

El campus de EAFIT es el laboratorio a cielo abierto de BioMat

El área de estudio de la investigación es el campus de EAFIT, que cuenta con 1.682,45 metros cuadrados de espacios con árboles.

© Robinson Henao

A través de modelos matemáticos y estadísticos, el semillero BioMat adelanta la segunda fase de un proyecto para estimar la capacidad de captura de dióxido de carbono y de material particulado contaminante por parte del arbolado del campus.

Mónica María Vásquez Arroyave

Colaboradora

El campus de la Universidad EAFIT es el laboratorio en el que los estudiantes del semillero de investigación en Modelación matemática aplicada a las ciencias biológicas (BioMat) desarrollan la segunda fase de la investigación *Servicios ecosistémicos generados por el arbolado de la Universidad EAFIT*.

La primera etapa estuvo motivada por unas conferencias sobre la Red de parcelas de monitoreo de los bosques naturales de Colombia, a las que los estudiantes tuvieron la oportunidad de asistir a través del curso de álgebra lineal y ecuaciones diferenciales para biología, ofrecido por la profesora María Eugenia Puerta Yepes, investigadora del Departamento de Ciencias Matemáticas de EAFIT y docente coordinadora de BioMat.

“Aunque es una actividad voluntaria, los estudiantes son los que tienen el ánimo y la disciplina de realizar los proyectos”: María Eugenia Puerta.

En esta primera fase, los eafitenses encontraron que la Universidad tiene aproximadamente 1.512 individuos en un área de 1.682,45 metros cuadrados, si se considera que cada ramificación de un árbol que mida más de 2,5 centímetros de diámetro a la altura del pecho es contado como un individuo diferente.

En el muestreo realizado por el semillero BioMat identificaron aproximadamente 870 árboles representativos, asociados a 70 especies pertenecientes a 25 familias. (Ver 'Inventario de árboles de la Universidad EAFIT - Semillero BioMat').

De estas 70 especies, apunta Jhan Carlos Carrillo Restrepo, estudiante de Biología de EAFIT, 16 son nativas y dos son endémicas: *Jacaranda hesperia* DuRoi y *Caesalpinia ebano* H. Karst.

“Estas 18 especies representan apenas el 20 por ciento del total de árboles de la Universidad, lo que

significa que hay más de 1.200 individuos que son cultivados e introducidos de otros países. Esto puede ser debido a que tal vez se priorizó la estética que brindan los introducidos, pero, en algunos casos, las nativas o endémicas están realizando igual o mejor trabajo en términos de capturas de CO₂”, asegura Jhan Carlos Carrillo, quien en la actualidad realiza una pasantía en el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Una vez identificadas las especies, a partir de modelos matemáticos y estadísticos, el semillero se enfocó en estimar la cantidad de dióxido de carbono (CO₂) capturado, relacionado con beneficios como la regulación del microclima interno y la reducción de la contaminación ambiental.

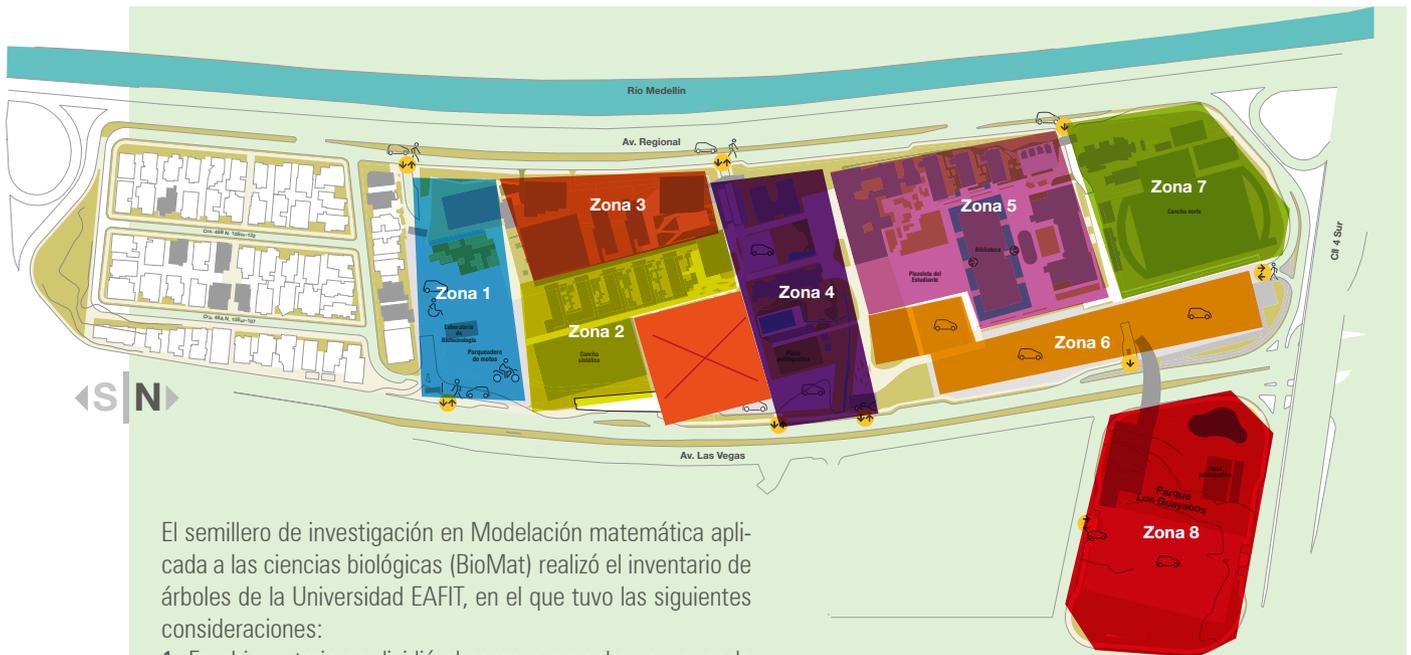
De esta manera, establecieron que el arbolado de EAFIT tiene una biomasa aérea estimada de 475 toneladas, es decir, de materia orgánica por encima del suelo, lo que incluye el tronco, las ramas, la corteza, las semillas y las hojas. Como reservorio de carbono, dicha biomasa aérea equivale a la captura de 872 toneladas de CO₂ por parte del arbolado a lo largo de toda su vida.

Otro de los hallazgos es que la familia de árboles con más representantes dentro del campus, la *Fabaceae* (familia de leguminosas), es la que más aporta a la captura de CO₂ con 308 toneladas hasta el presente.

Para la investigadora María Eugenia Puerta, el aporte de este proyecto consiste en desarrollar y calibrar modelos matemáticos específicos para estimar los servicios ecosistémicos prestados por arbolados urbanos. Esto va en línea con la mayoría de estudios en ciudades alrededor del mundo –Chicago, Pekín, Barcelona, entre otras–, que buscan analizar el beneficio, costo y capacidad de almacenamiento de carbono asociado a los árboles urbanos.

Dichos estudios, acota la investigadora, se basan en modelos alométricos, es decir, unas ecuaciones matemáticas de volumen, biomasa o carbono (VBC) que permiten estimar el almacenamiento de carbono en sis-

Inventario de árboles Universidad EAFIT - Semillero BioMat



El semillero de investigación en Modelación matemática aplicada a las ciencias biológicas (BioMat) realizó el inventario de árboles de la Universidad EAFIT, en el que tuvo las siguientes consideraciones:

1. En el inventario se dividió el campus en ocho zonas, cada una determinada con base en los conjuntos de árboles más relevantes.

La zona demarcada con una X y en color rojo es la cafetería, que entre 2016 y 2018 estaba siendo remodelada y no se tenía acceso a los árboles que allí se encuentran. Se desconocía si estos serían retirados, así que los árboles de esa zona no fueron tomados en cuenta.

La zona 8, que no está ilustrada en la gráfica, hace referencia a todos los individuos que se encuentran en el Bloque 1 del Parque los Guayabos.

Las zonas determinadas pueden redeterminarse debido a eventos y procesos logísticos de la Universidad que no obstruyan el acceso a los árboles.

2. Según los datos reportados en la literatura, solo se incluyeron en el inventario los árboles que cuentan con un diámetro a la altura de pecho (DAP = 1.35 m), mayor a 5 cm. Aquellos casos en los que el árbol se bifurca antes de la altura al pecho se incluyeron todos con las ramas que superaran un diámetro mayor a 2.5 cm. Además, se trataron como individuos diferentes aunque surjan de la misma base.

3. Autores: Jhan Carlos Carrillo-Restrepo, Laura Isabel Villegas-Ruiz, Mauricio Serna-González, Valentina Grisales-Betancur, Laura María Pulido-Cifuentes, Juan Sebastián Borja-Murillo, María Eugenia Puerta-Yepes, Myladis Cogollo Flórez, Esteban Álvarez-Dávila.

temas forestales y agroforestales a partir de unas pocas variables fáciles de medir, por ejemplo, el diámetro del tronco a la altura de pecho (DAP) y la altura total.

"Se busca utilizar los árboles existentes en el Valle de Aburrá y así evitar introducir especies que generen problemas ecológicos": Esteban Velásquez.

Sin embargo, esos modelos son desarrollados para bosques naturales y no para las condiciones reales a las que se enfrenta el arbolado urbano, lo que conlleva sobreestimaciones o subestimaciones de los servicios ecosistémicos reales prestados por los arbolados.

Gracias a los resultados obtenidos hasta el momento, la docente menciona que hay interés en el semillero por parte del Área Metropolitana del Valle

de Aburrá con el fin de acoger esta iniciativa para estudiar las Áreas Protegidas Urbanas (APU) del Valle de Aburrá. Esto permitiría establecer, según la captura de dióxido de carbono, cuáles y cuántos árboles sembrar o, en el caso de un constructor, saber con qué especies podría remplazar las taladas.

Segunda fase

Una vez terminada la investigación inicial sobre servicios ecosistémicos –beneficio que la naturaleza puede aportar a la sociedad–, BioMat emprendió en 2017 la segunda etapa de ese estudio, pero esta vez para estudiar la cantidad de material particulado (PM) que captura el arbolado de EAFIT.

Algunos de los árboles más representativos en cada zona:



Zona 1 Manzano de monte



Zona 2 Varasanta



Zona 3 Guayabo

Para la primera etapa solo necesitaron tomar las medidas de los árboles, como el diámetro del tronco, la altura y la densidad de la madera. Esta segunda fase, proyectada a dos años, indica Jhan Carlos Carrillo, quien fue el primer coordinador estudiante de BioMat, implica que se debe tomar una medida adicional, como lo es el área foliar, es decir, el área de la superficie de las hojas de una planta.

Además, de cada una de las especies se deben seleccionar 10 individuos y de cada uno se deben coleccionar 15 hojas a diferentes alturas de la copa del árbol. Estas hojas se lavan y, finalmente, se filtra el material particulado presente en la hoja, explica el estudiante de Biología.

Una vez se filtra el líquido resultante, mediante modelos matemáticos se puede estimar la cantidad de PM que retiene cada especie de árbol, señala Esteban Velásquez Agudelo, estudiante del pregrado en Biología de EAFIT.

**"El aprendizaje en relación con el trabajo en equipo y el liderazgo es muy alto en este semillero":
María Eugenia Puerta.**

De esta manera, con este proyecto estos eafitenses buscan entender los servicios ecosistémicos que proporcionan los árboles de la Universidad. El propósito hacia el futuro es utilizar este conocimiento para extrapolarlo a un lugar más grande como Medellín, dada su afectación por PM en los últimos años.

Para lograrlo, le apuntan a poder acceder al inventario de árboles de toda la ciudad que tiene el Área Metropolitana, insumo en el que el semillero podría aplicar el modelo matemático para estimar cuánto CO₂ y PM captura este arbolado urbano.

Formación integral

El semillero BioMat está conformado por los estudiantes Jhan Carlos Carrillo Restrepo, Esteban Velásquez Agudelo, Samuel Peláez Vélez, Juan Pablo Durango Cardona, Roberto José Saldarriaga Giraldo, Catalina Riascos Rubiano, Óscar Fernando Echeverri Muñoz, Franklin Pastrana Arteaga y Luis Eduardo Giraldo Mosquera, pertenecientes al pregrado en Biología de EAFIT, con la tutoría de la profesora María Eugenia Puerta Yepes.

Este espacio nació en 2015 a partir de la motivación de los estudiantes de contar con un espacio para la discusión e investigación de temas de interés, que trascendieran las materias específicas de las ciencias

Algunos de los árboles más representativos en cada zona:



Zona 4 Ébano endémico



Zona 5 Gualanday nativo-Endémico



Zona 6 Búcaro

Un espacio que inspira

En palabras de María Eugenia Puerta Yepes, profesora e investigadora del Departamento de Ciencias Matemáticas de EAFIT, dentro de los mayores logros del semillero están su continuidad y la capacidad de inspirar a los estudiantes para ser más perseverantes en lograr sus retos y sus sueños, tener mayor conciencia del tema ambiental y del aporte de las matemáticas en la resolución de problemas de biología. También destaca el reconocimiento otorgado por la Dirección de Investigación de EAFIT, por sus aportes en el área de medio ambiente y sostenibilidad.

La metodología de trabajo de BioMat para definir los proyectos se centra en la realización de exposiciones por parte de los estudiantes, donde se analizan las debilidades o fortalezas de cada propuesta, que incluye hipótesis o pregunta de investigación, estado del arte, metodología, alcance, objetivos, resultados esperados, presupuesto, recurso humano, laboratorio requerido, entre otros. Con base en esto, se define su viabilidad y se elige por consenso el proyecto que se va a desarrollar.

"En el corto, mediano y largo plazo aspiramos tener más estudiantes comprometidos en el semillero, avanzar más en el conocimiento sobre arbolados urbanos y apuntarle a otro tipo de problemas en biología, que sean relevantes para los estudiantes, por ejemplo, hay una propuesta sobre modelos de nicho y distribución de especies", puntualiza la docente.

biológicas y les permitiera tener una mirada multidisciplinar, en este caso con las matemáticas.

"El semillero me motivó porque tenía matemáticas y estas, junto con el modelamiento, permiten tener una perspectiva de la realidad y actuar en armonía, en este caso, con la naturaleza. En mi formación profesional me ha aportado mucho en el trabajo en equipo, a aprender a hacer ponencias de manera adecuada y a entender que la medición es tan importante como el análisis", expresa Esteban Velásquez, coordinador estudiante de BioMat.

Por su parte, el estudiante Jhan Carlos Carrillo considera que, a través de BioMat, ha logrado superarse, convertirse en una persona más interesada en el aprendizaje y en mejorar su nivel académico, con el que tuvo dificultades al comienzo de la carrera. "El

Algunos de los árboles más representativos en cada zona:



Zona 7 Caracolí



Zona 8 Muli



Investigadora

María Eugenia Puerta Yepes

Matemática, Universidad de Antioquia; doctora en Ciencias Matemáticas, Universidad Politécnica de Valencia (España). Es profesora e investigadora del Departamento de Ciencias Matemáticas de la Universidad EAFIT. Creadora del semillero de investigación en Modelación matemática aplicada a las ciencias biológicas (BioMat).

semillero me ha permitido abrir un poco el panorama investigativo, entender que los fenómenos biológicos pueden ser estudiados y complementados desde otras ramas de la ciencia como las matemáticas, la física y la estadística", afirma.

La docente María Eugenia Puerta recuerda que BioMat empezó con unas clases suyas y con ponencias de otros conferencistas. Seis meses después se adentraron en los temas propuestos por los estudiantes.

"Soy la tutora, pero el papel protagónico lo tienen los estudiantes, quienes también hacen jornadas de sensibilización con los de primeros semestres. La iniciativa de crearlo surgió para dar respuesta a la solicitud de los estudiantes de un semillero basado en modelos matemáticos para enfrentar problemas en biología", puntualiza la profesora.