



# **Bacterias endofíticas solubilizadoras de fósforo en las raíces de café variedad borbón (*Coffee Arabigo V. Bourbon*) en la meseta de Popayán mediante método dependiente de cultivo**

El cultivo de café en Colombia es de gran importancia económica siendo el pilar fundamental en la economía campesina de las diferentes regiones cafeteras del país. Cabe destacar que gracias al cultivo del café se genera más de 1 millón de empleos permanentes de los cuales 800.000 se ocupan de las labores agrícolas y más de 500.000 familias se benefician de este cultivo, entre los departamentos con mayor cantidad de cultivos se encuentran los departamentos de Huila, Cauca, Nariño, Antioquia, Caldas, Risaralda, Quindío, Tolima y Valle del Cauca [1].

El departamento del Cauca cuenta con 94.000 productores de café, donde sobresale por ser un café 100% arábico con variedades conocidas como caturra, Bourbon y castillo en donde los productores se destacan por darle un buen crecimiento con alta productividad y excelencia en la calidad del producto [2]. Los Biofertilizantes contienen un número considerable de bacterias Rizosférica y endofíticas PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) que promueven, directa o indirectamente, el crecimiento de las plantas [4]. La promoción directa involucra actividades como la solubilización del fósforo, la fijación de nitrógeno, síntesis de antibióticos y producción de fitohormonas [3–6].

Las bacterias PSB (Phosphorous Solubilizing Bacteria) poseen la capacidad de solubilizar las formas de fósforo no asimilables presentes en el suelo mediante la producción de ácidos orgánicos y la quelación de óxidos de calcio, hierro y/o aluminio [6]. Se ha investigado el uso de estas bacterias como inoculante en numerosas especies vegetales, demostrando que esta práctica permite incrementar simultáneamente la absorción de fósforo y el rendimiento de los cultivos [7]–[10]. La disponibilidad de fósforo (P) en los suelos de la meseta de Popayán se caracteriza por la bajo concentración de este elemento, agravando la problemática por la fijación del P en los coloides del suelo [11].



## Problema y Justificación

Teniendo en cuenta que el fósforo es uno de los macronutrientes más esenciales para el desarrollo de las plantas y de todo ser vivo, el cual participa en procesos metabólicos como la transferencia de energía (ATP) y la fotosíntesis, procesos vitales para la planta, en donde los suelos del trópico presentan problemas de disponibilidad de fósforo ya que provienen de los derivados de cenizas volcánicas denominados Andisoles y suelos co-aluviales que contienen un componente importante de óxidos de hierro y aluminio [1]. La mayoría del fósforo en el suelo se encuentra en forma insoluble, en este estado la planta no puede asimilarlo provocando detrimento en los procesos como fotosíntesis, transporte de energía, replicación del ADN en las plantas deficientes de este elemento.

Por lo expuesto anteriormente para contrarrestar las deficiencias del fósforo se toma como alternativa el uso de fertilizantes de síntesis química con el fin de satisfacer sus necesidades de las plantas. Los suelos en el departamento del Cauca son de gran importancia por el uso en la agricultura especialmente en el cultivo de café y teniendo en cuenta que los suelos por provenir de cenizas volcánicas se caracterizan por su alta acidez limitando la absorción del fósforo (P) que se encuentra retenido en las arcillas del suelo o complejo con los metales Fe y Al, ocasionando que el fósforo no está disponible para los cultivos. Una forma para evitar el uso de fertilizantes químicos, sería la utilización de microorganismos que tengan la capacidad de solubilizar fósforo en el suelo, para que este elemento que se encuentra en sales insolubles pueda ser transformado a sales solubles y así el sistema radicular de las plantas de café puedan absorberlo.

## Objetivo general

- Caracterizar las bacterias endófitas con potencial de solubilización de fósforo presentes en las raíces del cultivo de café variedad borbón de la meseta de Popayán (Cauca-Colombia) con potencialidad de biofertilizantes.

## Objetivos específicos

- Implementar un protocolo de esterilización superficial en raíces de café Var Borbón.
- Evaluar a las comunidades endófitas solubilizadoras de fósforo en medio de cultivo selectivo NBRIP.
- Establecer el efecto de la inoculación de las bacterias endófitas en la promoción de crecimiento de la germinación y en plántulas de café.



## Metodología

Para la realización de este proyecto se tomaron muestras de raíz café Var Bourbon en la Hacienda Los Naranjos municipio de Cajibío (Cauca), posteriormente se trasladó al Laboratorio de Biotecnología de Unicomfacauca, y se procesaron las muestras. Además, fueron preparadas soluciones de desinfección y medios de cultivos. Para extraer las poblaciones de bacterias endofítica se implementó el protocolo de esterilización superficial descrito por Ramos 2018 [12]. Una vez se determinó la eficiencia de desinfección se procedió a realizar el macerado de tejidos y diluciones seriadas, de las cuales se tomaron 20µl de cada dilución y fueron sembraron en medio cultivo NBRIP. Posteriormente se incubaron a 28°C por 72 horas, las bacterias solubilizadoras fueron identificadas según el protocolo descrito por Nautiyal, et al (1999)[13], luego de haber identificado bacterias PBS se determina la actividad solubilizadoras de fósforo mediante el índice (IS).

$$IS = \text{diametro del halo de solubilizacion} - \text{el diametro de la colonia}$$

Las cepas de mayor IS se inocularán en plantas y semillas de café Var Castillo en una concentración de 10<sup>8</sup>UFC/ml pasado un mes post-inoculación se determinarán parámetros fenológicos tales como: longitud de raíz, área radicular, altura de planta, diámetro del tallo, vigor de la planta, peso seco y fósforo en tejido.

## Resultados parciales

En el presente estudio se logró determinar que las bacterias aisladas son endofíticas, teniendo en cuenta que los tejidos desinfectados e incubados no presentaron crecimiento bacteriano. La comunidad endofítica cultivables resultó con 1\*10<sup>6</sup> UFC/g de tejido mientras, que las bacterias PBS tienen una comunidad de 1\*10<sup>3</sup> UFC/g de tejido, esto sugiere que las raíces de café bourbon tiene una gran diversidad de bacterias endofíticas, entre las que se encuentran las bacterias PBS.

Se lograron aislar también 18 cepas con capacidad de solubilizar P, los resultados evidenciaron variación en el índice de solubilización (IS) de las diferentes cepas evaluadas con diferencias significativas entre ellas. En orden ascendente fue la End-F-4, End-F-38 y End-F-37, End-F-10 a End-F-11, mientras que las cepas de mayor IS son las cepas RF-13, End-F-5 y End-F-34, estadísticamente significativo si es comparado con las cepas que se mencionaron anteriormente. Las cepas End-F-5 y End-F-34 presentaron un IS de 1,6 y 1,7 cm respectivamente y por esta razón se eligieron para el desarrollo de ensayos de inoculación en plantas de café variedad Castillo en etapa de Almacigo. Además, se evidenció que los tratamientos inoculados con la cepa End-F-5 y End-F-5+End-F-34 aumentó su emisión de hojas,



diámetro de tallo y peso seco indicando que las bacterias tienen potencialidad de promoción de crecimiento vegetal y tienen potencialidad como biofertilizante en café en etapa de semillero (**Figura 1**).



## Bibliografía

- [1] B. D. I. Eva Cristina Correa, Virginia Diaz, "Características del café del Cauca," *Forumcafe*, 2018.
- [2] B. R. Glick, "The enhancement of plant growth by free-living bacteria," *Can. J. Microbiol.*, vol. 41, no. 2, pp. 109–117, Feb. 1995.
- [3] J. A. McInroy and J. W. Kloepper, "Survey of indigenous bacterial endophytes from cotton and sweet corn," *Plant Soil*, vol. 173, 1995.
- [4] W. Cruz Romero *et al.*, "Producción de plántulas de hortalizas con *Azospirillum* sp. y aspersión foliar de miel de abeja\* Production of vegetable seedlings with *Azospirillum* sp. and foliar spray with bee honey," *Rev. Mex. Ciencias Agrícolas*, vol. 7, pp. 59–70, 2016.
- [5] M. Lucy, E. Reed, and B. R. Glick, "Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria," *Antonie Van Leeuwenhoek*, vol. 86, no. 1, pp. 1–25, Aug. 2004.
- [6] H. Rodríguez and R. Fraga, "Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion," *Biotechnol. Adv.*, vol. 17, no. 4–5, pp. 319–339, Oct. 1999.



- [7] J. B. J. Jones, H. V. Eck, and R. Voss, "Plant analysis as an aid in fertilizing corn and grain sorghum.," *Plant Anal. as an aid Fertil. corn grain sorghum.*, no. Ed. 3, pp. 521–547, 1990.
- [8] J. R. de Freitas, M. R. Banerjee, and J. J. Germida, "Phosphate-solubilizing rhizobacteria enhance the growth and yield but not phosphorus uptake of canola (*Brassica napus* L.)," *Biol. Fertil. Soils*, vol. 24, no. 4, pp. 358–364, May 1997.
- [9] M. F. Luna, J. Aprea, J. M. Crespo, and J. L. Boiardi, "Colonization and yield promotion of tomato by *Gluconacetobacter diazotrophicus*," *Appl. Soil Ecol.*, vol. 61, pp. 225–229, Oct. 2012.
- [10] A. Vaishampayan *et al.*, "Cyanobacterial biofertilizers in rice agriculture," *Bot. Rev.*, vol. 67, no. 4, pp. 453–516, Oct. 2001.
- [11] J. C. Isabel Montoya and J. C. Menjivar, "Retención y disponibilidad de fósforo asociado a la materia orgánica en un Typic Melanudands del departamento del Cauca, Colombia," in *Acta Agronómica*, vol. 62, no. 3, Universidad Nacional de Colombia, 1951, pp. 261–267.
- [12] E. V. Ramos Cabrera, "Investigación de microorganismos promotores del crecimiento vegetal en cultivos de interés agronómico mediante análisis metagenómico y microbiológico," May 2018.
- [13] C. S. Nautiyal, "An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms," *FEMS Microbiol. Lett.*, vol. 170, no. 1, pp. 265–270, 1999.

---

### Mayor Información

#### Vicerrectoría de Investigación y Extensión Unicomfauca

Victoria Eugenia Patiño Arenas

Tel (57+2) 8386000 ext. 107

Correo: [viceinvestigacion@unicomfauca.edu.co](mailto:viceinvestigacion@unicomfauca.edu.co)