

Descubren nueva alternativa para **estimular crecimiento del maíz**



Las plantas fueron multiplicadas bajo condiciones *in vitro* (foto) y también en vivero.
Foto Robinson Henao.

Dos profesores de EAFIT buscaron nuevas opciones para inducir un mayor desarrollo de las plantas de maíz. La hallaron en nanopartículas magnéticas de óxido de hierro que tuvieron un rendimiento comparable al de fertilizantes comerciales.

SEBASTIÁN AGUIRRE EASTMAN
Colaborador

Con resultados promisorios cerró la primera fase de un proyecto de investigación interdisciplinario en el que confluyeron la física, la biología, la biotecnología y la nanotecnología para generar una solución que promete ser una ayuda para la agricultura en Colombia y en los países y lugares donde se cultiva el maíz.

Los profesores Álvaro Andrés Velásquez, docente e investigador del Departamento de Ciencias Físicas; Diego Fernando Villanueva, jefe del Departamento de Ciencias Biológicas, y la asistencia de Natalia Andrea Gutiérrez, estudiante de la Maestría en Física Aplicada, y Aura Cristina Sánchez, estudiante del pregrado en Biología, desarrollaron su trabajo en un aspecto esencial del sector agrícola: la nutrición de las plantas. Ahí el uso de fertilizantes es clave, pues estos representan cerca del 20 % de los costos finales del proceso de crecimiento y cultivo de las plantas. Y aunque muchos de ellos pueden funcionar bien, otros no tanto.

Las plantas de maíz, explica el profesor Villanueva, requieren de elementos esenciales para crecer como el nitrógeno, el fósforo, el hierro, el potasio, entre otros, que pueden encontrarse en los suelos de donde la planta los toma y los asimila. No obstante,

en ocasiones esos elementos no están disponibles y, por tanto, el cultivo no tiene el mismo rendimiento.

La investigación buscó una solución intermedia: generar hierro en estados similares a los que requiere la planta para crecer, sintetizando nanopartículas magnéticas de óxido de hierro por debajo de los 100 nanómetros, de tal modo que se pudiera fabricar un fertilizante que la planta asimilara con mayor facilidad. El nanómetro es una medida de longitud que equivale a la milmillonésima parte del metro. Para hacerse a una idea del tamaño, basta decir que en un milímetro caben un millón de nanómetros.

El maíz, señala el profesor Velásquez, fue seleccionado porque su cultivo es uno de los más comunes en todo el planeta para la alimentación no solo de las personas, sino de animales de los que se extraen derivados para el consumo humano.

EL PROCESO

Velásquez señala que el proyecto ha sido un constante aprendizaje para todos los integrantes del grupo de investigación, pues para iniciar tuvieron que aprender a hacer crecer maíz en el invernadero de la Universidad EAFIT.

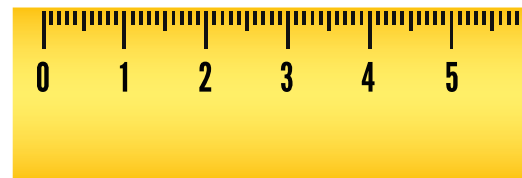
De manera simultánea comenzaron con el trabajo verdaderamente científico: el proceso técnico-químico para la síntesis de las nanopartículas. Para eso analizaron qué tipo de materiales les permitían estabilizarlas de la mejor manera y que el producto se adhiriera bien a la planta cuando fuese asperjado en el cultivo -lo cual se puede hacer con máquinas o rociadores- y la planta lo asimilara en las raíces o a través de las hojas.

Entonces hicieron ensayos en el Laboratorio de Tecnología Vegetal donde utilizaron técnicas de propagación *in vitro* de la planta. Tras asegurar la asepsia

NANÓMETRO

Medida de longitud que equivale a la milmillonésima parte del metro.

En un milímetro caben un millón de nanómetros.



Tras ser expuestas a las nanopartículas que contenían hierro, cada una de las plantas empezó a ser medida para seguir su crecimiento.
Foto Robinson Henao.

El objetivo era buscar que las plantas tuvieran más biomasa, longitud, hojas y, por ende, más tasa de fotosíntesis. Todo eso redundaba en un mayor tamaño de los frutos, mazorcas y granos.



LA IMPORTANCIA DEL MAÍZ EN EL MUNDO Y EN COLOMBIA

- La producción mundial de maíz en 2018 fue de 1.046 millones de toneladas, según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).
- La misma entidad valora de la siguiente forma su importancia en la nutrición humana: “El maíz, que es junto con el trigo y el arroz uno de los cereales más importantes, suministra elementos nutritivos a los seres humanos y a los animales, y es materia prima básica de la industria de transformación con la que se produce almidón, aceite y proteínas, bebidas alcohólicas, edulcorantes alimenticios y, desde hace poco, combustible”.
- El cultivo del maíz es uno de los renglones más importantes de la producción agrícola colombiana: concentra el 13% del área cultivada, señala la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas.
- Genera 126.000 empleos directos y se estima que 390.000 familias lo siembran en Colombia.



En un reactor se hizo la síntesis de las nanopartículas magnéticas. Se empleó la técnica denominada molienda mecánica de alta energía. Foto Robinson Henao.

y que no crecieran microorganismos, asperjaron las nanopartículas en las plántulas para ver su efecto en ellas.

Una vez se validaron las concentraciones diferentes en el laboratorio, las mejores plantas fueron llevadas al invernadero, donde se estableció un cultivo muy similar a uno de campo (incluso había plantas de hasta 1,5 metros de altura). Cada semana fueron fertilizadas para ver el efecto y, de manera simultánea, se iban contrastando los resultados con los que ofrecían los fertilizantes comerciales.

Al final, todos los tejidos, después de medir sus variables agronómicas (cobertura vegetal, alturas del cultivo, índice de área foliar, entre otros), fueron colectados, congelados a -80 grados centígrados hasta ser procesados en laboratorio, y allí les hicieron las pruebas bioquímicas y moleculares requeridas para una evaluación completa.

LOS RESULTADOS

El objetivo era buscar una alternativa que promoviera un mayor crecimiento de las plantas, que estas tuvieran más biomasa, longitud, hojas y, por ende, más tasa de fotosíntesis. Todo eso redundaba en un mayor tamaño de los frutos, las mazorcas y los granos.

“Por ahora, la investigación se ha focalizado en el trabajo en invernaderos y no se han hecho labores de campo, pero los resultados preliminares auguran buenos resultados, ya que hay evidencia de que las plantas sí responden mejor a las nanopartículas

Los hallazgos preliminares auguran buenos resultados, ya que hay evidencia de que las plantas responden mejor a las nanopartículas magnéticas de óxido de hierro estabilizadas que a otros fertilizantes evaluados.



Medio centenar de plantas se utilizaron para este estudio en los viveros de la Universidad. Foto Cortesía.

magnéticas de óxido de hierro estabilizadas que a otros fertilizantes que han sido evaluados".

Otros síntomas positivos se han registrado en la síntesis misma de la clorofila y en la generación de actividad enzimática de algunas proteínas que fueron medidas por vía espectrofotométrica (se mide la cantidad de intensidad de luz absorbida después de pasar a través de una solución muestra), aunque están intentando hacer evaluaciones moleculares para ver cuál es la expresión de algunas proteínas que dependen del hierro.

"Por ahora, en los resultados no nos hemos involucrado con temas de costos de producción en los cultivos, pero creemos que por ese lado también habrá respuestas positivas ya que la producción de ferrofluidos de nanopartículas pondría a disposición de los agricultores un producto que no se encuentra tan fácil en los suelos", señala Villanueva.

LOS BENEFICIOS

El jefe del Departamento de Ciencias Biológicas sostiene que los principales beneficiarios con esta solución serán los agricultores, pues al final van a obtener mejores resultados en su producción y no tendrán que buscar más tierras para sembrar: en la misma área que posean tendrán plantas con más producto disponible. Y advierte que igualmente el consumidor final obtendrá ventajas con la calidad del producto final.

"Si logramos generar mayores rendimientos en la misma área cultivada habrá un impacto general sobre el medio ambiente y la biodiversidad", resalta Villanueva.



Un ensayo previo a la aplicación permitió comprobar la respuesta de las nanopartículas a un campo magnético externo, un imán. Foto Robinson Henao.

LA AGRICULTURA, OPORTUNIDAD DE APLICAR LA NANOTECNOLOGÍA

El profesor Álvaro Andrés Velásquez señala que desde hace diez años viene desarrollando pruebas con nanopartículas magnéticas de óxido de hierro en diferentes aplicaciones, entre ellas dispositivos espintrónicos -materiales en los que, manipulando el espín de los electrones, se pueden controlar las propiedades eléctricas del material- y sistemas con potencial uso en descontaminación de aguas residuales.

Gracias al trabajo en conjunto con el personal de biología ha encontrado una oportunidad de aplicar lo investigado en el sector agrícola, en especial este tema que ha generado alta controversia por los efectos de la nanotecnología sobre el agro.

"Alguna vez me llamó la atención, al revisar la literatura, que las nanopartículas se aplicaban para es-

timular el crecimiento de diferentes tipos de plantas como calabazas, árboles de roble, pepinos y cereales, entre ellos el maíz. Sin embargo, este es un tema que, como se dice en términos investigativos, es de frontera abierta, pues todavía no se tiene un conocimiento profundo sobre qué efectos pueda tener sobre la primera generación de las plantas o si puede haber efectos secundarios en segundas y terceras generaciones", afirma Velásquez.

Agrega el docente que esta investigación tiene un componente vital para la sostenibilidad alimentaria de Colombia por ser uno de los productos más importantes en el consumo nacional y porque el maíz se está teniendo que importar casi en su totalidad por la baja competitividad productiva de los cultivadores nacionales.



Álvaro Andrés Velásquez (izquierda)
y Diego Fernando Villanueva-Mejía.
Foto Robinson Henao

LOS RECURSOS

La investigación ha contado con el apoyo económico, en su totalidad, de la Universidad EAFIT, pero más adelante los investigadores esperan que, una vez los resultados sean validados en una fase más amplia que pueda hacerse en campo, se atraiga al sector privado y este se dedique a invertir.

El paso a seguir es realizar experimentos adicionales en vivero y en campo, para recoger mayores evidencias sobre el efecto benéfico de las nanopartículas de óxido de hierro en este tipo de plantas. De esta forma, dice Velásquez, “los resultados podrían validarse y someterse a juicio de la comunidad científica involucrada en estos temas”.

En el corto plazo, los resultados de esta primera fase les serán compartidos a productoras de maíz, para buscar hacer un proyecto cofinanciado de mayores dimensiones.

Lo anterior impulsará la publicación de los resultados en revistas científicas indexadas, en las que unos pares interviengan y validen el ejercicio investigativo para que los hallazgos cobren sentido en la comunidad académica más amplia. ■

Investigadores

Álvaro Andrés Velásquez

Doctor en Física y docente del Departamento de Ciencias Físicas de EAFIT. Entre sus intereses académicos e investigativos se encuentran la instrumentación científica y el nanomagnetismo. Algunas de sus investigaciones tienen que ver con la síntesis y caracterización de partículas de óxido de hierro en la micro y la nano-escala, funcionalizadas para la captura de mercurio divalente en aguas residuales, y el diseño y construcción de un espectrómetro Mössbauer en las modalidades de transmisión y conversión interna.

Diego Fernando Villanueva-Mejía

Profesor Titular y jefe del Departamento de Ciencias Biológicas. Biólogo con maestría en Ciencias y doctorado en Biotecnología. Tiene experiencia en investigación biológica y biotecnológica aplicada en sistemas agrícolas y ambientales; biología molecular aplicada a plantas, bacterias e insectos, y en el desarrollo de plantas modificadas y editadas genéticamente, análisis de genomas y transcriptomas, cultivo de tejidos vegetales y genética de poblaciones.

Natalia Andrea Gutiérrez Andrade

Ingeniera Física de la Universidad EAFIT, hizo una maestría en Física Aplicada en la misma universidad. Su tesis de pregrado fue sobre el diseño, construcción y validación de un criostato de dedo frío para Espectroscopía Mössbauer, por el cual recibió mención de honor. Obtuvo el primer puesto de EAFIT en la convocatoria de jóvenes investigadores e innovadores de Colciencias, versión 2018, y se ubicó en el puesto cinco a nivel nacional.

Aura Cristina Sánchez Ortiz

Estudiante de octavo semestre de Biología. Recién se inicia como investigadora y sus intereses son las plantas, la modificación genética y la biotecnología en general.