMICAS PARA OPTIMIZAR LA ACTIVIDAD DE MICORRIZAS ARBUSCULARES (HMA) EN CULTIVOS

SIEVERDING, E.<sup>1</sup>; OEHL, F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Ex docent and company owner - Institute of Agricultural Sciences in the Tropics (Hans-Ruthenberg Institute), University of Hohenheim.*  
<sup>2</sup>*Scientist, agro research - Agroscope, Competence Division for Plants and Plant Products, Ecotoxicology.*

[sieverding@aol.com](mailto:sieverding@aol.com)

Arbuscular mycorrhiza (AM) symbiosis in nursery and tree crops can easily be managed by inoculation technologies. Introduction of effective AM fungi is an easy and economic method as was shown in many nursery raised tropical fruit trees and shrubs. The management of AM is more difficult in broad acreage crops (cereals, legumes, tuber forming crops, grasslands etc), where inoculation is costly and technically often not feasible. The most economic way of seed treatment with inoculants often failed and big international companies gave up in experimenting with this technology. The success of inoculation for yield increases is not predictable and farmers do not accept the economic risk of using the often expensive inoculants, besides the often unknown quality of inoculants, and the needs

for technological changes to apply inoculants to broad acreage crops in the field. Because AM fungi are natively present in all terrestrial ecosystems, the alternative to inoculation technologies is the management of these native soil resources in favour of crop production by agronomic practices that anyway are applied by farmers. The main problem of this management practices is that native AM is a kind of “black box”, if not analyzed by time consuming methods. Here, we present some possibilities, how can be managed in favour of crop yield productivity. Our recommendations are mostly based on ecological studies that were carried out in South American and in Central European soils and crops. Provided that a field crop is mycotrophic (forms AM), a positive effect of AM is mainly based on two characteristics: a root colonization with AM and the quality of the native AM fungal (AMF) consortium, this means the effectiveness to work positive for crop yields. Under any AMF density situation in soils, root colonization success is higher when more roots are formed, or when the spore density of native AMF is high. Considering this, agronomic practices can be selected to increase root density and/or spore density: Ecological study results have shown under which agronomic cultivation conditions the density of AMF spores are high. Thus, this information serves for managing the root colonization. The prediction of the quality of native AMF consortia for improving crop growth is more difficult. In this respect, very little research was done, and we can give only few recommendations for agronomic practices that will maintain effective AMF species consortia in soils, or that avoid the accumulation of none-effective AMF species in soils. These are mainly crop rotations, intercropping and maintaining plant diversity, if possible all time over the year. This avoids that non-effective AMF species accumulate within the native AMF consortium. Under European

conditions, species of the effective genera *Funneliformis*, *Rhizoglyphus* and *Oehlia* are almost omnipresent. These generalists survive all kinds of agronomic practices so that under European conditions the main objective must be to increase root colonization by these fungi.

**Palabras clave:** *cambios en la composición de consorcios de HMA nativos, densidad de raíces, eficacia de consorcios de HMA, prácticas agronómicas, sistemas de cultivo.*

**POTENCIAL DE AGREGACIÓN DE DIFERENTES MORFOTIPOS DE HONGOS DE MICORRIZA ARBUSCULARES (HMA) ASOCIADOS A LOS CULTIVOS DE CEBOLLA DE BULBO Y PAPA: SU CONTRIBUCIÓN A LA ESTABILIDAD DEL SUELO.**

SIERRA, S.<sup>1</sup>

**<sup>1</sup>Ingeniero en Agroecología, Candidato a doctor en Ciencias ambientales y sostenibilidad, representante Legal – Zenkinoko SAS.**

[gerencia@zenkinoko.com](mailto:gerencia@zenkinoko.com)

La restauración de suelos degradados depende en gran medida de la estructura del suelo, así mismo esta es importante en procesos naturales como el ciclaje de nutrientes, la retención de agua y el secuestro de CO<sub>2</sub>. Esta característica está mediada por la formación de agregados, a su vez por organismos como los HMA y los rasgos de sus hifas, tales como la capacidad de extensión, el crecimiento relativo, la resistencia a la tracción y la habilidad para enredarse, entre otros, son cruciales para la agregación del suelo. La investigación tiene como objetivo evaluar el potencial de agregación de diferentes morfotipos de HMA asociados a los cultivos de cebolla de bulbo y

papa. Para ello, se sembraron plantas de papa y cebolla en macetas con suelos degradados e inoculadas con tres morfotipos nativos de HMA. En cada tratamiento que contenía un morfotipo, se inocularon 15 esporas, asegurando el contacto directo con las raíces, además en el tratamiento que contenía el consorcio de esporas, se inoculó con cinco esporas de cada morfotipo, con esto se evaluó la formación de agregados estables al agua, considerando su variación a lo largo del tiempo. Los resultados muestran que, independiente de los tratamientos, el porcentaje de agregados estables disminuye en los momentos de aplicación de fertilizantes, manteniéndose estables en los demás momentos. Los agregados de mayor tamaño (2000 y 1250 µm) presentaron un mayor aumento, mientras que los agregados más pequeños disminuyeron su porcentaje, aunque estos no presentaron diferencias significativas. Esto sugiere que el impacto en la agregación depende en gran medida de la aplicación de fertilizantes. Aunque cada morfotipo mostró un potencial individual para favorecer la formación de agregados, se observó que funcionan mejor cuando actúan en consorcio, evidenciando la sinergia entre los diferentes morfotipos, con lo cual se mejora la estabilidad estructural del suelo. Se sugiere que la combinación de HMA con una adecuada gestión de fertilización podría optimizar aún más la formación de agregados, lo que a su vez contribuiría a la mejora de la calidad del suelo y su capacidad para retener agua y nutrientes. Este enfoque podría ser crucial para la recuperación de suelos degradados, especialmente en cultivos como la cebolla de bulbo y la papa.

**Palabras clave:** *Agregación, Fertilización, Morfotipos, Nutrientes, Raíces.*

**EFFECTO DE LA INOCULACIÓN DE MPCV Y HMA NATIVOS EN EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE *Gmelina arborea* Roxb.**

DEVIA-GRIMALDO, L.D.<sup>1</sup>; PULIDO-VILLAMIL, X.C.<sup>2</sup>; VARÓN-LÓPEZ, M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Bióloga, estudiante de Maestría en Ciencias Biológicas - Universidad del Tolima\**

<sup>2</sup>*Docente, directora del Laboratorio de Microbiología y Micorrizas, Investigadora del Grupo de Genética y Biotecnología Vegetal y Microbiana (GEBIUT) - Universidad del Tolima.*

<sup>3</sup>*Docente del departamento de Química, Investigadora del Grupo de Química Aplicada a Procesos Ecológicos (QUAPE) - Universidad del Tolima.*

[\\*lddeviaqr@ut.edu.co](mailto:lddeviaqr@ut.edu.co)

El uso inadecuado de fertilizantes de síntesis química, especialmente aquellos que contienen nitrógeno (N) y fósforo (P) representa una problemática mundial que amenaza la sostenibilidad ambiental y agrícola, principalmente en ecosistemas con condiciones climáticas extremas, como en el Bosque Seco Tropical (BsT). En el marco de los objetivos de desarrollo sostenible y el enfoque de una sola salud, se ha planteado la reducción del uso de estos fertilizantes en un 20% para el 2030. Los Microorganismos Promotores de Crecimiento Vegetal (MPCV) y los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) son una alternativa ecológica que ha recibido gran atención por su posible uso como biofertilizantes naturales. Los objetivos de este estudio fueron caracterizar e identificar MPCV y HMA nativos, y evaluar su efecto en el desarrollo y crecimiento de plántulas de *Gmelina arborea* Roxb (Melina). Para ello, se determinó la capacidad de

solubilización de fosfato, fijación de nitrógeno, producción de amoníaco, ácido indolacético y sideróforos de bacterias previamente aisladas por dilución seriada de suelos asociados a plantaciones de *G. arborea* en el departamento del Tolima. Las cepas con mayores rendimientos en la promoción de crecimiento vegetal se identificaron molecularmente mediante el gen 16S rDNA. Por otro lado, las esporas de HMA, obtenidas mediante tamizado en húmedo y centrifugación en gradiente de sacarosa, se multiplicaron en cultivos monospóricos, identificándose morfológicamente el HMA más abundante. Posteriormente, los aislados seleccionados se inocularon individualmente y en consorcio en plántulas de Melina en ocho tratamientos: T0 (control- sin microorganismos), T1-T4 (aislados nativos de suelo asociado a Melina) y T5 - T7 (aislados nativos de suelo asociado a relaves mineros). Las bacterias DB1 (*Priestia aryabhatai*) y BB1 (*Bacillus velezensis*) mostraron los mejores resultados en las actividades de promoción de crecimiento vegetal y el HMA más abundante fue *Rhizophagus intraradices*. Las inoculaciones, especialmente aquellas con aislados provenientes de plantaciones de Melina, incrementaron la altura de las plántulas entre un 11,4 – 37,7% en comparación con el control, después de 75 días de crecimiento. Todas las bacterias, excepto el tratamiento con micorriza, aumentaron el área foliar en un 29,25 -37,31%. La biomasa seca fue 43,03 – 102,16% mayor que el control, destacando el tratamiento con DB1 (*Priestia aryabhatai*) como el más significativo. Las cepas seleccionadas constituyen bioinóculos potenciales para mejorar el rendimiento de especies forestales como Melina y podría contribuir a la reducción del uso de fertilizantes químicos.

**Palabras clave:** *consorcio microbiano, desarrollo y crecimiento, especie forestal, fijación de nitrógeno, solubilización de fosfato.*

**EVALUACIÓN INTEGRAL DEL  
ALMACENAMIENTO, CAPTURA Y EMISIÓN DE  
CARBONO EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE  
CACAO BAJO SISTEMAS AGROFORESTALES  
CON DIFERENTES CONFIGURACIONES DE  
SOMBRA EN EL MUNICIPIO DE PAUNA,  
BOYACÁ.**

ESCOBAR-QUIAZUA, M.<sup>1</sup>; HIGUERA-MORA N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Candidata a Magister en Cambio Climático y  
Desarrollo Sostenible – Corporación  
Universitaria Minuto de Dios;* <sup>2</sup>*Docente  
investigadora, Candidata a PhD en Estudios  
Ambientales y Rurales – Corporación  
Universitaria Minuto de Dios.*

[mescobarqu1@uniminuto.edu.co](mailto:mescobarqu1@uniminuto.edu.co)

Los sistemas agroforestales son un sistema de uso del suelo que presenta interacciones ecológicas y económicas donde integra especies forestales, en tiempo y espacio, con especies agronómicas perennes y/o producción. El uso de estos sistemas equilibra la producción agrícola, la conservación ambiental y la mitigación del cambio climático mediante la captura de carbono a través de la fotosíntesis. En este proceso, las plantas extraen el CO<sub>2</sub> de la atmósfera y lo convierten en biomasa, que se almacena en la vegetación y en el suelo. Los sistemas agroforestales han emergido como una estrategia prometedora para el cultivo de cacao, ya que brindan ventajas en términos de servicios ecosistémicos, conservación de biodiversidad, resistencia a condiciones climáticas extremas y estrés por altas tasas de radiación. En el presente estudio se estima el

almacenamiento, la fijación de carbono y el porcentaje de cobertura de los sistemas de producción de cacao. El área de estudio seleccionada fue el municipio de Pauna, Boyacá. Se utilizó una metodología completamente al azar con tres tratamientos que corresponden a tres sistemas de producción de cacao: 1) Sistema agroforestal con maderables, 2) Sistema agroforestal con frutales, 3) Sistema agroforestal mixto, cada uno con cinco repeticiones. Se estimó la captura de carbono atmosférico en la biomasa de arbustos de cacao y árboles de sombra mediante modelos alométricos, usando parcelas de muestreo rectangulares de 900 m<sup>2</sup> por unidad de muestreo. Los sistemas de producción almacenaron entre 75,31 y 164,34 t C/ha, Evidenciando una mayor acumulación de carbono en el sistema agroforestal mixto (SAF-MAD) debido a la cantidad de individuos y diversidad de especies forestales asociadas, que incluyen 17 especies. En contraste, los sistemas con especies mixtas (SAF-MF) y con especies frutales (SAF-FRU) que registran 21 especies, respectivamente. Además, se puede afirmar que el sistema agroforestal con maderables ofrece un mayor porcentaje de cobertura en comparación con los demás sistemas de producción de la región. Los sistemas de producción de cacao que incorporan otras especies promueven la diversificación de cultivos, mejoran la soberanía alimentaria y generan beneficios ecosistémicos. En particular, los sistemas agroforestales mixtos que combinan maderables y frutales se destacaron por su alta capacidad de captura de carbono, demostrando ser ambientalmente sostenibles en términos de mitigación y adaptación al cambio climático.

**Palabras clave:** *Cambio climático, carbono, biodiversidad, conservación ambiental, biomasa.*

**EFFECTOS DE LA BIOINOCULACIÓN EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE *Gmelina arborea* EN LA ETAPA DE VIVERO**

CRISTANCHO, J.<sup>1</sup>; MORA-DELGADO, J.<sup>2</sup>; GARCÍA, I.<sup>2</sup>; VARÓN, M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Estudiante Maestría en Ciencias Pecuarias - Universidad del Tolima.*

<sup>2</sup>*Profesor Departamento de Producción Pecuaria, Grupo SAFP - Universidad del Tolima.*

<sup>3</sup>*Profesora Departamento de Biología - Universidad del Tolima.*

[jfcristanchoqom@ut.edu.co](mailto:jfcristanchoqom@ut.edu.co)

Se ha evidenciado en diferentes estudios que *Gmelina arborea*, además de ser una especie maderable, puede ofertar forraje de buena calidad para rumiantes, por su aporte de proteína y alta digestibilidad. Con el fin de determinar el rendimiento productivo de Melina (*Gmelina arborea* Roxb.), se evaluaron plántulas bioinouladas con un consorcio de bacterias promotoras del crecimiento vegetal (*Pseudomona orientalis* + *Paenibacillus taichungensis*), en sustitución de la dosis convencional de urea. El estudio se realizó en un vivero de la Universidad del Tolima. Se emplearon 400 plántulas, ubicadas al azar. Los tratamientos fueron: T0, con 100% de la dosis convencional de urea (10 g/L); T1, con el 75% más un consorcio microbiano; T2, con el 50% más el consorcio, y T3, con el 25% más el consorcio; cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones, en un diseño experimental completamente al azar. El muestreo se realizó al azar al 15% de la población. Se midieron variables morfométricas de crecimiento en las plántulas como: altura, número de hojas, longitud del tallo, diámetro del tallo, largo y

ancho de hoja, y variables de calidad como: materia seca, Índice de calidad de Dickson y la tasa de crecimiento. Para el análisis estadístico se utilizó una prueba de Friedman para cada variable de crecimiento y una prueba de Wilcoxon con corrección de Bonferroni por día, comparando entre pares de tratamientos. Para las demás variables, se comprobaron los supuestos con Levene y Shapiro-Wilk y finalmente se sometieron al análisis de varianza de un factor ANOVA considerando significativos los resultados con  $p \leq 0.05$ , todo en lenguaje de programación R (Rstudio®). En los resultados, el T2 es el tratamiento más efectivo, mostrando mayores valores en la mayoría de las variables morfológicas, T0 y T3 por su parte tienden a tener valores menores comparados con T2. La tasa de crecimiento presentó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en la semana 9, 15 y 18, donde T1 y T2 presentaron los promedios más altos. El índice de calidad de Dickson fue alto en todos los tratamientos sin presentar diferencias significativas entre ellos con un valor promedio de  $1.25 \pm 0.62$ . Los resultados de materia seca fueron:  $11.14 \pm 4.65$ ;  $11.81 \pm 4.34$ ; T2:  $11.98 \pm 2.53$ , y  $9.15 \pm 3.22$  g/planta, para T0, T1, T2 y T3, respectivamente. Los niveles más altos se observaron en el T2. Adicionalmente, se mostró una producción muy similar al de las plántulas producidas a nivel de vivero de forma convencional al día 90 post-siembra. Esto sugiere, a manera de conclusión, que la aplicación de binóculos en la etapa de vivero produce plántulas robustas para el uso en sistemas forestales o agroforestales (bancos forrajeros), y puede ser económicamente viable, dada la misma productividad obtenida con la reducción de hasta un 50% de la fertilización nitrogenada, con el efecto colateral de disminuir significativamente el impacto al ecosistema por el uso indiscriminado de urea en los suelos colombianos.

**Palabras clave:** *banco forrajero, macroorganismos rizosféricos, materia seca, silvopasturas.*

**ESTUDIO DE PATÓGENOS AISLADOS DE MAZORCAS DE *Theobroma cacao* L (cacao) Y EL POTENCIAL DE MICROORGANISMOS PROMOTORES DEL CRECIMIENTO VEGETAL (MPCV) PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL CULTIVO.**

RIVERA-MEDINA, L.<sup>1</sup>; RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, L.<sup>2</sup>; VARÓN-LÓPEZ, M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Investigadoras del grupo de Investigación genética y biotecnología vegetal universidad del Tolima (GEBIUT) – Universidad del Tolima.*

<sup>2</sup>*Investigadora del grupo de Investigaciones agroecológica y gestión ambiental - Universidad minuto de Dios.*

[lxriveram@ut.edu.co](mailto:lxriveram@ut.edu.co)

Las enfermedades son el factor que causa mayores pérdidas en las producciones de cultivos de *Theobroma cacao* L afectando la calidad del fruto y suelo. En la actualidad se ha contemplado el uso de Microorganismos promotores del crecimiento vegetal (MPCV), para mejorar la calidad de las plantas y disminuir el uso de fertilizantes químicos, mejorando el estado fitosanitario, ya que plántulas con una microbiota más diversa tienen mayor capacidad de resistir a enfermedades. Los principales hongos asociados a cacao son *Phytophthora spp.*, *Moniliophthora spp.*, y *Lasiodiplodia spp.*, pero en los últimos años se ha reportado a *Diaporthe spp.*, como un nuevo patógeno de interés primario. Por lo tanto, este proyecto tiene como objetivo aislar hongos desde mazorcas de cacao y determinar el potencial de MPCV en el desarrollo de las plantas. Desde mazorcas de cacao se aislaron 15

microorganismos, estos fueron purificados en Agar Agua (AA), Agar Zanahoria (AZ) y Agar Papa Dextrosa (PDA) a las temperaturas de 24°, 30° y 37°C. Posteriormente fueron identificados a través del gen ITS. En vivero se evaluaron los tratamientos T0 (sin consorcio), T1 (*Paenibacillus taichungensis* (B19), *Pseudomonas orientalis* (BO6)), T2 (*Bacillus velezensis* (BB1), *Priestia aryabhatai* (DB2)) y T3 (Microorganismos en proceso de identificación). A los microorganismos empleados se les determinó la capacidad de producir sideróforos, proteasas y celulasas. A las plántulas se les realizaron inoculaciones de consorcio microbiano cada 30 días a una concentración de 1 x 10<sup>8</sup> UFC/mL. Se les evaluó altura total del tallo, número de hojas y diámetro del cuello de la raíz cada 45 días. Posteriormente se espera mostrara la presencia de la resistencia sistémica inducida (RSI) por medio de marcadores bioquímicos o moleculares. Los resultados encontrados muestran la presencia de *Neofusicoccum parvum* y *Diaporthe sp.*, donde se determinó como mejor medio de cultivo a temperatura ambiente AZ de 8 a 10 días y PDA para *Neofusicoccum parvum* de 10 a 12 días. Todos los microorganismos evaluados fueron productores de sideróforos y la mitad de productores proteasas y celulasas. *Bacillus velezensis* fue el microorganismo que presentó mayor capacidad de promoción de crecimiento. La evaluación de parámetros morfométricos no evidenció diferencias significativas entre el control frente a los consorcios microbianos, (ANOVA). Sin embargo, se espera que la planta mejore frente al ataque de fitopatógenos.

**Palabras clave:** *actividad enzimática, defensa vegetal, promotores del crecimiento.*

**EFFECTO DE LA INOCULACIÓN CON  
*Trichoderma* sp EN LA GERMINACIÓN DE  
*Gmelina arborea* Roxb EN CONDICIONES DE  
VIVERO EN IBAGUÉ-TOLIMA.**

MONTAÑEZ, Y. <sup>1</sup>; GIRALDO, Y. <sup>2</sup>; GÓMEZ, M. <sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Estudiante de postgrado- Universidad del Tolima;* <sup>2</sup>*Estudiante de pregrado – Universidad del Tolima;* <sup>3</sup>*Profesor de planta- Universidad del Tolima.*

[ytmontanezrod@ut.edu.co](mailto:ytmontanezrod@ut.edu.co).

*Gmelina arborea* es una especie exótica perteneciente a una de las plantaciones comerciales más relevantes establecidas en el país, el manejo forestal tradicional realizado en las plantaciones de esta especie puede generar impactos negativos en el ambiente es por ello que se planteó el uso de cepas solubilizadoras de fosfatos de *Trichoderma* sp. para su manejo en vivero teniendo en cuenta que los hongos de esta especie se caracterizan por ser promotores de crecimiento y agentes biológicos. Por lo anterior, se buscó evaluar el efecto de la inoculación con cepas de *Trichoderma* sp. en el manejo de *G. arborea* a nivel de vivero bajo diferentes tratamientos de aplicación. Se inició un proceso de evaluación de cepas de *Trichoderma* sp. en laboratorio con el fin de seleccionar las 3 cepas más eficientes en solubilización de fosfatos de un stock existente. La selección se realizó mediante pruebas cualitativas y cuantitativas de solubilización de fosfatos siendo crecimiento de halo de solubilización en medio PDA con purpura de bromocresol y curva de calibración respectivamente, posterior a la elección se realizó preparación de soluciones fúngicas, considerando un establecimiento en vivero de

cuatro tratamientos cada uno de ellos con 10 repeticiones en los cuales se evaluaron variables de germinación durante los primeros 30 días de las plántulas en vivero obteniendo como resultado que la cepa *Trichoderma* 3, presenta mejores promedios en cuanto a potencial germinativo y velocidad de germinación en comparación con los demás tratamientos e igualmente, potencio la característica de poliembrionía de las semillas que si bien es propia de la especie, tuvo mayor presencia en el tratamiento mencionado. Por lo que se concluye que la aplicación de microorganismos puede mejorar el desarrollo de las plántulas en vivero garantizando un menor porcentaje de mortalidad posterior al establecimiento de la plantación.

**Palabras clave:** *bioproductos, crecimiento, gestión ambiental, rendimiento, tratamientos de manejo forestal.*

Presentación del libro:

**PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS Y SU  
IMPORTANCIA EN EL DESARROLLO DE  
CULTIVOS**

EDGAR ALVARO AVILA PEDRAZA<sup>1</sup>, Agrólogo  
Ph.D.

<sup>1</sup>Investigador del Grupo de Investigación en  
Cuencas Hidrográficas (GICH); Profesor –  
Universidad del Tolima.

eaavila@ut.edu.co

Este libro, con cuatro capítulos, constituye una herramienta integral que parte desde una explicación detallada, pero concisa, con lenguaje didáctico de los procesos de formación del suelo, de sus características y atributos, pero con especial énfasis en la determinación e interpretación de las principales propiedades físicas de los mismos. A continuación, se lleva al

lector a entender la variabilidad espacial, y, por ende, la necesidad de hacer diseños de muestreo que correspondan a dicha variabilidad, como una estrategia que permitirá la optimización de recursos, la eficiencia del manejo, el incremento en la productividad y la reducción de impactos negativos al ambiente. Luego, el lector encontrará una exhaustiva explicación de las incidencias del deterioro de atributos físicos y de la pérdida de estructura del suelo sobre la producción de cultivos; para finalmente, orientar a los tomadores de decisiones sobre las buenas prácticas que contribuyen a mantener la calidad física del suelo, especialmente la preservación de una estructura saludable, y por ende, la conservación de un suelo vivo, apto para seguir sosteniendo la función de producir alimentos para la alimentación humana. El libro constituye un fabuloso recurso académico, pero también didáctico para el aprendizaje de los mínimos parámetros de monitoreo de variables físicas que pueden constituir herramientas claves para monitorear la salud de este sistema vivo. Este libro proporciona información clave para entender la dinámica física de los suelos y su interacción con el comportamiento químico, y en algunos casos, biológico de los mismos; resaltando, que la terminología que en él se utiliza viene expresada en un lenguaje claro y conciso, que se centra en la explicación práctica de las principales características morfológicas y propiedades físicas de los suelos, proporcionando elementos importantes para la toma de decisiones en los campos agrícolas.

Palabras clave: propiedades físicas, calidad de suelos, análisis físicos de suelos, variabilidad espacial.

### **INTERACCIÓN DE *Rhizophagus irregularis* Y MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FÓSFORO Y SU EFECTO SOBRE EL CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE *Gmelina arborea* EN VIVERO**

HIGUERA, K.<sup>1</sup>; RODRÍGUEZ, A.<sup>2</sup>; VARÓN, M.<sup>3</sup>;  
RODRÍGUEZ, N.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Estudiante Maestría Ciencias-Biología – Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.*

<sup>2</sup>*Profesora Titular–Universidad Nacional de Colombia y University of Lausanne, Faculté de biologie et médecine, Département d'écologie et évolution (DEE), Laussane-Suiza.*

<sup>3</sup>*Docente titular – Universidad del Tolima.*

<sup>4</sup>*Docente titular – Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.*

[khiquerat@unal.edu.co](mailto:khiquerat@unal.edu.co)

*Gmelina arborea* es una especie importante para el desarrollo forestal, debido su rápido crecimiento, facilidad de manejo y comercialización. Sin embargo, su producción enfrenta limitaciones asociadas a requerimientos nutricionales, particularmente de fósforo (P), un nutriente esencial que limita el crecimiento en más del 50% de las producciones forestales. Para mejorar la disponibilidad de P y reducir el uso de fertilizantes químicos en su etapa productiva, se ha propuesto el uso de microorganismos solubilizadores (MSF) y movilizadores de fósforo, cuyas interacciones aún no se comprenden del todo. Por lo tanto, este estudio evaluó la interacción entre (MSF) (*Pseudomonas orientalis*, *Paenibacillus taichungensis*, *Penicillium chrysogenum* y *Penicillium citrinum*) y el Hongo Formador de Micorrizas Arbusculares (HFMA) *Rhizophagus irregularis* en *Gmelina arborea* en condiciones de vivero bajo

diferentes niveles de fertilización fosfatada. Se analizaron variables de altura, diámetro del tallo, número de hojas, biomasa seca, área foliar, porcentaje de colonización y contenido de fósforo foliar. Los resultados mostraron que la inoculación con bacterias y hongos solubilizadores de fósforo, *R. irregularis* y fertilización a 50% incrementaron la altura y el área foliar en plántulas de Melina a los 120 días. Sin embargo, la longitud de la raíz disminuyó en presencia de consorcios microbianos y HFMA. La mayor colonización de HFMA se observó en ausencia de consorcios microbianos y fertilización, mientras que la fertilización al 100% redujo la colonización. La concentración de fósforo foliar fue mayor en tratamientos sin coinoculos ni HFMA. Estos hallazgos sugieren que la inoculación con consorcios microbianos y HFMA pueden complejizar la dinámica de la rizosfera por la disponibilidad de recursos, y la fertilización fosfatada puede influir en la interacción entre los microorganismos del suelo. Este estudio resalta la importancia del uso de consorcios microbianos y fertilización con roca fosfórica, ya que pueden generarse múltiples respuestas en función de las condiciones específicas del suelo y las especies hospederas.

**Palabras clave:** *competencia, fertilización, fósforo, HFMA.*

### EFFECTO DE UN CONSORCIO MICROBIANO SOBRE PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS DE *Gmelina arborea Roxb* y PARAMETROS RELACIONADOS CON LA CALIDAD DEL SUELO

GUTIÉRREZ-BENAVIDES, V. <sup>1</sup>; VARÓN-LÓPEZ, M <sup>2</sup>; DÍAZ-ROJO, G. <sup>3</sup>; AVILA-PEDRAZA, E. <sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Biólogo, Estudiante de maestría, tesista - Universidad del Tolima\**

<sup>2</sup>*Director del Laboratorio de microbiología y micorrizas - Universidad del Tolima.*

<sup>3</sup>*Docente del Departamento de Matemáticas y Estadística - Universidad del Tolima.*

<sup>4</sup>*Director del laboratorio de Física de suelos – Universidad del Tolima.*

[vjgutierrez@ut.edu.co](mailto:vjgutierrez@ut.edu.co)

*Gmelina arborea* Roxb. es una especie forestal utilizada por su calidad, versatilidad y capacidad para adaptarse a diversas condiciones edafoclimáticas, además se emplea en sistemas agroforestales por su valor nutricional y su potencial en programas de reforestación. Los consorcios microbianos (CM), constituyen un componente de interacción muy importante con estos sistemas ya que mejoran la disponibilidad de nutrientes, la salud del suelo y la resistencia de las plantas frente a factores abióticos y bióticos. Para conocer estas interacciones es necesario usar atributos morfométricos que permiten evaluar el impacto de estos consorcios sobre parámetros morfométricos de las plantas y propiedades físicas, químicas y biológicas que reflejan cambios en la calidad del suelo. Esta investigación evaluó el efecto de un consorcio microbiano (CM) sobre dichos parámetros a través de un experimento comparativo de dos tratamientos: Tratamiento 1; (T1) = (CM + urea [10g/L] + planta) y tratamiento 2; (T2) = (urea [10g/L] + planta). El experimento se realizó en el invernadero del Grupo de Investigación en Genética y Biotecnología Vegetal y Microbiana

de la Universidad del Tolima, con dos meses de germinación y seis meses de crecimiento. La muestra fue de 36 unidades experimentales independientes (plantas) distribuidas aleatoriamente entre los dos tratamientos. Durante el experimento, se evaluaron diferentes parámetros morfométricos de las plantas y parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo. Los resultados evidenciaron que los parámetros de altura, diámetro del tallo e índice de robustez presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tiempos evaluados para cada tratamiento, sin embargo, solo se observaron diferencias significativas entre los dos tratamientos en el tiempo final del experimento, de la misma manera ocurrió para los parámetros de biomasa (para tallo, raíz, hoja y total), AF y AFE, donde se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos al momento final. Los parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo que presentaron diferencias significativas al finalizar el experimento fueron: humedad aprovechable, estado de agregación, materia orgánica, carbono orgánico, actividad enzimática, así como la acción de microorganismos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato. Otros parámetros, aunque no evidenciaron diferencias significativas evidenciaron una tendencia para mejorar la calidad del suelo. Estos hallazgos sugieren que el uso de consorcios microbianos puede ser una alternativa promisorio para optimizar el crecimiento de *G. arborea* y mejorar la calidad del suelo, contribuyendo paralelamente en la aplicación de prácticas más sostenibles en la gestión forestal y en el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible.

**Palabras clave:** *actividad enzimática, biofertilización, inoculación, microorganismos, salud del suelo.*

### INFLUENCIA DE *Gmelina arborea* SOBRE LA CALIDAD DEL SUELO BAJO PASTURAS EVALUADA MEDIANTE INDICADORES MICROBIOLÓGICOS Y FÍSICOS

CORREA-DÍAZ, J.<sup>1</sup>; MORA-DELGADO, J.<sup>2</sup>;  
GARCÍA, I.<sup>2</sup>; MARTINEZ, G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Estudiante Maestría en Ciencias Pecuarias - Universidad del Tolima;* <sup>2</sup>*Profesor Departamento de Producción Pecuaria, Grupo SAFP - Universidad del Tolima.*

[jacorread@ut.edu.co](mailto:jacorread@ut.edu.co)

La **biomasa microbiana (BM)** y la **actividad microbiana (AM)** en el suelo están íntimamente relacionadas con parámetros físicos del suelo. La **biomasa microbiana**, se refiere a la cantidad total de microorganismos vivos presentes en el suelo (hongos, bacterias, etc.). Es una medida de la cantidad de materia viva microbiana en un volumen o masa específica de suelo. La **actividad microbiana**, indica el grado de actividad metabólica de los microorganismos en el suelo, como la tasa de descomposición de materia orgánica, mineralización de nutrientes (como nitrógeno y fósforo), o la respiración del suelo (liberación de CO<sub>2</sub>). Ambos constituyen un indicador de la salud del suelo. El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia del dosel arbóreo sobre la calidad del suelo, mediante la determinación de indicadores microbiológicos y físicos en la superficie del suelo (0-20cm). Bajo el dosel de plantas de *G. arborea* inoculada con un consorcio microbiano, a tres distancias del tronco y un punto a libre exposición. Se midieron parámetros físicos y microbiológicos. Se hizo respirometría (AM) para medir la cantidad de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) producido por microorganismos durante la descomposición de materia orgánica en condiciones controladas. Además, se estimó la BM con el método de fumigación extracción con

cloroformo que implica extraer el carbono microbiano del suelo mediante un proceso de digestión química y posterior análisis. Indicadores físicos como resistencia a la penetración (RP), medida con penetrómetro, y densidad aparente (DA) fueron medidos para relacionarlos con los análisis microbianos, como indicadores complementarios de la salud de la bioestructura edáfica. Los valores de biomasa microbiana (0,40; 0,35; 0,32; 0,15 mg/g suelo, a 0,0; 0,5; 1,0 y 1,5 m, respectivamente) muestran una tendencia directa con la actividad respiratoria en el suelo (0,27; 0,69; 0,58; y 0,39 mg/g suelo), que sugiere una mejor condición en el suelo bajo el dosel arbóreo respecto a la capa arable a libre exposición. Los parámetros físicos medidos, corroboran la mejor condición de la bioestructura, dada una menor densidad (1,30; 1,36; 1,34; g/cm<sup>3</sup>) y menor resistencia a la penetración (201,42± 50,36; 261,38± 2,48 y 297,83±41,82 psi) en el suelo influenciado por el sistema radical de *Gmelina arborea*, respecto al suelo más allá de los límites de la copa del árbol (DA 1,40 g/cm<sup>3</sup> y 304,50±30,60 psi). La influencia positiva sobre la salud del suelo de *G. arborea* pudo verificarse por los mejores indicadores de BM, Am, RP y DA del suelo.

**Palabras clave:** *agregados del suelo, calidad de suelo, friabilidad, porosidad, resiliencia.*

## IDENTIFICACIÓN DE HONGOS MICORRÍDICOS ARBUSCULARES ASOCIADOS A UN CULTIVO DE AGUACATE (*Persea americana* cv. Hass) EN EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

GÓMEZ, Z.<sup>1</sup>; ARBELÁEZ, L.<sup>2</sup>; CALLE C.<sup>2-3</sup>; BEDOYA J.<sup>2-3</sup>

<sup>1</sup>*Estudiante de pregrado – Universidad Francisco de Paula Santander.*

<sup>2</sup>*Investigador – Corporación para Investigaciones Biológicas.*

<sup>3</sup>*Docente - Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia.*

[larbelaez@cib.org.co](mailto:larbelaez@cib.org.co)

La rizosfera de los cultivos comerciales de aguacate alberga una gran cantidad de microorganismos fundamentales en los procesos agrícolas, entre los que destacan los hongos micorrícicos arbusculares (HMA). Estos simbioses, pertenecientes al Phylum Glomeromycota, establecen asociaciones mutualistas con las raíces de las plantas, mejorando la absorción de nutrientes, el crecimiento, la tolerancia al estrés hídrico y la resistencia a enfermedades. Esta investigación se centró en identificar los HMA presentes en la rizosfera de un cultivo comercial de aguacate en Antioquia, obtenidos de muestras de suelo recolectadas en el municipio de El Retiro y preservados en la colección biológica MicroCIB #223 del Registro Nacional de Colecciones Biológicas del Instituto Von Humboldt. La identificación taxonómica de esporas se realizó mediante microscopía óptica, utilizando las tinciones de Melzer y PVLG, y considerando características morfológicas como color, tamaño, pared e hifa de sostén. Adicionalmente, se llevó a cabo la multiplicación de esporas en plantas trampa, *Zea mays* (maíz) y *Leucaena leucocephala* (leucaena), bajo

condiciones de invernadero, para determinar el número de propágulos infectivos. Los resultados permitieron diferenciar seis morfotipos, revelando la presencia de familias como Glomeraceae, Acaulosporaceae y Gigasporaceae. Además, se observó colonización micorrícica en maíz y leucaena, con 2 y 1 propágulos infectivos por gramo de suelo, respectivamente. La diversidad de morfotipos es un indicador de la diversidad biológica en la rizosfera, lo que sugiere una mejor funcionalidad del ecosistema y salud de las plantas, promoviendo la sostenibilidad. Estos hallazgos pueden mejorar la comprensión de las interacciones simbióticas entre aguacate y HMA, y ayudar en el desarrollo de estrategias de manejo que optimicen la sostenibilidad en monocultivos de aguacate.

**Palabras claves:** *aguacate, diversidad biológica y Sostenibilidad, hongos micorrícicos arbusculares (HMA), Rizosfera.*

#### **ESTRATEGIAS DE BIOFERTILIZACIÓN: DISEÑO DE UN CONSORCIO MICROBIANO PARA EL CULTIVO SOSTENIBLE DE AGUACATE**

ZAPATA, V.<sup>1</sup>; ARBELÁEZ, N.<sup>2</sup>; MEDINA, J.<sup>2</sup>;  
BEDOYA, J.<sup>2-3</sup>.

<sup>1</sup>*Estudiante de pregrado – Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia.*

<sup>2</sup>*Investigador – Corporación para Investigaciones Biológicas.*

<sup>3</sup>*Docente - Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia.*

[jmedina@cob.org.co](mailto:jmedina@cob.org.co)

El cultivo de aguacate enfrenta desafíos nutricionales que comúnmente se abordan con

agroquímicos, los cuales provocan efectos negativos a largo plazo en los ecosistemas. Para mitigar estos impactos, las alternativas biológicas representan una oportunidad prometedora. En este estudio, se evaluó el potencial biofertilizante de bacterias nativas del cultivo de aguacate, provenientes de la colección biológica MicroCIB #223 del Registro Nacional de Colecciones Biológicas del Instituto Von Humboldt. Las bacterias fueron sometidas a pruebas de laboratorio para determinar su capacidad de solubilización de fosfatos, fijación de nitrógeno y producción de ácidos indólicos. Los resultados destacaron a tres bacterias: complejo *Bacillus velezensis* (MCB002) y *Paenibacillus polymyxa* (RAB004), que sobresalieron por su capacidad en el control de fitopatógenos y solubilización de nutrientes esenciales como el fósforo, *Priestia* sp. (FAB005) y *P. polymyxa* (RAB004), que mostraron la mayor actividad en la fijación de nitrógeno. Mientras que el hongo *Trichoderma virens* (T8), presentó mecanismos eficientes para inhibir hongos fitopatógenos y solubilizar fosfato. Además, los microorganismos seleccionados demostraron ser capaces de coexistir en pruebas in vitro utilizando diversos medios de cultivo. Los rasgos de promoción de crecimiento y la compatibilidad entre estos microorganismos sugieren que podrían integrarse en un consorcio con potencial biofertilizante, sujeto a pruebas de campo y formulación, para su eventual implementación en la producción sostenible de aguacate.

**Palabras clave:** *amonio, biofertilizantes, consorcio microbiano, fósforo, Persea americana.*

**PRODUCCIÓN DE BIOMASA MICROBIANA CON  
POTENCIAL BIOFERTILIZANTE EN  
BIORREACTOR DE TANQUE AGITADO**

CARVAJAL, D.<sup>1</sup>; ARBELÁEZ, N.<sup>2</sup>; CEBALLOS, E.<sup>2</sup>;  
BEDOYA, J.<sup>2-3</sup>

<sup>1</sup>*Estudiante de práctica – Corporación para  
Investigaciones Biológicas.*

<sup>2</sup>*Investigador – Corporación para  
Investigaciones Biológicas.*

<sup>3</sup>*Docente – Institución Universitaria Colegio  
Mayor de Antioquia.*

[narbelaez@cib.org.co](mailto:narbelaez@cib.org.co)

El crecimiento acelerado de la población mundial ha generado una demanda creciente de cultivos agrícolas, promoviendo el uso intensivo de fertilizantes químicos, lo que ha impactado negativamente al medio ambiente. Como respuesta, se han propuesto alternativas más sostenibles, como los fertilizantes biológicos. Sin embargo, su uso es limitado debido a respuestas inconsistentes en diferentes suelos, cultivos y condiciones ambientales, además de retos prácticos como la producción en masa, vida útil y facilidad de uso para los agricultores. Esto último motivó este estudio donde se evaluó si el incremento en la escala de producción de las bacterias complejo *Bacillus velezensis* (MCB002) y *Paenibacillus polymyxa* (RAB004) afecta sus capacidades biofertilizantes. Se realizaron fermentaciones líquidas en erlenmeyer (1 L) y en biorreactor (14 L), utilizando cuatro medios de cultivo: mínimo, caldo nutritivo, M9 y CIB-1. Ambos aislamientos

bacterianos, provenientes de la colección biológica MicroCIB #223 del Registro Nacional de Colecciones Biológicas del Instituto Von Humboldt, habían demostrado capacidad solubilizadora de fosfato, fijadora de nitrógeno y productora de AIA (Ácido Indol Acético) in vitro. Durante el escalado, se evaluó la producción de biomasa, concentración de endosporas y capacidades biofertilizantes. En erlenmeyer, RAB004 mostró mayor fijación de nitrógeno y producción de AIA en el medio M9, mientras que MCB002 presentó mayor solubilización de fosfato en caldo nutritivo. En biorreactor, el medio mínimo favoreció la producción de biomasa y endosporas para ambas bacterias, con aumentos significativos en la solubilización de fosfato. Para MCB002, la solubilización de fosfato aumentó un 147%, de 270 a 666 ppm. Para RAB004, el incremento fue del 686%, de 88 a 692 ppm. Sin embargo, la fijación de nitrógeno y la producción de AIA no mejoraron significativamente en biorreactor. Estos resultados subrayan la importancia de seleccionar adecuadamente las condiciones de producción para maximizar las capacidades de los microorganismos biofertilizantes, también sugieren que la optimización de estas condiciones puede favorecer la producción industrial de biofertilizantes y su uso en la producción agrícola sostenible.

**Palabras clave:** *biofertilizantes, biomasa, escalado, fermentación, producción agrícola.*

**EFFECTO DE LOS HONGOS DE MICORRIZA  
ARBUSCULAR EN EL CRECIMIENTO Y  
RENDIMIENTO DE CEBOLLA DE BULBO (*Allium  
cepa* L.) EN TRES MUNICIPIOS DE BOYACÁ**

RODRIGUEZ-BERNAL, C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Estudiante de ingeniería agroecológica –  
Zenkinoko SAS, Bogotá D.C.*

[ajulieth.rodriquez@gmail.com](mailto:ajulieth.rodriquez@gmail.com)

El departamento de Boyacá es el principal productor de cebolla de bulbo (*Allium cepa*) en Colombia, aportando el 41% de la producción nacional. Esto exige una mayor eficiencia en el cultivo, enfrentado desafíos relacionados con el rendimiento, la productividad y problemas fitosanitarios. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de los hongos de micorriza arbuscular (HMA) en el control de la pudrición basal ocasionada por hongos del género *Fusarium* en plantas de cebolla de bulbo en tres municipios de Boyacá (Cucaita, Samacá y Toca). En cada municipio, se seleccionaron dos fincas productoras de cebolla de bulbo, donde se recolectaron muestras de suelo al azar hasta obtener aproximadamente 1.000 g, además de cebollas con síntomas de *Fusarium*. Las muestras fueron llevadas al laboratorio de microbiología de suelos de Zenkinoko para la extracción de esporas de HMA y el aislamiento e identificación de cepas de *Fusarium*. El diseño experimental se realizó en bloques completamente al azar, con seis tratamientos incluyendo un testigo, dos cepas de *Fusarium*

(CF1 y CF2) y diez plantas por tratamiento, para un total de sesenta plantas. Se aplicaron 40 esporas de HMA por planta y se inocularon las dos cepas de *Fusarium* en las raíces de las primeras cinco plantas de cada tratamiento que incluían el patógeno. La prueba tuvo una duración de 130 días, durante los cuales se evaluaron las variables de crecimiento longitudinal, número de hojas y diámetro del bulbo. Los datos se analizaron estadísticamente mediante análisis de varianza, que incluyó pruebas de normalidad y comparaciones de pares utilizando la prueba de Kruskal Wallis. Los resultados previos mostraron que el tratamiento con solo micorrizas (HMA) indujo el mayor crecimiento del bulbo, con valores que sobrepasan al tratamiento testigo (sin *Fusarium*). Además, la inoculación simultánea de HMA y las cepas de *Fusarium*, mostraron un crecimiento constante, alcanzando un diámetro del bulbo similar al de las plantas tratadas con solo micorrizas al finalizar el experimento. La inoculación con HMA promueve la resistencia de las plantas de cebolla al *Fusarium*, permitiendo mantener el crecimiento y desarrollo del bulbo en niveles óptimos en comparación con plantas inoculadas solo con *Fusarium*.

**Palabras clave:** *control biológico, crecimiento vegetal, hongos micorrícicos, producción agrícola.*

**ESTANDARIZACIÓN DE BIOINOCULANTE  
BACTERIANO Y EVALUACIÓN DE SU  
EFICIENCIA EN CULTIVOS DE CEBOLLA DE  
BULBO (*Allium cepa*) EN BOYACÁ**

GUAYARA, N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Investigador – Zenkinoko S.A.S.*

[ndqcabezas@gmail.com](mailto:ndqcabezas@gmail.com)

El incremento poblacional ha impulsado el uso excesivo de agroquímicos, provocando la pérdida de fertilidad del suelo y la contaminación de cuerpos de agua por la acumulación de nutrientes. Los bioinoculantes basados en bacterias promotoras de crecimiento vegetal PGPB se proponen como una alternativa sostenible, ya que contribuyen a mejorar la salud del suelo y el rendimiento de los cultivos al optimizar la absorción de nutrientes. No obstante, su impacto en el mercado ha sido limitado, debido a su bajo rendimiento en condiciones reales, posiblemente porque las investigaciones no consideran las interacciones con la microbiota nativa. Este estudio tuvo como objetivo estandarizar la producción de un bioinoculante utilizando bacterias nativas de suelos del departamento de Boyacá, aisladas de cultivos de *Allium cepa*, y probar su eficiencia para aumentar su rendimiento. Se empleó el gen 16S ARNr para identificar taxonómicamente las cuatro cepas bacterianas estudiadas (BFN094, BFN104, BSF271 y BSF413). Además, se realizaron pruebas de crecimiento microbiano en diferentes condiciones de fermentación, donde se midieron el tiempo de crecimiento y la concentración inicial para optimizar la viabilidad y producción. Posteriormente se evaluó la eficiencia de bioinoculantes, compuestos por una bacteria fijadora de nitrógeno (BFN) y otra solubilizadora de fosfato (BSF), en plantas de

cebolla de bulbo, sembradas en suelo nativo estéril y no estéril, en condiciones de invernadero. Los parámetros evaluados en las plantas fueron el diámetro del bulbo y la longitud de las hojas en 15 tratamientos, con un control positivo y uno negativo. Como resultado, el análisis BlastN identificó a las cuatro cepas como *Pseudomonas*, aunque la filogenia elaborada a partir de estas secuencias no permitió categorizarlas hasta el nivel de especie. En las pruebas de fermentación, se determinó el tiempo de crecimiento y la concentración inicial óptimos para obtener un producto con una viabilidad mínima de  $1 \times 10^8$  UFC/ml, cumpliendo los estándares del ICA. Finalmente, en las pruebas de bioinoculantes, se encontraron variaciones en el diámetro del bulbo y la longitud de las hojas dependiendo del tratamiento y las condiciones del suelo. Al momento de presentación de estos resultados, el proceso de evaluación aún está en ejecución, por lo tanto, se ha podido evidenciar de manera parcial, que los bioinoculantes elaborados con cepas bacterianas nativas mejoraron el crecimiento de las plantas, especialmente en suelos no estériles, mostrando la importancia de las interacciones de las cepas agregadas al suelo, con la microbiota local.

**Palabras clave:** *fermentación, nativas, PGPB, rendimiento.*

**ESTANDARIZACIÓN DE PROCEDIMIENTOS  
PARA LA PRODUCCIÓN MASIVA DE HONGOS  
MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (HMA) EN  
PUENTE PIEDRA**

DE LA HOZ SHAW, C.<sup>1</sup>; HIGUERA, N.<sup>2</sup>; POSADA,  
R.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Estudiante investigador Ingeniería  
Agroecológica – UNIMINUTO, Bogota D.C.*

<sup>2</sup>*Profesora investigadora Ingeniería  
Agroecológica – UNIMINUTO, Bogota D.C.*

<sup>3</sup>*Profesor investigador – Universidad de  
Caldas.*

[camilodlhs@gmail.com](mailto:camilodlhs@gmail.com)

Existe poca información sobre cepas de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) promisorias para la producción masiva de propágulos infectivos obtenidas de suelos cacaoteros. Este estudio tuvo como objetivo estandarizar procedimientos para la producción masiva de HMA en condiciones de invernadero en Puente Piedra, Cundinamarca. Se llevo a cabo una fase de campo donde se recolectaron 23 muestras de suelos rizosférico de 8 sistemas agroforestales (SAF) de cacao en el municipio de Pauna, Boyacá. Se procesaron en laboratorio, donde se aislaron esporas HMA para su cuantificación e identificación morfológica; se obtuvieron entre 80 a 1100 esporas/10 g suelo/muestra de suelo y 38 presuntas morfoespecies HMA, respectivamente. 2 de las morfoespecies HMA más abundantes (*Kuklospora colombiana* y *Paraglomus*) fueron seleccionadas para multiplicación masiva mediante montaje de bioensayo en condiciones de invernadero de la empresa FUNDASES. El diseño experimental fue de tipo factorial con tres factores (morfoespecie: -morfoespecie 1 y morfoespecie 2-, sustrato: -vermiculita, turba y perlita- y cultivo trampa: -avena, maíz y

brachiaria-), 5 repeticiones, 5 controles (sin inocular). Una materia fue considerada como unidad experimental y estaba compuesta por 4 plantas, para un total de 135 materas. El ensayo tuvo una duración de 120 días, mensualmente se realizaron mediciones dasométricas (altura y número de hojas) y al final del ensayo se consideraron variables de (peso seco biomasa aérea, cuantificación de esporas y porcentaje de colonización). Como resultados preliminares, se logró estandarizar el protocolo de producción masiva de esporas HMA en condiciones de invernadero con dos cultivos trampa (avena y maíz), donde los tratamientos M2ATR2, M1ATR3 y M1ATR4 obtuvieron alturas de 84,26 cm, 76,71 y 75,69 cm altura, respectivamente; mientras que los tratamientos MOMTR5, M2MTR3 y M2MTR5 evidenciaron la mayor biomasa vegetal resultante 21,76 gr, 19,84 gr y 18,78 gr, respectivamente. En ese sentido, la avena fue el cultivo trampa con mejores parámetros dasométricos de altura, mientras que el maíz respecto a la biomasa. Por su parte, la turba fue el mejor sustrato de combinación de las variables evaluadas.

**Palabras clave:** *agroecología, bioinsumo, micorrizas, Theobroma.*

**RESPUESTAS DASOMÉTRICAS Y FISIOLÓGICAS DE PLANTAS DE CACAO EN VIVERO A LA APLICACIÓN DE BIOINOCULANTES MICROBIANOS EXPERIMENTALES, EN PAUNA, BOYACÁ.**

TORRES-GARCÍA, C.<sup>1</sup>; HIGUERA-MORA, N.<sup>2</sup>; RODRÍGUEZ, L.<sup>3</sup>; SALGADO, J.<sup>4</sup>; ANDRADE, H.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>*Estudiante investigador Ingeniería Agroecológica – UNIMINUTO, Bogotá D.C.*

<sup>2</sup>*Profesora investigadora Ingeniería Agroecológica – UNIMINUTO, Bogotá D.C.*

[cristhian.torres-q@uniminuto.edu.co](mailto:cristhian.torres-q@uniminuto.edu.co)

En los últimos años ha cobrado posicionamiento en la agroecología la generación de insumos de base biológica, en particular, biofertilizantes. Sin embargo, existe poca información y disponibilidad en el mercado de biofertilizantes para cultivos de cacao (*Theobroma cacao*). La presente investigación tiene como objetivo evaluar respuestas morfológicas y fisiológicas de plantas de cacao en condiciones de vivero, tratadas con bioinoculantes microbianos experimentales a base de bacterias fijadoras de Nitrógeno y solubilizadoras de Fósforo, en Pauna, Boyacá. Esta evaluación se desarrolló a partir de un diseño experimental completamente al azar, de siete tratamientos, con cinco réplicas por tratamiento y veinte plantas por repetición, evaluadas durante seis meses de desarrollo: T1: Consorcio experimental 1 de única aplicación; T2: Consorcio experimental 2 de única aplicación; T3: Consorcio experimental 1 aplicado de manera escalonada; T4: Consorcio experimental 2 aplicado de manera escalonada; T5: Biofertilizante comercial; T6: Fertilizante químico convencional; T0: Testigo absoluto, sin inoculación. Las variables dasométricas consideradas fueron: altura total, diámetro de

tallo, número de ramas, número de hojas; así como algunas variables evaluadas mediante pruebas destructivas y fisiológicas, estas últimas en proceso de sistematización. Las respuestas promedio en altura fueron T1: 17,645cm; T2: 16,961cm; T3: 17,224cm; T4: 17.402cm; T5:17,939cm; T6:17,825cm; T0: 17,961cm. En diámetro T1: 4.501mm; T2: 4,08mm; T3: 4,492mm; T4: 4,56mm; T5: 4,4mm; T6: 4,342mm; T0: 4,297mm. En promedio de ramas T1: 1,669; T2: 1,576; T3: 1,615; T4: 1,638; T5: 1,648; T6: 1,602; T0: 1,573. En promedio de hojas T1: 5,992; T2: 5,222; T3: 5,954; T4: 5,385; T5: 5,72; T6: 5,433; T0: 5,443. Con base en estos resultados se realizó un análisis de comparación de medias que arrojó diferencias estadísticas en la variable altura, que permitió ubicar a T1 y T4 como los tratamientos experimentales con mejor desempeño y elegirlos para la siguiente fase de investigación en campo.

**Palabras clave:** *biofertilizantes, bioinóculos, dasométricas, fisiológicas, Theobroma cacao.*

## AISLAMIENTO Y EVALUACIÓN DE BACTERIAS FIJADORAS DE NITRÓGENO CON POTENCIAL BIOINOCULANTE EN CULTIVOS DE CACAO

PUERTO-BERMÚDEZ, M.<sup>1</sup>; RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, L.<sup>2</sup>; HIGUERA-MORA, N.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Estudiante investigador, Ingeniería Agroecológica – UNIMINUTO, Bogotá D.C.*

<sup>2</sup>*Docente investigador, Ingeniería Agroecológica – UNIMINUTO, Bogotá D.C.*

<sup>3</sup>*Docente investigador, Ingeniería Agroecológica – UNIMINUTO, Bogotá D.C.*

[maria.puerto@uniminuto.edu.co](mailto:maria.puerto@uniminuto.edu.co)

En la agricultura uno de los nutrientes más importantes es el nitrógeno, debido a que determina un buen desarrollo vegetativo. Además, es el elemento más limitante dentro de la productividad ya que se encuentra en forma de gas en la atmosfera y no está biodisponible para las plantas de manera directa. Por esta razón, las plantas requieren establecer simbiosis con algunas especies de bacterias que tengan facultades para fijar dicho elemento en el suelo. Dicho esto, el presente estudio evaluó la capacidad fijadora de nitrógeno de bacterias aisladas de suelos cacaoteros en Pauna, Boyacá, como potenciales candidatas para un consorcio microbiano que además sea promotor del desarrollo vegetal. Se aislaron y seleccionaron bacterias de muestras de suelo rizosférico cacaotero con mayor capacidad fijadora de nitrógeno. La metodología incluyó el cultivo en medios semiespecíficos y su selección cualitativa, la cuantificación de amonio (NH<sub>4</sub>) por el método de Nesler y el método de Salkowsky para medir la producción de ácido indol-3-acético (AIA). Las bacterias se inocularon en caldos BT, BP y TSB y se evaluó su crecimiento en las distintas fuentes de

nitrógeno. Seguido, se realizó un ensayo de germinación de semillas de cacao con las tres mejores fijadoras, evaluando el crecimiento radicular. Los resultados mostraron que la bacteria AM2D1 R2-4C fue la mejor candidata a fijadora de nitrógeno, mostrando mejor capacidad de producir amonio bajo condiciones de ensayo (4860,21 μM), seguida por AM1D3 R3-6A (4314,25 μM) y AM1D2 R2-4 (3958,75 μM), superando al testigo *Azotobacter brasilense* (4096,88 μM). En la producción de AIA, AM1D3 R3-6A mostró el mejor desempeño (12,5623 μM) en caldo TSB. El ensayo de germinación a los 19 días demostró el potencial de las bacterias como bioinoculante para cacao, con los siguientes resultados: AM1D3 R3-6A promovió el mayor crecimiento radicular (1,3138 cm), seguida por AM2D1 R2-4C (0,824 cm) y AM1D2 R2-4 (0,340 cm). Se concluyó que AM2D1 R2-4C es la más eficiente producción de amonio, mientras que AM1D3 R3-6A destaca por su capacidad dual produciendo además AIA, sugiriendo su potencial como promotora del crecimiento vegetal, comprobado in vivo. Este estudio contribuye al desarrollo de alternativas sostenibles para la fertilización en cultivos de cacao, aprovechando la capacidad de las bacterias nativas para mejorar la nutrición y el crecimiento de las plantas.

**Palabras clave:** *Ácido Indol 3 Acético, amonio, bacterias fijadoras de N, Bioinoculante, cacao.*

**RESPUESTA DE *Brachiaria brizantha* cv Marandú A LA INOCULACIÓN DE MICROORGANISMOS PROMOTORES DE CRECIMIENTO VEGETAL.**

RAMOS, A.<sup>1</sup>; VARÓN-LÓPEZ, M.<sup>2</sup>; MORA-DELGADO, J.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Estudiante de Biología - Universidad del Tolima.*

<sup>2</sup>*Profesora Departamento de Biología – Universidad del Tolima.*

<sup>3</sup>*Profesor Departamento de Producción Pecuaria – Universidad del Tolima.*

[ajramospin@ut.edu.co](mailto:ajramospin@ut.edu.co)

El pasto *Brachiaria brizantha* cv marandú es cultivado por su gran importancia en el escenario agrícola, adaptándose fácilmente a las características del suelo. Ofrece beneficios en cuanto a la producción, cantidad y calidad de alimento, brindando un alto valor nutricional con fácil digestión para los rumiantes, convirtiéndose en un elemento fundamental para la ganadería. Los microorganismos del suelo desempeñan un papel fundamental en promover el crecimiento de cultivos saludables y vigorosos. Estos, son esenciales para preservar la fertilidad del suelo, de tal manera que aquellos que carecen de una comunidad microbiana activa se consideran suelos empobrecidos y desequilibrados, que requieren un suministro constante y excesivo de fertilizantes para mantener su productividad. El objetivo de este estudio fue determinar la respuesta funcional y productiva de *Brachiaria brizantha* cv marandú a la inoculación de microorganismos promotores de crecimiento vegetal para uso pecuario, a través de distintos análisis morfológicos, fisiológicos y bromatológicos. El experimento se llevó a cabo en un invernadero, empleando cuatro

tratamientos a los cuales se les aplicó fertilizante en distinta concentración (urea al 50% y 100%) y consorcios bacterianos en diferentes momentos, bajo un diseño completamente al azar, probando los siguientes tratamientos: T0 (urea100%), T2 (urea 50% + consorcio 1<sup>a</sup>), T3 (urea 50% + consorcio 2<sup>a</sup>), T4 (urea 50%). A lo largo del estudio se tomaron medidas morfológicas cada 9 días y se obtuvieron medidas fisiológicas a nivel de hoja con un equipo fluorómetro de mano (Li-600 - LICOR) al final del experimento. Fue realizada una prueba de normalidad Shapiro Will y posteriormente una Kruskal Wallis usando el software Infostat. Los resultados muestran que después de 54 días de crecimiento la inoculación con el T2 (*Paenibacillus taichungensis* y *Pseudomona orientalis*) fue el que mejor se adaptó a las condiciones y obtuvo un mayor rendimiento en cuanto a medidas como la altura de la planta (59,7 cm), producción de biomasa seca (10,2 gr) y otras pruebas que evidencian los valores superiores en comparación con los demás tratamientos. Esto sugiere que, con un buen manejo, se puede bajar las dosis de fertilización, además, incluir los microorganismos en las prácticas agrarias no solo ayuda a la salud del suelo, sino que aporta beneficios al propio cultivo, contribuyendo a tener un mejor aprovechamiento de los nutrientes gracias a su capacidad de disponer los elementos del suelo para facilitar su absorción.

**Palabras clave:** *bromatología, calidad de suelo, forraje, microorganismos, resiliencia.*

**POTENCIAL DE *Brachiaria brizantha* cv. marandú, *Brachiaria decumbens* cv. basilisk y *Gmelina arborea*, COMO PLANTAS HOSPEDERAS DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES.**

OLAYA, L.<sup>1</sup>; DEVIA, L.<sup>1</sup>; VARÓN, M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>**Investigadoras grupo de Biotecnología Vegetal y Microbiana de la Universidad del Tolima – Universidad del Tolima.**

\*[Idolayab@ut.edu.co](mailto:Idolayab@ut.edu.co)

Actualmente, la agricultura y la silvicultura enfrentan desafíos críticos relacionados con el uso sostenible de los recursos naturales. La degradación del suelo y la necesidad de mantener o aumentar la productividad agrícola y forestal sin comprometer o alterar el medio ambiente son preocupaciones de interés global. Los HMA son microorganismos que establecen simbiosis con aproximadamente el 80% de las plantas terrestres, representando entre el 5-50% de la biomasa total del suelo. Constituyen una alternativa ecológica potencial para mejorar la salud del suelo y crecimiento de las plantas. En este sentido, el objetivo del estudio fue determinar el efecto de los HMA en el desarrollo y crecimiento de *Brachiaria decumbens* cv. basilisk, *Brachiaria brizantha* cv. marandú, y *Gmelina arborea* Roxb., así como evaluar el potencial de estas plantas como hospederas de HMA con el propósito de proporcionar información relevante para promover prácticas agrícolas y forestales sostenibles. Se establecieron cultivos monospóricos de cuatro morfotipos diferentes de HMA en cada planta hospedera. Se midieron parámetros morfológicos de las plantas durante 60 días. Se estimó la abundancia de los HMA y se identificó taxonómicamente el morfotipo con un mayor efecto en el desarrollo y crecimiento

vegetal. Los resultados evidencian que HMA se adaptan de manera específica a las necesidades de cada planta, logrando mejores resultados según el hospedero. Se observó un efecto positivo en el desarrollo y crecimiento de las plantas hospederas en presencia de las micorrizas en comparación con el control. Cada hospedero desarrolló una mayor afinidad por un morfotipo en particular por lo que la abundancia de esporas de HMA difirió entre plantas. No obstante, *G. arborea* registró un mayor potencial para ser empleada en la multiplicación de micorrizas en condiciones de invernadero; concluyendo así que la producción de grandes cantidades de micorrizas es clave para la elaboración de biofertilizantes, fomentando prácticas agrícolas y forestales más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

**Palabras clave:** esporas, Melina, micorrizas, pastizales, simbiosis, suelo.

**EVALUACIÓN DE TRES ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS PARA LA DETERMINACIÓN RÁPIDA DEL POTENCIAL DE PROMOCIÓN DE CRECIMIENTO VEGETAL DE BACTERIAS AISLADAS DEL SUELO**

VILLA-POLANCO, J.<sup>1</sup>; VARÓN-LÓPEZ M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>**Tesista - Universidad del Tolima.**

<sup>2</sup>**Profesora asistente, Departamento de Biología, Universidad del Tolima.**

[Javillap@ut.edu.co](mailto:Javillap@ut.edu.co)

La investigación sobre microorganismos promotores de crecimiento vegetal (MPCV) ha adquirido gran importancia debido al interés por usarlos en programas de producción agrícola o ambiental, así como por la creciente

necesidad de comprender sus interacciones con el ecosistema del suelo y plantas. Sin embargo, los estudios existentes enfrentan dificultades metodológicas significativas en cuanto a la evaluación eficiente al momento de determinar si un microorganismo tiene capacidad y puede promover el crecimiento de las plantas, puesto que se requieren metodologías costosas en tiempo y recursos, con una alta estandarización en el laboratorio, además de una revisión exhaustiva de numerosos aislados para encontrar alguno con actividad interesante, lo que aumenta la complejidad y la duración de la evaluación, dificultando así la obtención de microorganismos promisorios. Además, los ensayos sobre MPCV en vivero se han enfocado principalmente en la morfometría aérea de las plantas, restando atención al sistema radical, fundamental ya que los microorganismos inciden en su arquitectura y desarrollo. Es así que, con el objetivo de determinar el potencial de tres estrategias metodológicas: columnar, materas y rizotrones- como métodos de evaluación rápida de la capacidad de promoción de crecimiento vegetal de bacterias aisladas del suelo, se inoculó el pasto *Brachiaria decumbens* con dos inoculantes microbianos, el primero con *Paenibacillus taichungensis* (T1) y el segundo con *Pseudomonas orientalis* (T2). El diseño experimental incluyó un control (T0) y dos tratamientos (T1-T2), cada uno con cuatro réplicas. Cada 15 días se evaluaron los parámetros aéreos y radicales del pasto durante un mes para el sistema columnar y tres meses para el sistema de materas y de rizotrones. Las mediciones de los parámetros aéreos se tomaron manualmente mientras que las del sistema radical se tomaron mediante fotografías y se procesaron en el software ImageJ-SmartRoot. Preliminarmente, se logró determinar la utilidad de estos sistemas para la evaluación de la capacidad de promoción del crecimiento, especialmente sobre las raíces. Los

rizotrones se evidenciaron como mejor sistema metodológico para observar el efecto de los microorganismos en la arquitectura radical. Finalmente, se espera relacionar los resultados a obtener en vivero con los parámetros de crecimiento evaluados en laboratorio en estudios previos. Así como definir si estos pueden ser una herramienta inicial adecuada y eficiente para conocer rápidamente la capacidad de promoción de los microorganismos.

**Palabras clave:** *desarrollo radical, estrategias metodológicas, evaluación rápida, MPCV, Rizotrones.*

#### **CARACTERIZACIÓN DE AGROECOSISTEMAS DE CACAO EN LA ZONA OCCIDENTAL DE BOYACÁ**

CURCIO-CRUZ, V.<sup>1</sup>; HIGUERA-MORA, N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Egresada – Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogotá;* <sup>2</sup>*Docente – Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogotá.*

[valentina.curcio@uniminuto.edu.co](mailto:valentina.curcio@uniminuto.edu.co)

El cultivo de cacao es una especie del género *Theobroma* de gran importancia a nivel nacional e internacional. En Colombia la producción de cacao ha aumentado en los principales departamentos productores del país y en Boyacá la producción se encuentra en el puesto doceavo de la producción. La presente investigación tuvo como propósito realizar una caracterización de agroecosistemas con sistemas agroforestales de cacao ubicados en la zona occidental de Boyacá municipios de Pauna y Coper. Como resultado previo, se clasificaron los SAF en sistemas de alta y baja biodiversidad de especies vegetales acompañantes y se asociaron con resultados de recuentos

microbiológicos y fisicoquímicos de los suelos. Se tomaron las muestras de suelo en 3 puntos en cultivos de cacao de las fincas y se hicieron análisis el pH, niveles de fosforo, magnesio, sodio, nitrógeno, materia orgánica, densidad aparente, bacterias mesófilas aerobias, bacterias solubilizadoras de fosforo, bacterias fijadoras de nitrógeno, hongos y actinomicetos en Laboratorio de Fundases. Como resultados se determinó que hay una relación entre los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos. En los agroecosistemas de alta biodiversidad se encontró que hay mayor número de unidades formadoras de colonias (UFC) en bacterias mesófilas aerobias, en las fincas de baja biodiversidad hay mayor UFC de hongos y actinomicetos y no hay diferencias bacterias fijadoras de nitrógeno y solubilizadoras de fosforo en las fincas con alta y baja biodiversidad. Los resultados permiten concluir que son suelos cacaoteros son ricos en diversidad microbiana y que, aunque se presentaron tendencias en que a mayor biodiversidad de cultivo está asociada a una mayor cantidad de microorganismos en el suelo, esta asociación no es significativa, lo que puede deducirse que de manera general los SAF establecidos en Pauna y Coper, favorecen la presencia de grupos microbianos en el suelo, lo que corrobora lo reportado en la literatura sobre la importancia de los SAF en la conservación de la biodiversidad.

**Palabras clave:** agroecología, cacao, ecosistemas, sistemas agroforestales, *Theobroma*.

**EFFECTO DE MICROORGANISMOS  
PROMOTORES DEL CRECIMIENTO EN *Gmelina  
arborea*: UNA ALTERNATIVA SOSTENIBLE  
PARA REFORESTACIÓN Y SISTEMAS  
SILVOPASTORILES**

RAMIREZ, R.<sup>1</sup>; VARÓN, M.<sup>2</sup>; MORA J.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Investigador – Universidad de Antioquia.*

<sup>2</sup>*Profesor asistente Departamento de Biología, Universidad del Tolima;* <sup>3</sup>*Profesor titula, Departamento de Producción Pecuaria, Universidad del Tolima.*

[raramireztr@ut.edu.co](mailto:raramireztr@ut.edu.co)

Los microorganismos promotores del crecimiento vegetal (MPCV) juegan un papel esencial en el desarrollo de las plantas, facilitando una mayor adquisición y absorción de nutrientes. Esto contribuye a reducir el uso de fertilizantes químicos, ofreciendo una opción sostenible para mejorar la calidad de los suelos, en programas agrícolas y agroforestales, alternativa viable para promover la productividad de forma ecológica. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de las bacterias *Pseudomonas orientalis* (Po) *Paenibacillus taichungensis* (Pt), y los hongos *Penicillium chrysogenum* (Pcy) y *Penicillium citrinum* (Pc) en el desarrollo y crecimiento de *Gmelina arborea* (Melina), es utilizada en programas de reforestación debido a su notable capacidad para adaptarse a entornos desafiantes, como el bosque seco tropical. Además, despierta un gran interés en los sistemas silvopastoriles por su potencial para el secuestro de carbono y su destacado valor nutricional. Se evaluaron en vivero los

tratamientos: T0 (sin consorcio), T1 (consorcio1: Po+Pt) y T2 (consorcio2: Po+Pt+Pc+Pcy). La inoculación fue realizada cuando la planta alcanzo una altura de aproximadamente 10 cm y fertilizadas con urea al 50% de la dosis recomendada. Los parámetros morfológicos, fisiológicos e índices de calidad se midieron a los 135 días. Los resultados obtenidos indican que T1 fue el mejor, con diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ). Las mayores diferencias entre el T1 y T0 en términos de aumento porcentual, fueron los parámetros de biomasa seca foliar (23%), altura (22%), área foliar total (22%), número de hojas (19%), biomasa seca en tallo (17%),

diámetro tallo (8%) y diámetro del cuello de la raíz (7%), y los índices más relevantes fueron índice de robustez (IR), relación altura/longitud de la raíz (RA/LR) y relación shoot/ root (Sw/Rw). Estos datos muestran el potencial de los microorganismos evaluados para mejorar el crecimiento y desarrollo de esta especie forestal.

**Palabras claves:** *calidad del suelo, consorcios microbianos, desarrollo vegetativo, parámetros morfológicos, vivero.*

## ANEXOS

Tabla 1. Programa del simposio, miércoles 16 de octubre.

<b>CONFERENCIAS MAGISTRALES</b>		
<b>LUGAR:</b> Auditorio (Piso 5) Universidad Cooperativa de Colombia, sede administrativa; Calle 10 No. 1 – 64		
<b>HORARIO:</b> 8:00 am - 4:45pm		
<b>HORA</b>	<b>Tema</b>	<b>Conferencista</b>
8:00-8.30 am	Registro e Instalación del evento. Apertura del even	Directivos de la Universidad del Tolima y Decanos de la Facultad de Ciencias y Facultades de Medicina Veterinaria y Zootecnia
8:30-9:00 am	Presentación del programa	Dr. Jairo Mora Delgado Universidad del Tolima
9:00-10:00 am	Bioinformática para el estudio de comunidades microbianas en el suelo.	<b>Conferencia magistral Internacional</b> Dr. Lucas W Mendes CENA - USP (Brasil)
10:00-10:20 am Receso		
10:20 – 11:30 am	Reflexiones para la búsqueda de bacterias promotoras de crecimiento vegetal.	<b>Conferencia magistral Internacional</b> Dra. Blanca López centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, S.C. (México).
12:00-2:00 Almuerzo libre		
2:00 - 2:35 pm	Resultados de investigación proyecto: Microorganismos rizosféricos nativos como estrategia para mejorar la salud del suelo en sistemas agroforestales	Dra. Maryeimy Varón López Universidad del Tolima
2:35 - 2:45 pm	Presentación del libro: Propiedades físicas de los suelos y su importancia en el desarrollo de cultivos	Dr. Edgar Álvaro Ávila Universidad del Tolima
2:45 – 3:30 pm	El universo microbiano asociado a la planta del chocolate: <i>Theobroma cacao</i>	<b>Conferencia magistral Nacional</b> Dr. Alejandro Caro Quintero - Universidad Nacional, Bogotá
3:30 – 3:45 pm Receso		
3:45- 4:00 pm	Desarrollo de un inoculante micorrízico combinado con bacterias promotoras del crecimiento vegetal para mejorar la tolerancia a la sequía en los cultivos	Cristina Calle Henao Estudiante de doctorado Universidad Estadual de Londrina
4:00- 4:15 pm	Avances en el desarrollo de un bioinoculante para cultivos de cacao: escalamiento a partir de microorganismos nativos del suelo.	Laura Rodríguez Estudiante de Doctorado en Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Javeriana
4:15- 4:30 pm	Potencial de agregación de diferentes morfotipos de hongos de micorriza arbusculares (HMA) asociados a los cultivos de cebolla de bulbo y papa: su contribución a la estabilidad del suelo.	Sud Sair Sierra Candidato a doctor en Ciencias ambientales y sostenibilidad Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano
4:30- 4:45 pm	Efecto de la inoculación de MPCV y HMA nativos en el desarrollo y crecimiento de <i>Gmelina arborea</i> Roxb.	Laura Devia Estudiante Maestría en Ciencias Biológicas Universidad del Tolima

Tabla 2. Programa del simposio, jueves 17 de octubre.

<b>CONFERENCIAS MAGISTRALES</b>		
<b>LUGAR:</b> Salón de conferencias (Piso 1) Universidad Cooperativa de Colombia, sede administrativa Calle 10 #No. 1 – 64		
<b>HORARIO:</b> 8 am-12 pm		
<b>SALA 1:</b>		
<b>LUGAR:</b> Salón 409 Centro de idiomas, Universidad del Tolima Calle 10ª #2-1		
<b>HORARIO:</b> 2 pm – 3:45 pm		
<b>SALA 2:</b>		
<b>LUGAR:</b> Salón 410 Centro de idiomas, Universidad del Tolima Calle 10ª #2-1		
<b>HORARIO:</b> 2:45 pm – 4:00 pm		
<b>HORA</b>	<b>Tema</b>	<b>Conferencista</b>
8:00- 8:45 am	Prácticas agronómicas que se deben usar para hacer máximo uso de hongos micorrizógenos arbusculares.	<b>Conferencia magistral Internacional (Virtual)</b> Dr. Ewald Sieverding Universidad de Stuttgart Hohenheim, Instituto: Instituto de Ciencias Agrícolas en los Trópicos (Instituto Hans-Ruthenberg) y Empresa RHIZO-MIC UG, Alemania.
9:00-10:00 am	Consortios microbianos promotores de crecimiento vegetal del aguacate	<b>Conferencia magistral Nacional</b> Dr. David Borrego, Corporación para Investigaciones Biológicas (CIB)
10:00 - 10:20am Receso		
10:20-11:00 am	Microorganismos para promover el crecimiento de las plantas y mejorar el suelo degradado.	<b>Conferencia magistral Internacional</b> Dra. Blanca López, Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, S.C. (México).
11:00- 12:00 pm	Panel de expertos: Interacciones Microorganismos-Suelo-Planta: “Hacia una bioeconomía circular”	Lucas Mendes, David Borrego, Alejandro Caro y Blanca López
12:00 – 2:00pm Almuerzo libre		
SALA 1 (409) Centro de idiomas		
2:00 - 2:45 pm	Biofertilizantes en cacao con diferentes sistemas de producción como alternativa para restablecimiento de las funciones ecosistémicas del suelo	Dra. Nubia Higuera, Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO)
2:45 - 3:00 pm	Evaluación integral del almacenamiento, captura y emisión de carbono en el sistema de producción de cacao bajo sistemas agroforestales con diferentes configuraciones de sombra en el municipio de Pauna, Boyacá.	Mónica Escobar, Ingeniera en agroecología Estudiante Maestría Cambio Climático y Desarrollo Sostenible; Corporación Universitaria Minuto de Dios
3:00 - 3:15 pm	Evaluación del potencial de microorganismos biofertilizantes en el desarrollo de nuevos bioinsumos.	Valentina Zapata, Estudiante de Maestría Universidad Nacional de Colombia – sede Medellín
3:15 - 3:30 pm	Efecto de la competencia entre especies de Rizobacterias sobre los rasgos de promoción de crecimiento vegetal in vitro.	Estefanía Ceballos Ruiz, Estudiante de Maestría Universidad Nacional de Colombia – sede Medellín

SEPARATA ESPECIAL - AGROFORESTERÍA NEOTROPICAL N° , 2025

3:30 - 3:45 pm	Efectos de la bioinoculación en el rendimiento productivo de melina reduciendo la concentración de fertilización con urea	Joseph Crisancho Estudiante Maestría en Ciencias Pecuarias, Universidad del Tolima
SALA 2 (410) Centro de idiomas		
2:45 - 3:00 pm	Estudio de patógenos aislados de mazorcas de <i>Theobroma cacao</i> L (cacao) y el potencial de microorganismos promotores de crecimiento vegetal (MPCV) para mejorar la calidad del cultivo.	Laura Rivera Estudiante Maestría en Ciencias Biológicas, Universidad del Tolima
3:00 - 3:15 pm	Efecto de microorganismos promotores del crecimiento en <i>Gmelina arborea</i> : una alternativa sostenible para reforestación y sistemas silvopastoriles	Rafael Ramírez Estudiante de Maestría en Microbiología Universidad de Antioquia
3:15 - 3:30 pm	Interacción de <i>Rhizophagus irregularis</i> y microorganismos solubilizadores de fósforo y su efecto sobre el crecimiento y supervivencia de <i>Gmelina arborea</i> en vivero.	Karen Higuera Estudiante Maestría Ciencias-Biología Universidad Nacional de Colombia
3:30 - 3:45 pm	Efecto de un consorcio microbiano sobre parámetros morfométricos de <i>Gmelina arborea</i> Roxb.	José Gutiérrez Estudiante Maestría en Ciencias Biológicas, Universidad del Tolima
3:30 - 3:45 pm	Influencia de <i>Gmelina arborea</i> sobre la calidad del suelo bajo pasturas evaluadas mediante indicadores microbiológicos y físicos	Alexander Correa Estudiante Maestría en Ciencias Pecuarias, Universidad del Tolima
3:45 - 4:00 pm Receso		
4:00 – 6:00 pm	Actividades culturales Ibagué	

Artículos podrán ser enviados por e-mail a:

Luz Amalia Forero

Editora

Revista Agroforestería Neotropical

Universidad del Tolima

Barrió Santa Elena, Ibagué, Colombia, Sur América

Tel: 277 20 42, 277 12 12 Ext: 9231

[revistaafnt@ut.edu.co](mailto:revistaafnt@ut.edu.co)

