



Uno de los retos actuales es encontrar la manera de producir el bioinsumo en las cantidades requeridas por el sector bananero colombiano.

Patente estadounidense afianza a EAFIT en biotecnología



Foto: Robinson Henao

Mónica María Vásquez Arroyave

Colaboradora

La Universidad EAFIT y la Asociación de Bananeros de Colombia (Augura) desarrollaron un proceso de producción de esporas de diferentes bacterias del género *Bacillus*. El uso de estas esporas está orientado a promover el crecimiento vegetal de cultivos de banano, maíz, tomate, entre otros.

Se trata del *Proceso para incrementar la producción de biomasa y esporas de bacterias promotoras del crecimiento vegetal del género Bacillus - Bioestimulante*, que obtuvo patente de invención por parte de la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos, notificada el pasado 22 de agosto. De 35 patentes con que cuenta la Universidad, esta es la cuarta patente obtenida en el exterior, en esta ocasión con Augura; la primera y la tercera, con Argos, y la segunda, con el Metro de Medellín. (Ver 'Primera patente europea para EAFIT').

Este método para aumentar la producción de biomasa y de esporas –estructuras bacterianas empleadas para desarrollar el bioestimulante– en cepas del género *Bacillus* tiene como finalidad producir estos microorganismos con un alto porcentaje de esporulación, es decir, el proceso desarrollado por EAFIT y Augura alcanza una alta densidad celular y un porcentaje de esporulación superior a 95 por ciento. El producto final se aplica a cultivos agrícolas para promover su desarrollo y crecimiento vegetal.

Este proyecto se gestó en 2007 como una iniciativa de la docente Valeska Villegas Escobar, quien en la actualidad hace parte del Departamento de Ciencias Biológicas de EAFIT –en ese entonces hacía parte del Departamento de Ingeniería de Procesos–, y del Centro de Investigaciones de Banano (Cenibano) de Augura.

En 2008, se sumaron las ingenieras de procesos de EAFIT Luisa Fernanda Posada Uribe y Sandra Mosquera López, quienes comenzaron a desarrollar el diseño del proceso productivo. Ese año también empezó una alianza con Augura para aislar microorganismos de la rizosfera –sección del suelo próxima a las raíces de las plantas– de plantas de banano y plátano. El propósito: crear un bioinsumo dirigido al sector bananero para fomentar la agricultura sostenible y brindar alternativas al uso de agroquímicos.

En 2009 se unió la bióloga María Ramírez, quien aisló los microorganismos potenciales, principio activo del producto; y en 2011 se sumó la bióloga Tatiana Cuéllar, quien evaluó su actividad en campo (Urabá y Santa Marta).

La invención desarrollada por investigadores de la Universidad y Augura permite incrementar la producción de biomasa y de esporas de bacterias promotoras de crecimiento vegetal del género *Bacillus*, que son altamente potenciales como productos bioestimulantes en cultivos agrícolas.

Esta iniciativa permitirá fortalecer el sector agroindustrial con miras a aumentar las capacidades económicas de áreas rurales del país en las que el desarrollo ha sido lento.

Uso de esporas

Valeska Villegas Escobar, doctora en Biotecnología, explica que en años recientes ha surgido un creciente interés en el uso de microorganismos, a escala industrial, en diversas aplicaciones biotecnológicas. Las bacterias aeróbicas formadoras de endosporas –células especializadas no reproductivas–, por ejemplo algunas especies de *Bacillus* sp., han sido muy empleadas como probióticos, como vectores de vacunas vivas y como bioinsumos para la agricultura.

Específicamente, indica Valeska Villegas, la especie *B. subtilis* es considerada muy promisorio debido a su alta producción de metabolitos secundarios y la formación de esporas resistentes, entre otros aspectos. Estas esporas son empleadas como principio activo de la mayoría de los productos biotecnológicos, ya que posibilitan una larga vida de anaquel, es decir, en condiciones de almacenamiento sin deteriorarse para su comercialización.

Al respecto, Valeska Villegas, doctora en Biotecnología, destaca que esta investigación además ha permitido el desarrollo científico de las integrantes del equipo, no solo a nivel de maestría sino también de doctorado, ya que sus proyectos de grado estuvieron encaminados en esta temática.

Desde 2008 comenzó la alianza con Augura para aislar microorganismos nativos de bananos y desarrollar un bioinsumo: Luisa Fernanda Posada.

El desarrollo

Este proyecto se basó en microorganismos del género *Bacillus* aislados de la rizosfera de plátano y banano. Los 827 microorganismos aislados obtenidos fueron evaluados respecto a su actividad de promoción de crecimiento vegetal en maíz (como planta modelo). Esto permitió encontrar 22 cepas potenciales o, como se les conoce técnicamente, Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR).

Posteriormente, se inició el diseño del proceso productivo, la evaluación bioquímica de las cepas potenciales, la identificación taxonómica, el desarrollo de un medio de cultivo que lograra alta cantidad de biomasa y esporas, la optimización de los parámetros

de producción en biorreactor de 14 litros y posterior escalado a 80 litros.

Paralelo a esos procesos formularon el producto y lo evaluaron en diferentes especies vegetales, por ejemplo, banano, maíz, pimentón, tomate, crisantemo, entre otras.

Así es como las investigadoras obtuvieron un medio de cultivo denominado Sporulation *Bacillus* Medium (SBM), en el que se alcanza una alta producción de biomasa y esporas del microorganismo en corto tiempo, un proceso optimizado para producir el microorganismo en un biorreactor.

Todos estos procesos le permitieron al equipo de investigación obtener el producto bioestimulante que, con base en el *Bacillus subtilis* EA-CB0575, ayuda a mejorar el crecimiento de las plantas de banano –al optimizar el desarrollo de sus raíces– y reduce el tiempo del ciclo productivo, explica Luisa Fernanda Posada, doctora en Biotecnología.

Posteriormente, hicieron ensayos en invernadero y en campo, con buenos resultados: en invernadero, encontraron que las esporas aumentan el peso y la altura de las plantas de banano y, en campo, estas reducen el tiempo de la cosecha e incrementan la altura de la planta.

La obtención de esta patente demuestra que la investigación realizada es novedosa y pionera: Danilo Sánchez.

El producto desarrollado tiene “como principio activo las esporas de *Bacillus*, que les brinda ventajas en resistencia a condiciones adversas y se convierte también en una ventaja desde el punto de vista logístico. El producto se aplica a las plantas o en semillas después de diluirse en agua. Cuando el microorganismo entra en contacto con las raíces de las plantas y encuentra las condiciones aptas se da su germinación desde esporas hasta células vegetativas. Estas últimas son las que actúan en la planta para promover su crecimiento y desarrollo”, asegura Luisa Fernanda Posada. (Ver '*Proceso para incrementar la producción de biomasa y esporas de bacterias promotoras del crecimiento vegetal del género Bacillus - Bioestimulante*').

Investigación pionera

Esta sumatoria de esfuerzos entre Augura y EAFIT, en la que jugaron un papel fundamental las capacidades de investigación y formación de la Universidad y el conocimiento y experiencia en el cultivo de Augura y su centro de investigaciones, permite usar hoy estos avances como potenciales promotores de crecimiento

Primera patente europea para EAFIT

Con el *Proceso para incrementar la producción de biomasa y esporas de bacterias promotoras del crecimiento vegetal del género Bacillus - Bioestimulante*, la Universidad EAFIT ajusta cuatro patentes de invención obtenidas en el exterior, de las 35 con que cuenta hasta la fecha.

La primera patente obtenida en el exterior, *Método y dispositivo para medir los cambios volumétricos en una sustancia*, la concedió la Oficina Japonesa de Patentes a EAFIT y a Cementos Argos, el 3 de febrero de 2017. Se usa en el sector constructor para medir la retracción de los fluidos de los materiales en los primeros minutos después de empezar la mezcla de cemento.

Además, el 30 de agosto de 2017 la Oficina Europea de Patentes también concedió patente a dicho invento, hecho que se convierte para la Institución en la primera patente que obtiene en el Viejo Continente y en la tercera en el exterior. Esta invención se destacó en la edición 170 de la REVISTA UNIVERSIDAD EAFIT - PERIODISMO CIENTÍFICO, con el título: *Japón otorga la primera patente internacional a Argos y EAFIT*.

La segunda patente en el exterior, *Sistema para detectar defectos en la redondez de las ruedas de un vehículo ferroviario*, la otorgó la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos a EAFIT y al Metro de Medellín, el 19 de mayo de 2017. Este desarrollo, que aporta a la seguridad de los usuarios del sistema metro, ya había recibido patente de invención el 29 de febrero de 2016 por parte de la Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia. Una alianza fructífera entre el Metro y EAFIT que cuenta con cuatro patentes de invención en Colombia y una en los Estados Unidos.

to de plantas y agentes de control de enfermedades, como la Sigatoka negra del banano.

“La obtención de esta patente demuestra que la investigación realizada es novedosa y pionera. Pero, más allá de la patente, lo importante es la pertinencia de este tipo de estudios, pues la tendencia mundial es a disminuir el uso de agroquímicos en control de plagas y en fertilizantes en los sistemas productivos”, manifiesta Danilo Sánchez Torres, director de Cenibanano.

De otro lado, muchos de los proyectos asociados a esta iniciativa, cuenta la docente Valeska Villegas, fueron financiados por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), y contaron con los aportes científicos de Luz Edith Argel Roldán y John Jairo Mira Castillo, de Augura.

El resultado de este desarrollo tecnológico busca ser licenciado por un tercero que tenga la capacidad de elaborar y comercializar el producto en el

Musa AAA var. Valery



Bacillus subtilis
EA-CB0575
(Ramírez Correa, 2012)



Proceso para incrementar la producción de biomasa y esporas de bacterias promotoras del crecimiento vegetal del género *Bacillus* - Bioestimulante

1. Aislamiento de rizobacterias del género *Bacillus* de la rizosfera de banano y plátano en fincas productoras en el Urabá antioqueño.
2. Cepas del género *Bacillus* aisladas, se conservan y almacenan en el cepario de EAFIT-Augura.
3. Se realizan pruebas bioquímicas –de antagonismo de fitopatógenos y en planta– a los microorganismos aislados (827 cepas).
4. Se seleccionan cepas con potencial promotor de crecimiento vegetal (PGPR) y se comienza el diseño del medio de cultivo para su producción en biorreactor. Este proceso incluye

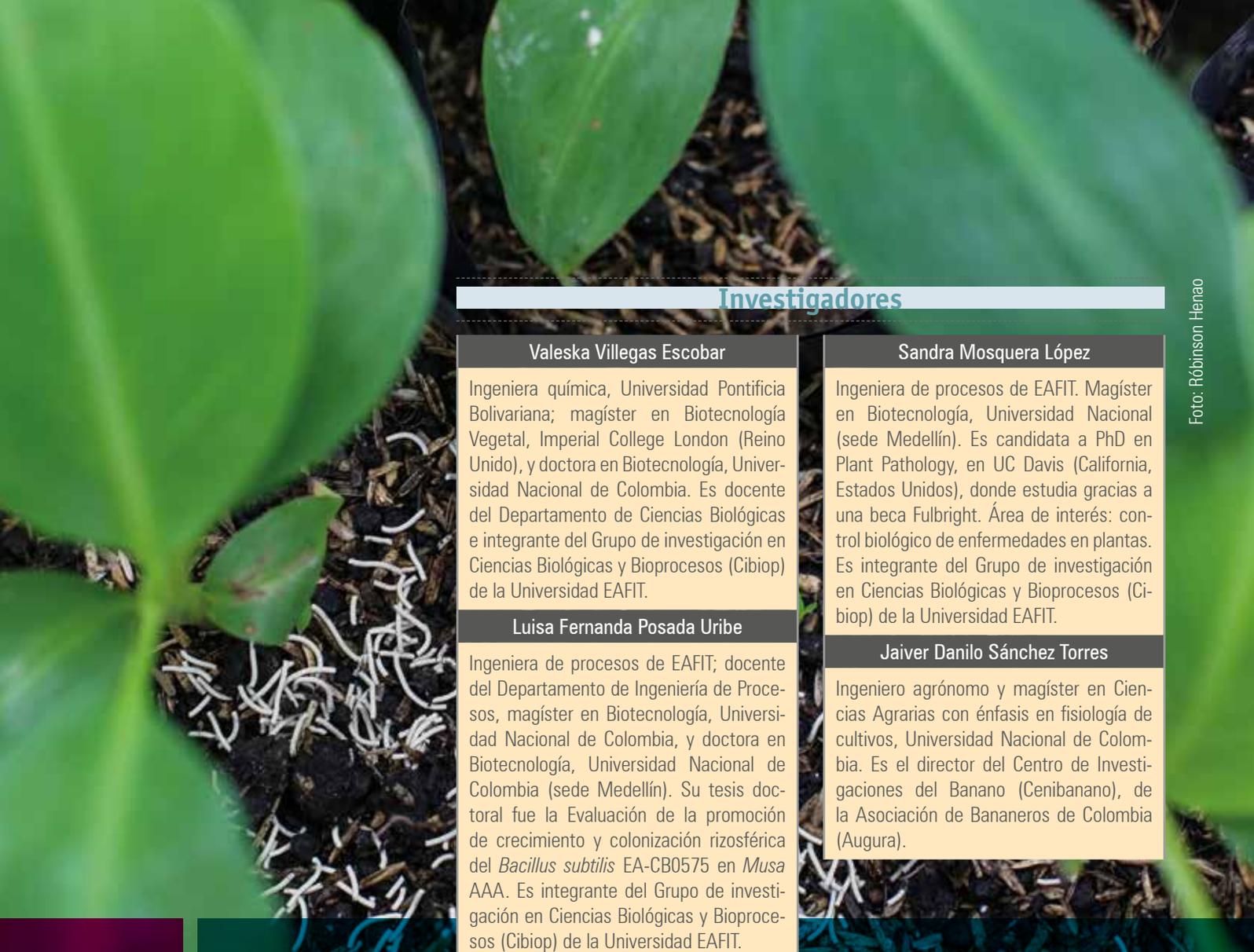
la evaluación de alta cantidad de biomasa y de esporas del microorganismo.

5. Se escala el proceso de producción de matraz (instrumento de laboratorio) a biorreactor de 14 L (litros).
6. Se optimizan las condiciones de producción en este nivel de producción.
7. Se escala el proceso de producción desde 14 L hasta 80 L.
8. Se produce el bioinoculante (fertilizante biológico) con base en el microorganismo previamente cultivado.

Nota: además de *B. subtilis* EA-CB0575, la patente incluye otras cepas.

sector agrícola. Para lograrlo, en la actualidad Innovación EAFIT ha establecido contactos con empresas internacionales, que evalúan el producto y la tecnología en diferentes sistemas agrícolas.

De esta manera, en caso de resultados promisorios y una negociación exitosa con el licenciario, se podrían obtener regalías de las ventas, puntualiza Valeska Villegas, integrante del Grupo de investigación



Investigadores

Valeska Villegas Escobar

Ingeniera química, Universidad Pontificia Bolivariana; magíster en Biotecnología Vegetal, Imperial College London (Reino Unido), y doctora en Biotecnología, Universidad Nacional de Colombia. Es docente del Departamento de Ciencias Biológicas e integrante del Grupo de investigación en Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop) de la Universidad EAFIT.

Luisa Fernanda Posada Uribe

Ingeniera de procesos de EAFIT; docente del Departamento de Ingeniería de Procesos, magíster en Biotecnología, Universidad Nacional de Colombia, y doctora en Biotecnología, Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín). Su tesis doctoral fue la Evaluación de la promoción de crecimiento y colonización rizosférica del *Bacillus subtilis* EA-CB0575 en *Musa* AAA. Es integrante del Grupo de investigación en Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop) de la Universidad EAFIT.

Sandra Mosquera López

Ingeniera de procesos de EAFIT. Magíster en Biotecnología, Universidad Nacional (sede Medellín). Es candidata a PhD en Plant Pathology, en UC Davis (California, Estados Unidos), donde estudia gracias a una beca Fulbright. Área de interés: control biológico de enfermedades en plantas. Es integrante del Grupo de investigación en Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop) de la Universidad EAFIT.

Jaiver Danilo Sánchez Torres

Ingeniero agrónomo y magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en fisiología de cultivos, Universidad Nacional de Colombia. Es el director del Centro de Investigaciones del Banano (Cenibanano), de la Asociación de Bananeros de Colombia (Augura).

Foto: Robinson Henao

en Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop).

El paso siguiente, afirma el inventor John Jairo Mira, sería encontrar la manera de producir el bioinsumo en el país, por ejemplo, a través de un tercero mediante licenciamiento de la tecnología.

Esta iniciativa, en asocio con Augura, fortalece el concepto de la relación entre universidad, empresa y Estado: Félix Londoño.

Potencial comercial

Para EAFIT esta invención es importante porque, primero, en el ámbito internacional incursionar en una plaza de tradición tecnológica como los Estados Unidos es acceder a grandes mercados para mover este tipo de productos, señala Félix Humberto Londoño González, director de Investigación de la Universidad.

Segundo, "es una iniciativa en asocio con Augura, lo que fortalece el concepto de la relación entre

universidad, empresa y Estado. Algunas de estas investigaciones tuvieron financiación a través de Colciencias y, en la medida en que se obtienen estas patentes con empresas privadas, hay un potencial mucho mayor de lograr un aprovechamiento comercial de las mismas", indica el directivo.

Este logro materializa el ingreso de EAFIT en el campo biotecnológico, debido a que hasta ahora gran parte de las patentes obtenidas por la Institución han estado relacionadas con las ingenierías, acota Félix Londoño, para quien la agroindustria en Colombia debe alinearse con las tendencias internacionales y, además, desarrollar su potencial en las regiones más necesitadas de impulso económico para permitir el avance del posacuerdo.

Por último, el uso de este tipo de productos mantiene abiertas las puertas de los mercados europeo y estadounidense al sector bananero colombiano, debido a que iniciativas del mercado de la fruta como las certificaciones Rainforest y Global GAP buscan que el sector emplee alternativas que reduzcan el impacto de agroquímicos.