



MEMORIA  
PROGRAMA DE BECAS  
**CeNAT - CONARE**  
2013 - 2022

**Centro Nacional de Alta Tecnología**

Agosto, 2023



MEMORIA  
PROGRAMA DE BECAS  
**CeNAT - CONARE**  
2013 - 2022

**Centro Nacional de Alta Tecnología**

Agosto, 2023



CONSEJO NACIONAL  
DE RECTORES



**CeNAT**

Centro Nacional de Alta Tecnología

378  
C755m

Consejo Nacional de Rectores. Centro Nacional de Alta Tecnología  
Memoria : programa de becas CENAT-CONARE 2013-2022 [Recurso electrónico] /  
Centro Nacional de Alta Tecnología – Datos electrónicos (1 archivo : 145 MB). -- San Jo-  
sé, C.R. : CONARE, 2023.

ISBN 978-9977-77-538-8  
Formato pdf, (128 páginas.)

1. BECAS. 2. DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO. 3. CONSEJO  
NACIONAL DE RECTORES. CENTRO NACIONAL DE ALTA TECNOLOGÍA. 4. COSTA  
RICA. I. Título.

LRD



# Índice de Contenidos



<b>1-2</b>	Presentación
<b>3-4</b>	Introducción
<b>5-9</b>	Antecedentes
<b>10-16</b>	Estadísticas de las becas 2013 a 2023
<b>17-22</b>	Impacto de las becas
<b>23-119</b>	Pósteres becas 2022
<b>120-122</b>	Divulgación Programa de becas CeNAT-CONARE
<b>123-125</b>	Histórico de integrantes de la Subcomisión

# Presentación



## Eduardo Sibaja Arias

Director  
Centro Nacional de Alta Tecnología

Para el Consejo Nacional de Rectores y las universidades estatales ha sido prioridad promover el desarrollo científico y tecnológico en Costa Rica. Esta misión de la academia se refleja en que las universidades públicas son las principales generadoras de la investigación científica en nuestro país, además son las pioneras en la formación de profesionales en las carreras STEM.

La búsqueda de la verdad científica y tecnológica es parte del proceso de investigación que se cultiva en las universidades públicas, en todas las etapas de estudio; considerar este valor dio paso a brindar un acompañamiento y apoyo al

estudiantado que contribuyera a culminar con éxito las etapas finales de sus estudios en carreras y plasmar sus ideas o iniciativas relacionados con la ciencia y la tecnología.

De esta forma, se crea en el año 2013, el Programa de Becas CeNAT-CONARE con la visión de inculcar la innovación y respaldar el trabajo investigativo de los estudiantes de las universidades públicas, con alto impacto para la sociedad costarricense y que estuvieran relacionadas con los campos de: la biotecnología, la nanotecnología, la computación avanzada, gestión ambiental y la geomática.

El CONARE operacionaliza este proyecto por medio de su programa Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT) quien fortalece al CONARE llevando a cabo el Programa de Becas y cuenta con el respaldo académico de las cinco universidades públicas. El CeNAT busca potenciar el desarrollo científico y tecnológico, como motores de cambio y progreso, propiciando espacios de colaboración para generar y facilitar la transmisión del conocimiento.

Este Programa se convierte en una oportunidad de obtener apoyo económico y trabajar en laboratorios de alta tecnología al lado de expertos del CeNAT para desarrollar sus proyectos de graduación o bien investigaciones en áreas de ciencia y tecnología en los laboratorios del Centro.

El esfuerzo de éstos 10 años ha fructificado y parte de ello son las 196 becas que se han otorgado, el desarrollo de investigaciones de estudiantes de las cinco universidades públicas en los laboratorios y área del CeNAT, en temas de innovación relacionados al desarrollo de nuevos materiales, protección de especies, análisis de riesgos, apoyo al ecoturismo sostenible, apoyos a comunidades para mejora de sus procesos productivos y resiliencia al cambio y variabilidad climática, nuevas tecnologías para atención de enfermedades, entre otros.

Si bien, lo fundamental de este proyecto ha sido la adquisición de conocimiento para los estudiantes, también es

importante el apoyo económico para el desarrollo de los trabajos de investigación. El Fondo inició con un contenido anual, en el 2013, de ¢40.000.000,00 y actualmente es de cerca de ¢61.000.000,00, estos recursos son parte del Fondo Especial para la Educación Superior (FEES).

Hoy al llegar a la maduración de este proyecto podemos indicar que se ha contribuido en la culminación de los estudios de investigadores y tecnólogos, la creación de instrumentos de vinculación y la difusión social de los conocimientos que constituyen rasgos centrales de este Programa.

La sostenibilidad del Fondo de Becas CeNAT-CONARE ha sido posible gracias al trabajo ineludible de los rectores de las universidades estatales, al Consejo Científico del CeNAT, la Subcomisión de Becas CeNAT-CONARE, al personal del CeNAT y FunCeNAT, a todos quienes han sido parte de este proceso durante esta década nuestro reconocimiento y agradecimiento.



El presente y los años venideros se enmarcan en consolidar los avances logrados, en fortalecer las sinergias, en seguir con una mirada estratégica las transformaciones y los momentos históricos, en definir acciones conjuntas desde la educación superior estatal para el desarrollo de la investigación y la innovación, que desde la etapa formativa del estudiante contribuya al desarrollo de iniciativas científicas y tecnológicas que impacten favorablemente la realidad nacional.

# Introducción

## Dr. Maynor Alberto Vargas Vargas

Coordinador de la Subcomisión de Becas CeNAT-CONARE 2023

Durante los últimos diez años, el Centro Nacional de Alta Tecnología del Consejo Nacional de Rectores (CeNAT-CONARE) ha decidido poner a disposición de las personas estudiantes destacadas de las universidades estatales, que están en proceso de alcanzar un grado académico en alguna disciplina científica, no solo sus recursos tecnológicos y financieros, sino también el valioso acompañamiento experto de los recursos humanos de que disponen sus laboratorios de avanzada, brindándoles apoyo logístico y económico, así como asesoría especializada durante diez meses.

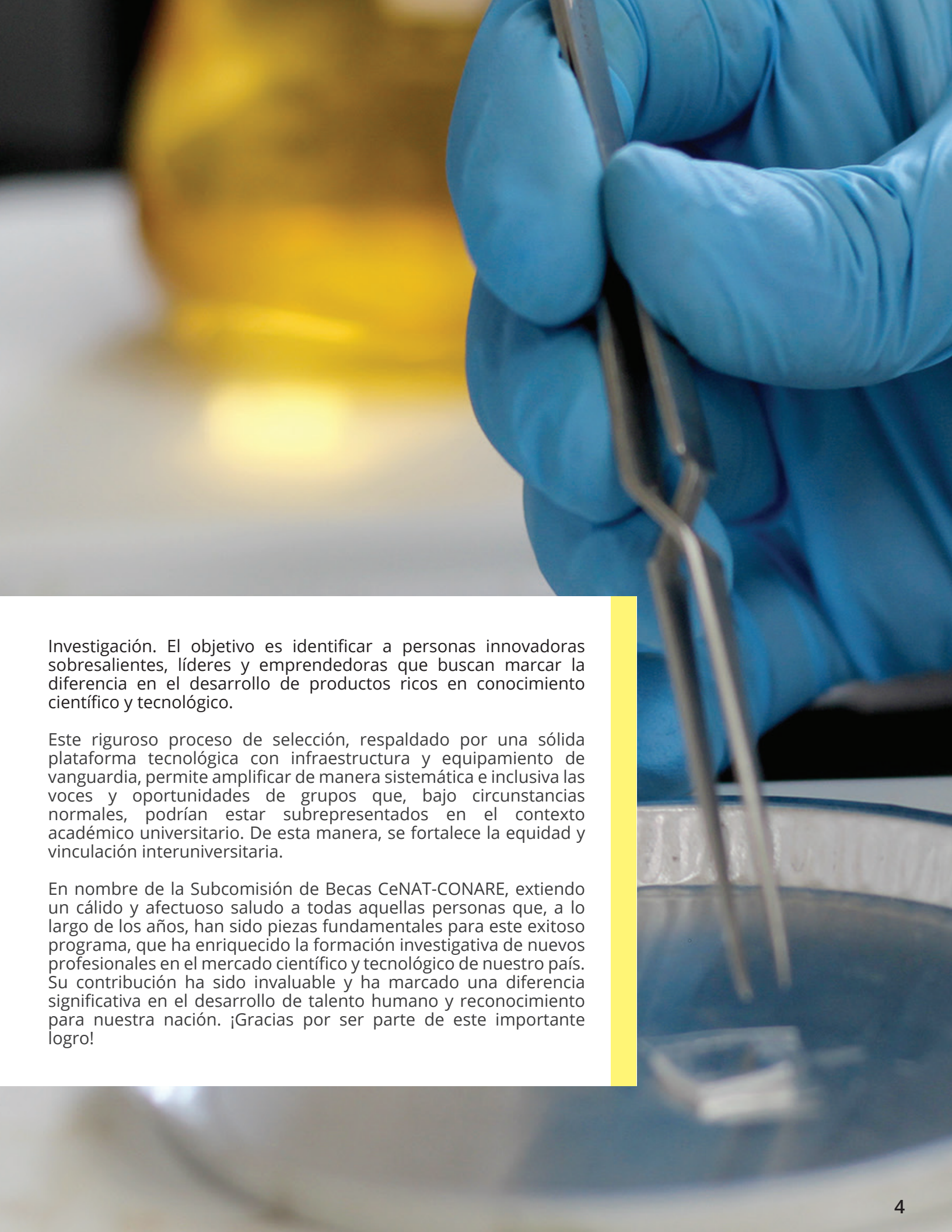
Con el respaldo del Fondo de Becas CeNAT-CONARE, los proyectos y tesis finales de graduación desarrollados por las personas estudiantes en áreas como la nanotecnología, la innovación biotecnológica, la computación avanzada, la gestión ambiental y la geomática, adquieren un nivel técnico y de rigurosidad científica excepcional, contribuyendo a la creación de conocimiento a través de una experiencia personalizada que impactará de manera muy positiva en el desarrollo de habilidades y competencias de las personas estudiantes.

La invaluable contribución del CeNAT se da en un contexto académico en el que las barreras para acceder a laboratorios



especializados y recursos tecnológicos de alta calidad pueden ser muy complejas para ciertos sectores estudiantiles. Con el Fondo de Becas CeNAT-CONARE, se participa activamente en la creación de nuevas oportunidades de formación que, en última instancia, permiten fortalecer las competencias científicas y tecnológicas que exigen los sectores productivos del país. Además, se derriban obstáculos de entrada para grupos de estudiantes seleccionados por su calidad académica y la relevancia de sus propuestas.

Para llevar a cabo esta selección, las cinco Universidades Públicas del país unen sus esfuerzos y colaboran estrechamente por medio de la conformación de una Subcomisión de representantes académicos de alto nivel nombrados por las re Vicerrectorías de



Investigación. El objetivo es identificar a personas innovadoras sobresalientes, líderes y emprendedoras que buscan marcar la diferencia en el desarrollo de productos ricos en conocimiento científico y tecnológico.

Este riguroso proceso de selección, respaldado por una sólida plataforma tecnológica con infraestructura y equipamiento de vanguardia, permite amplificar de manera sistemática e inclusiva las voces y oportunidades de grupos que, bajo circunstancias normales, podrían estar subrepresentados en el contexto académico universitario. De esta manera, se fortalece la equidad y vinculación interuniversitaria.

En nombre de la Subcomisión de Becas CeNAT-CONARE, extendiendo un cálido y afectuoso saludo a todas aquellas personas que, a lo largo de los años, han sido piezas fundamentales para este exitoso programa, que ha enriquecido la formación investigativa de nuevos profesionales en el mercado científico y tecnológico de nuestro país. Su contribución ha sido invaluable y ha marcado una diferencia significativa en el desarrollo de talento humano y reconocimiento para nuestra nación. ¡Gracias por ser parte de este importante logro!



# Antecedentes CeNAT

Durante la administración Figueres Olsen, se planteó la iniciativa para la creación de un Centro Nacional de Alta Tecnología en Costa Rica, con el respaldo de las universidades estatales, para la atracción de inversión en alta tecnología; esto debido al papel que desempeña la academia, como la principal generadora de investigación en Costa Rica. Esta iniciativa tomaba de referencia países como Corea, Singapur e Israel.

El 25 de mayo de 1998, la Asamblea Legislativa promulgó la Ley 7806, autorizando el traspaso del inmueble utilizado por la antigua Agencia Internacional para el Desarrollo (AID) al CONARE para crear el Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT) y la Fundación Centro de Alta Tecnología (FunCeNAT). Por lo tanto, el Consejo Nacional de Rectores, en la sesión número 5-99, del 2 de marzo, 1999 creó el CeNAT, como un espacio interuniversitario de encuentro entre la academia, el Gobierno y los sectores productivos del país en diferentes campos de alta tecnología, para potenciar las posibilidades del país y aprovechar las oportunidades que el desarrollo tecnológico brinda a países que han invertido significativamente en la educación de su población en todos sus niveles.

El CeNAT tiene como objetivo de desarrollo “Ejecutar actividades de investigación que brinden al país ciencia, tecnología, innovación y emprendimiento estratégicos para la competitividad y el desarrollo económico, social y ambiental”.

Para cumplir con este objetivo, se definieron áreas de desarrollo, con laboratorios y programas que desarrollan múltiples proyectos, actividades y transferencias de conocimiento en temas de Investigación, Desarrollo e Innovación. Ver esquema siguiente:

## Consejo Nacional de Rectores

Consejo Científico  
Vicerrectores de Investigación de CONARE

Director General del CeNAT



● Generación de conocimiento

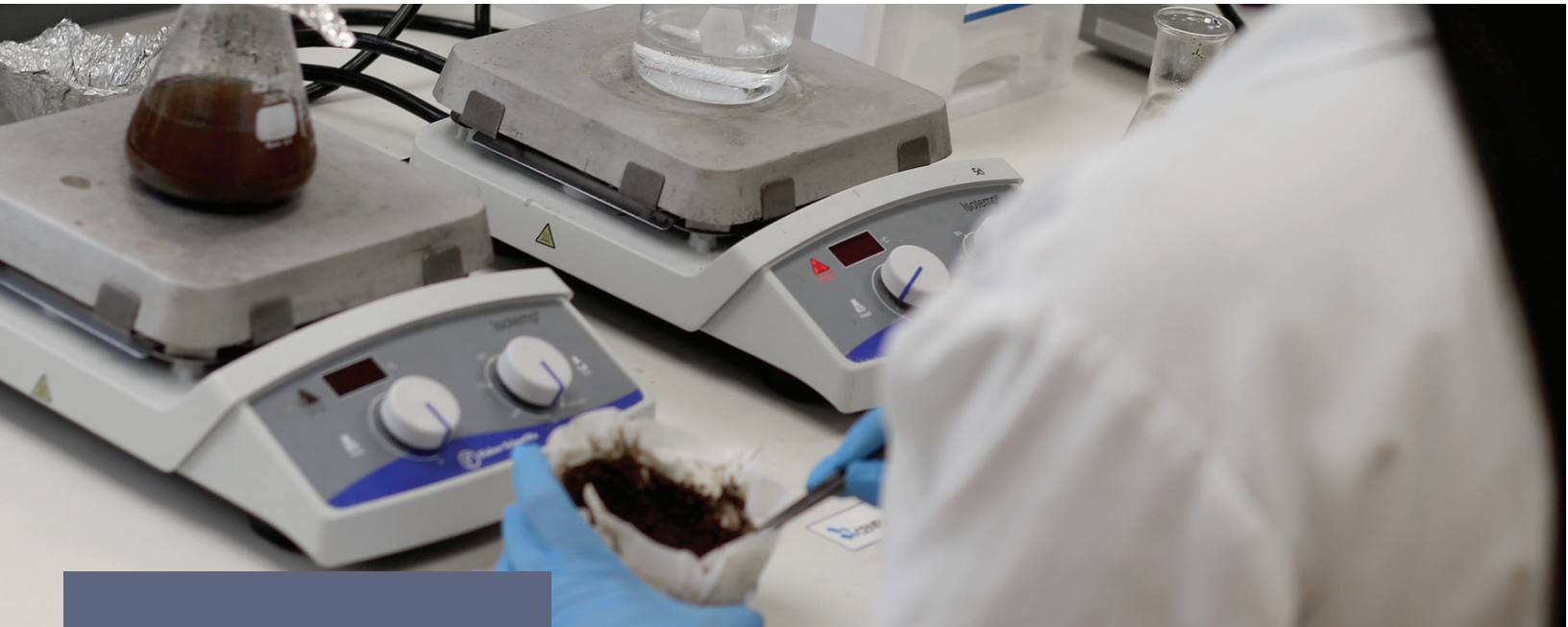
● Transferencia de conocimiento

● Internacionalización

● Sostenibilidad

# Inicio del Programa Becas CeNAT-CONARE

Un Programa que impulsa la investigación científica de los estudiantes con alto impacto para la sociedad costarricense



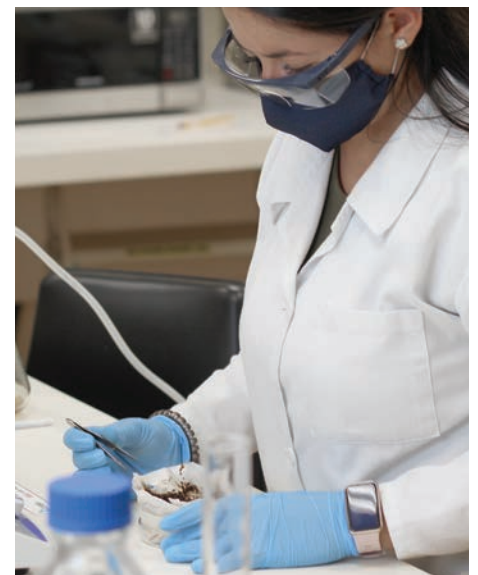
Con el objetivo de potenciar e impulsar la investigación científica de los estudiantes con alto impacto en la sociedad costarricense, mediante el respaldo del CeNAT (programa del CONSEJO Nacional de Rectores), el rector del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), período 2011-2015 y 2015-2019, Dr. Julio Calvo Alvarado, junto con el director del Centro Nacional de Alta Tecnología, Ing. MBA. Eduardo Sibaja Arias llevaron la propuesta de constituir el Programa de Becas CeNAT-CONARE a consideración de los Rectores que conformaban el CONARE: Dr. Henning Jensen Pennington, Universidad de Costa Rica; Dr. Julio Calvo Alvarado del Instituto Tecnológico de Costa Rica; Licda. Sandra León Coto, Universidad Nacional y MBA. Luis Guillermo Carpio Malavassi, Universidad Estatal a Distancia.

Esta iniciativa fue aprobada por el Consejo Nacional de Rectores. A partir de agosto del año 2013, se abrió el primer concurso del Programa de Becas, financiado por el CONARE mediante el fondo de becas CeNAT - CONARE, para seleccionar estudiantes que desarrollen proyectos de graduación o investigación en el área y los laboratorios del Centro.

Desde sus orígenes el propósito del Programa fue incentivar a los estudiantes que desarrollen sus proyectos de graduación de grado o posgrado, o sus investigaciones debidamente inscritas en las universidades de CONARE, en el área y los laboratorios del CeNAT.

A su vez, esto permitió fortalecer la vinculación y el apoyo del CeNAT con el sector académico, que es parte de trabajo articulado con los sectores: gubernamental, académico y sector empresarial.

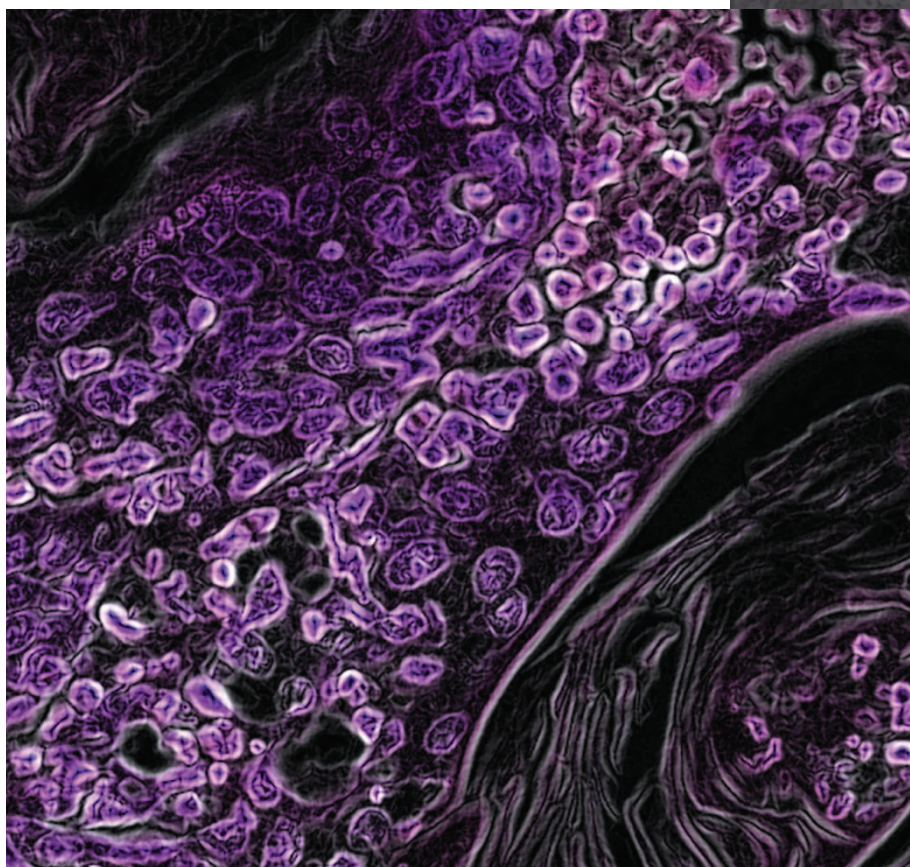
Es así como desde el año 2013 y hasta 2022 se han desarrollado 196 becas en los laboratorios y programas del CeNAT, en temas de innovación relacionados con temas de desarrollo de nuevos materiales, protección de especies, análisis de riesgos, apoyo al ecoturismo sostenible,



apoyos a comunidades para mejora de sus procesos productivos y resiliencia al cambio y variabilidad climática, nuevas tecnologías para atención de enfermedades, entre otros.

Si bien la pandemia generada por el COVID-19 afectó de manera sensible todos los procesos universitarios y del CeNAT, se logró mantener activo el programa de becas, desarrollando estrategias alternas y virtuales, además de mayor flexibilidad de fechas y la posibilidad de extensiones de períodos en casos debidamente justificados.

Esta visionaria iniciativa que hoy cuenta con 10 años ha trascendido para convertirse en un apoyo importante para los estudiantes, en la adquisición de conocimiento y de impulsar investigaciones científicas de la academia con alto impacto para la sociedad costarricense.



## Programa de Becas CeNAT-CONARE

El Programa de Becas CeNAT-CONARE apoya a los estudiantes y responde a la necesidad que tienen las universidades públicas de brindar acceso a sus alumnos a instalaciones de alta tecnología, como los laboratorios y los equipos especializados con los que cuenta el Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT-CONARE). Para ello se crea el Fondo de Becas CeNAT-CONARE para que puedan ejecutar sus proyectos.

El Fondo beneficia estudiantes avanzados de grado o posgrado de las universidades integrantes del CONARE, que desarrollen trabajos de investigación debidamente inscritos en las unidades académicas. Este fondo inició con un contenido anual, en el 2013, de ₡40.000.000,00 y actualmente es de cerca de ₡61.000.000,00.

La beca consiste en acceso y uso de los laboratorios y equipos del CeNAT, apoyo o asesoramiento por parte del personal especializado del Centro y una retribución económica (alrededor de ₡3.000.000,00 que se da hasta por 10 meses continuos) que les contribuye a la compra de reactivos, materiales, alimentación y transporte, entre otros costos.

Las propuestas que presentan las y los estudiantes deben estar vinculadas directamente con los objetivos y temáticas de al menos uno de los laboratorios del CeNAT: Laboratorio Nacional de Nanotecnología (LANOTEC), Colaboratorio Nacional de Computación Avanzada (CNCA), PRIAS y CENIBiot; o con su Área de Gestión Ambiental.



## Misión y Visión del Fondo de Becas CeNAT-CONARE para el apoyo de proyectos de graduación e investigación



### Misión:

Apoyar las investigaciones innovadoras de estudiantes de universidades estatales, con vinculación a los laboratorios del CeNAT.



### Visión:

Maximizar el aprovechamiento del Fondo de Becas CeNAT - CONARE y de los laboratorios del CeNAT, para el desarrollo de investigaciones estudiantiles de carácter innovador, vinculadas a las universidades estatales.



### Objetivo estratégico del Fondo de Becas CeNAT-CONARE

Maximizar el aprovechamiento de los laboratorios y programas CeNAT-CONARE como un recurso valioso, tanto a nivel de equipo como de personal, para el desarrollo de la investigación universitaria de carácter innovador, tanto inscrita ante las vicerrectorías de investigación, como desarrollada a partir de trabajos de graduación, tanto de grado como de posgrado, en sus diferentes formas según universidad, carrera y nivel.

## Proceso del concurso de Becas CeNAT-CONARE

Para lograr seleccionar a los becarios, se desarrolla anualmente un concurso abierto a estudiantes de las universidades públicas que tengan inscritos sus proyectos finales de graduación o investigaciones en innovación tecnológica relacionadas con las áreas y laboratorios del CeNAT, con el propósito de que puedan postularse presentando propuestas de proyectos, que deben incluir una formulación de la propuesta, un cronograma y un presupuesto organizados por objetivo, actividad, partida y mes.

Durante el período del concurso se hace difusión en los medios de comunicación de cobertura nacional y en los medios universitarios para informar de la recepción de postulaciones.

Tanto el concurso como los procesos de evaluación se desarrollan mediante una plataforma web en la cual, en primera instancia, los postulantes crean un usuario, completan un formulario y suben los documentos solicitados.

Una vez concluido el período de postulación, los directores de los Laboratorios del CeNAT revisan desde el punto de vista técnico y de pertinencia de sus laboratorios, las propuestas relativas a estos asignan un puntaje equivalente al 40% del total de la nota. Posteriormente, los miembros de la Subcomisión de becas realizan una evaluación, enfocada más en aspectos de estrategia y vinculación universitaria, con un puntaje equivalente al restante 60%.

La Subcomisión conjunta ambos puntajes y elabora una lista de recomendaciones de asignación, la cual considera las propuestas con resultado superior a 85% y cuyos presupuestos sumados sean suficientes para ser cubiertos por el fondo anual asignado por el CONARE.



Estas recomendaciones son remitidas al Consejo Científico del CeNAT, el cual está constituido por los Vicerrectores de Investigación, para que ellos validen y refrenden las recomendaciones, confirmando la lista de becarios correspondiente al año del concurso.

Finalmente, la Dirección del CeNAT se encarga de comunicar a los participantes el resultado de la selección, se elaboran los contratos y se realiza un proceso de inducción tanto de la institución como de las becas. La ejecución de las becas inicia cuando son firmados los contratos y después de una reunión inicial entre el becario, el director del Laboratorio y el profesor tutor del estudiante.



Estadísticas  
**de las becas**

2013 a 2023

## Asignación de becas 2013

Universidad	CNCA	CENIBiot	LANOTEC	Gestión Ambiental	PRIAS	Total/Universidad
UCR	2	2	2	0	1	7
UNA	0	4	0	0	0	4
UNED	0	0	0	0	0	0
TEC	1	1	0	0	2	4
UTN	0	0	0	0	0	0
<b>Total/Laboratorio</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>15</b>



## Asignación de becas 2014

Universidad	CNCA	CENIBiot	LANOTEC	Gestión Ambiental	PRIAS	Total/Universidad
UCR	5	1	1	0	0	7
UNA	0	2	2	1	2	7
UNED	0	0	0	0	0	0
TEC	1	1	0	1	3	6
UTN	0	0	0	0	0	0
<b>Total/Laboratorio</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>20</b>

## Asignación de becas 2015

Universidad	CNCA	CENIBiot	LANOTEC	Gestión Ambiental	PRIAS	Total/Universidad
UCR	4	0	1	1	0	6
UNA	0	3	2	1	2	8
UNED	0	0	0	0	0	0
TEC	0	3	0	0	1	4
UTN	0	0	0	0	0	0
<b>Total/Laboratorio</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>18</b>

## Asignación de becas 2016

Universidad	CNCA	CENIBiot	LANOTEC	Gestión Ambiental	PRIAS	Total/Universidad
UCR	2	3	3	0	0	8
UNA	0	3	1	1	0	5
UNED	1	0	0	0	0	1
TEC	0	2	2	0	0	4
UTN	0	0	0	0	0	0
<b>Total/Laboratorio</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>18</b>



## Asignación de becas 2017



Universidad	CNCA	CENIBiot	LANOTEC	Gestión Ambiental	PRIAS	Total/Universidad
UCR	2	4	1	0	0	7
UNA	0	0	1	1	2	4
UNED	0	0	0	1	2	3
TEC	0	2	2	0	0	4
UTN	0	0	0	0	0	0
<b>Total/Laboratorio</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>18</b>

## Asignación de becas 2018

Universidad	CNCA	CENIBiot	LANOTEC	Gestión Ambiental	PRIAS	Total/Universidad
UCR	1	5	3	1	0	10
UNA	0	1	2	1	2	6
UNED	0	0	0	0	0	0
TEC	3	1	1	0	1	6
UTN	0	0	0	0	0	0
<b>Total/Laboratorio</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>22</b>



## Asignación de becas 2019

Universidad	CNCA	CENIBiot	LANOTEC	Gestión Ambiental	PRIAS	Total/Universidad
UCR	5	4	1	1	1	12
UNA	0	0	0	1	1	2
UNED	0	0	0	2	1	3
TEC	1	0	2	0	2	5
UTN	0	0	0	0	0	0
<b>Total/Laboratorio</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>22</b>

## Asignación de becas 2020

Universidad	CNCA	CENIBiot	LANOTEC	Gestión Ambiental	PRIAS	Total/Universidad
UCR	2	4	5	0	0	11
UNA	1	0	1	0	0	2
UNED	0	0	0	1	0	1
TEC	0	1	2	1	1	5
UTN	0	0	0	0	0	0
<b>Total/Laboratorio</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>19</b>

## Asignación de becas 2021

Universidad	CNCA	CENIBiot	LANOTEC	Gestión Ambiental	PRIAS	Total/Universidad
UCR	2	2	7	1	2	14
UNA	0	1	0	0	0	1
UNED	0	0	1	1	0	2
TEC	2	0	1	0	3	6
UTN	0	0	0	0	0	0
<b>Total/Laboratorio</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>23</b>

## Asignación de becas 2022

Universidad	CNCA	CENIBiot	LANOTEC	Gestión Ambiental	PRIAS	Total/Universidad
UCR	2	2	6	2	3	15
UNA	0	1	0	0	1	2
UNED	0	0	0	0	0	0
TEC	0	0	1	1	2	4
UTN	0	0	0	0	0	0
<b>Total/Laboratorio</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>21</b>

## Asignación de becas 2013 - 2022

Universidad	CNCA	CENIBiot	LANOTEC	Gestión Ambiental	PRIAS	Total/Universidad
UCR	27	27	30	6	7	97
UNA	1	15	9	6	10	41
UNED	1	0	1	5	3	10
TEC	8	11	11	3	15	48
UTN	0	0	0	0	0	0
<b>Total/Laboratorio</b>	<b>37</b>	<b>53</b>	<b>51</b>	<b>20</b>	<b>35</b>	<b>196</b>

## Asignación de becas 2013 - 2022

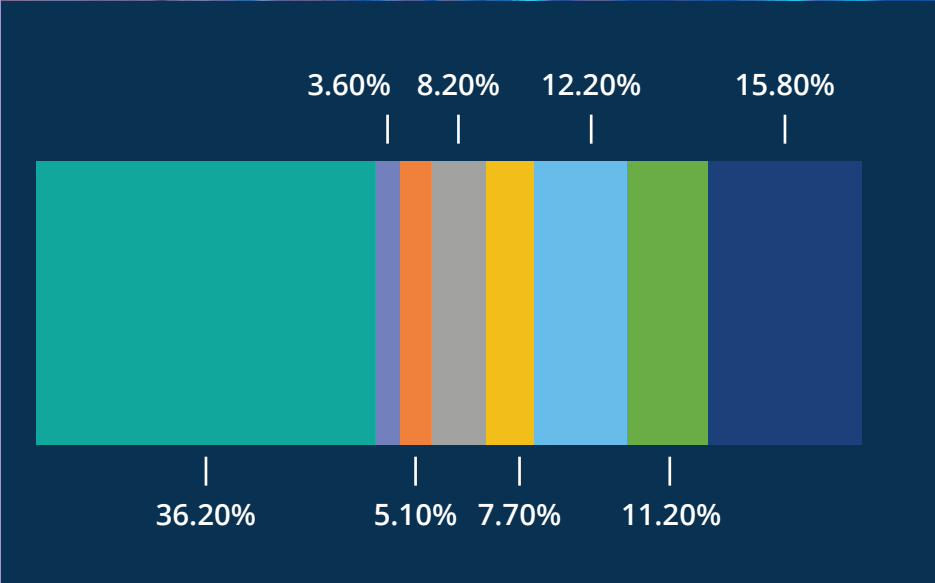




**Impacto  
de las becas**



Representación porcentual de los becarios según el área de investigación, 2013-2022.



3.60%

Biorrefinerías y economía circular



5.10%

Atención a productos



8.20%

Protección ambiental



7.70%

Conservación ambiental



12.20%

Nuevos materiales



11.20%

Impacto socioambiental



15.80%

Computación avanzada y alto rendimiento




36.20%

Innovación de productos

### Gráfico: 1

Representación porcentual de becarios por sexo, 2013-2022.

 39.8%  
Femenino

 60.2%  
Masculino

● Mujer ● Hombre

39.8%

60.2%

### Gráfico: 2

Representación porcentual de los becarios por sexo en el área de investigación sobre Biorrefinería y economía circular, 2013-2022.

 3.80%  
Femenino

 3.40%  
Masculino

● Mujer ● Hombre

3.80%

3.40%

### Gráfico: 3

Representación porcentual de los becarios por sexo en el área de investigación sobre Computación avanzada y de alto rendimiento, 2013-2022.

 3.80%  
Femenino

 23.70%  
Masculino

● Mujer ● Hombre

3.80%

23.70%

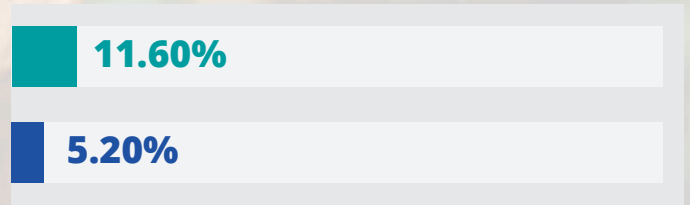


### Gráfico: 4

Representación porcentual de los becarios por sexo en el área de investigación sobre Conservación Ambiental, 2013-2022.



● Mujer ● Hombre



### Gráfico: 5

Representación porcentual de los becarios por sexo en el área de investigación sobre impacto socioambiental, 2013-2022.



● Mujer ● Hombre

9.00%

12.70%



## Gráfico: 6

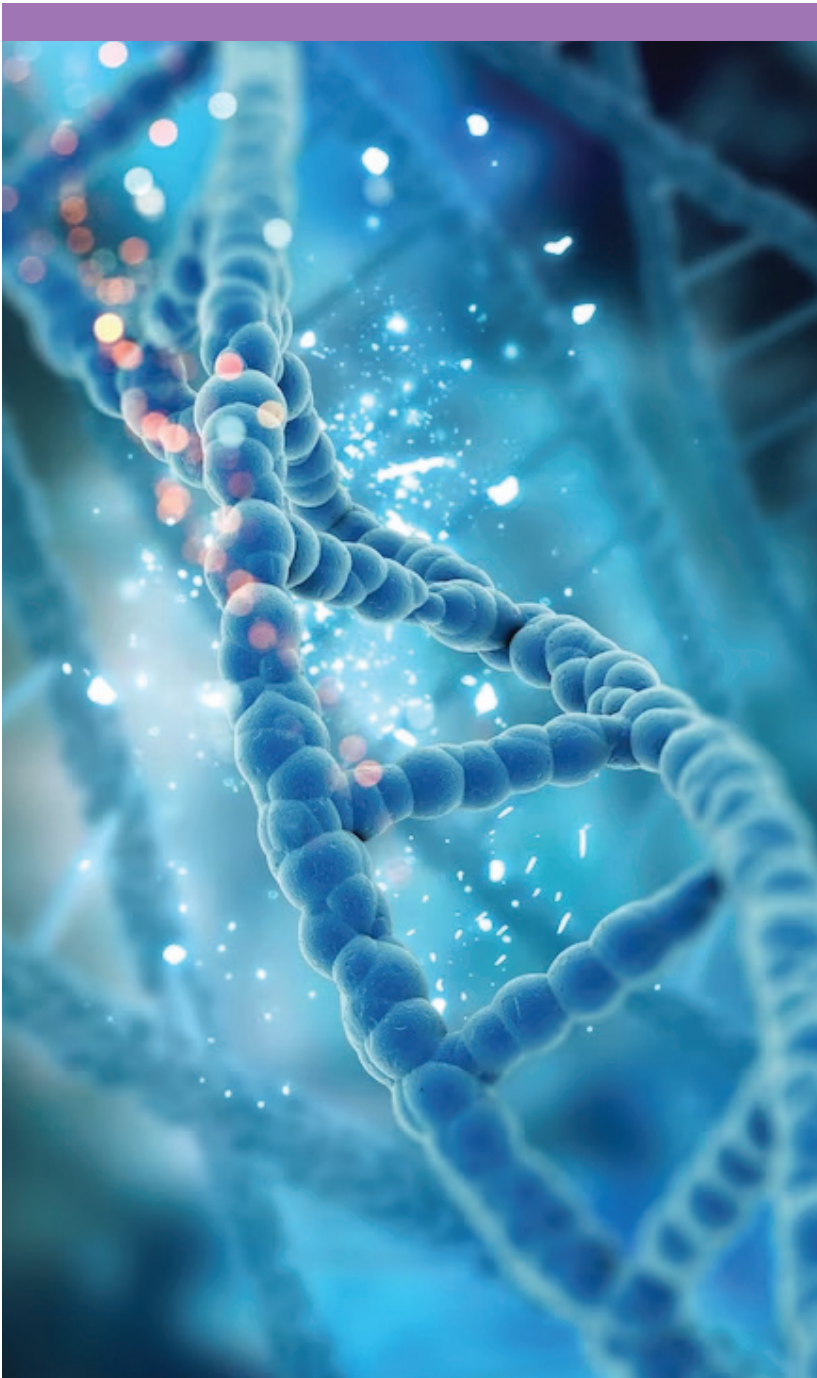
Representación porcentual de los becarios por sexo en el área de investigación sobre innovación de productos, 2013-2022.



Mujer Hombre

39.70%

33.90%



## Gráfico: 7

Representación porcentual de los becarios por sexo en el área de investigación sobre Nuevos materiales, 2013-2022.



Mujer Hombre

16.70%

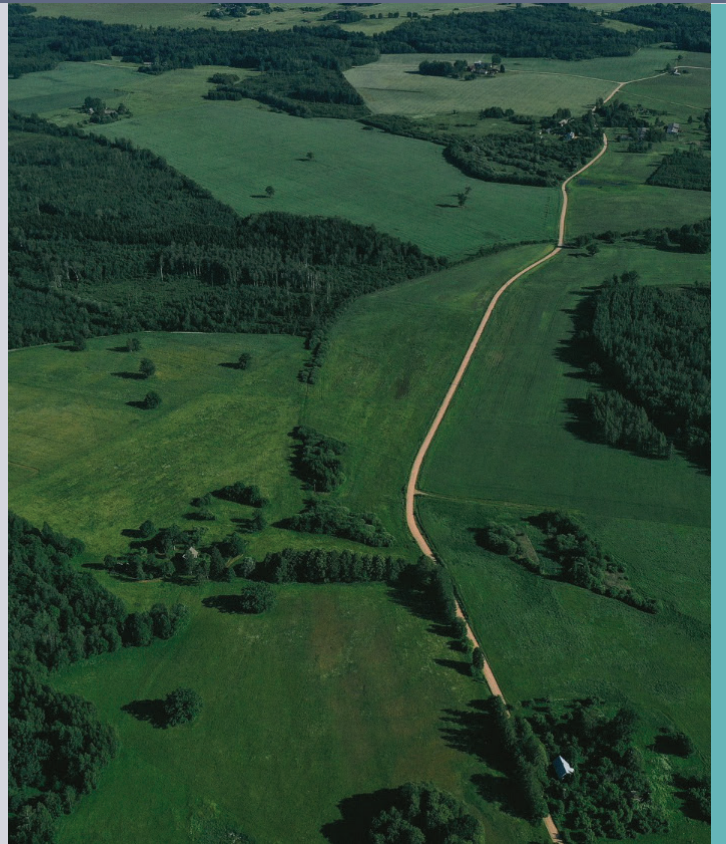
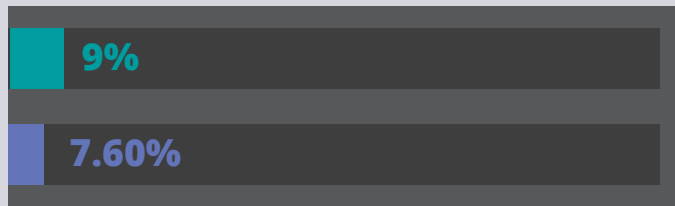
9.30%

## Gráfico: 8

Representación porcentual de los becarios por sexo en el área de investigación sobre protección ambiental, 2013-2022.



Mujer Hombre



## Gráfico: 9

Representación porcentual de los becarios por sexo en el área de investigación sobre atención a productores, 2013-2022.



Mujer Hombre

6.40%

4.20%



**Pósteres  
becas 2022**

# Caracterización de trampas extracelulares de neutrófilos (NETs) inducidas por *Clostridium perfringens* en neutrófilos humanos *in vitro* y en un modelo murino de gangrena gaseosa

**Badilla, L**

Estudiante de Maestría en Microbiología, Universidad de Costa Rica.  
lisa.badilla@ucr.ac.cr

**Flores, M**

Instituto Clodomiro Picado, Universidad de Costa Rica.

**Pereira, R**

Laboratorio Nacional de Nanotecnología (Lanotec), Centro Nacional de Alta Tecnología.



## Introducción

Los neutrófilos son células que se encargan de destruir patógenos mediante fagocitosis, secreción de moléculas antimicrobianas o a través de la liberación de trampas extracelulares de neutrófilos (NETs). Las NETs son redes de ADN sobre las cuales se depositan histonas y diferentes proteínas microbicidas de los neutrófilos. Estas estructuras actúan como una barrera física que evita la diseminación de los microorganismos y puede inducir su muerte [1].

*C. perfringens* es un bacilo Gram positivo, anaerobio, esporulado y no móvil, que se encuentra ampliamente distribuido en el medio ambiente y se asocia a la gangrena gaseosa en humanos [2].

En el presente estudio se pretende determinar si proteínas del secretoma de *C. perfringens* son capaces de inducir NETosis en neutrófilos humanos *in vitro* y determinar si se induce NETosis *in vivo* en un modelo murino de gangrena gaseosa. Además, conocer las implicaciones que esto podría tener en la fisiopatología de la gangrena gaseosa.

## Metodología



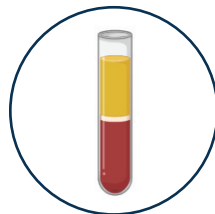
Análisis de NETs en un modelo *in vitro* por microscopía electrónica de barrido (SEM).

Paso 1



Obtención de los sobrenadantes de *C. perfringens*

Paso 2



Aislamiento de neutrófilos humanos *in vitro*

Paso 3



Activación de los neutrófilos humanos con los sobrenadantes

Paso 4



Preparación y procesamiento de las muestras

Paso 5



Análisis de las muestras por SEM

## Análisis de NETs en un modelo murino de gangrena gaseosa mediante microscopía electrónica de transmisión (TEM).

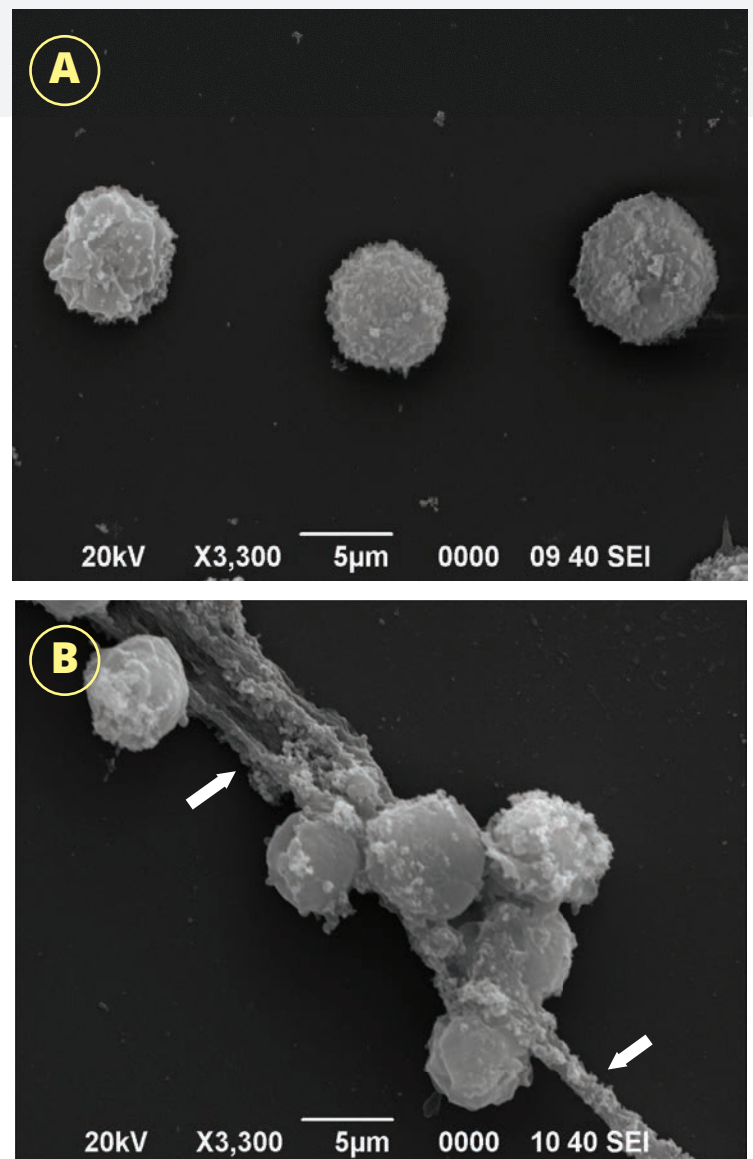


## Resultados y Discusión



El análisis por microscopía electrónica de barrido reveló la formación de NETs en neutrófilos humanos in vitro después de la exposición a proteínas secretadas por *C. perfringens* en su fase estacionaria (Fig 1).

Fig 1. Formación de NETs en neutrófilos humanos in vitro. (A) Neutrófilos sin tratar. (B) Neutrófilos estimulados durante una hora con proteínas secretadas por *C. perfringens* (6,3 mg/ml). Las flechas blancas indican NETs.



A

B

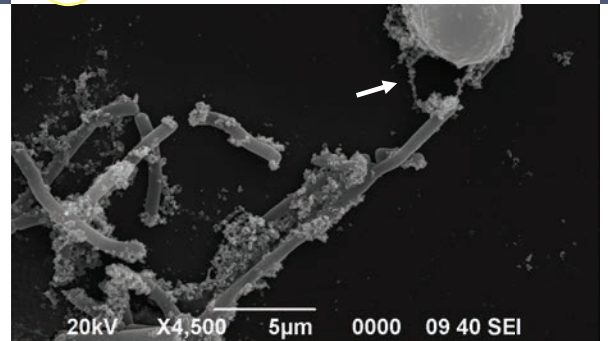
Se determinó que algunos de los neutrófilos que liberan las NETs pueden mantener su superficie celular íntegra mientras que otros presentan un daño celular severo (Fig 2).

Fig 2. Micrografías electrónicas de barrido que muestran neutrófilos experimentando (A) NETosis vital y (B) NETosis suicida respectivamente. Las flechas blancas indican NETs.

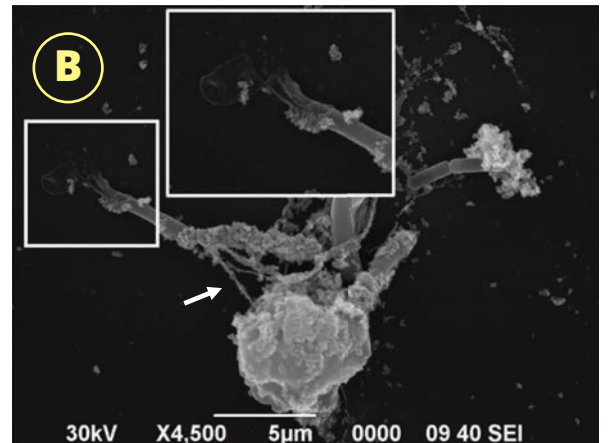
Las NETs producidas por los neutrófilos humanos son capaces de capturar y lesionar a la bacteria *C. perfringens* (Fig 3).

Fig 3. Micrografías electrónicas de barrido de *C. perfringens* siendo (A) capturada y (B) lesionada por las NETs. Las flechas blancas indican NETs.

A



B



En la figura 4 se identificó la presencia de neutrófilos activados que posiblemente están liberando NETs en el tejido muscular murino lesionado por la infección de la gangrena gaseosa.

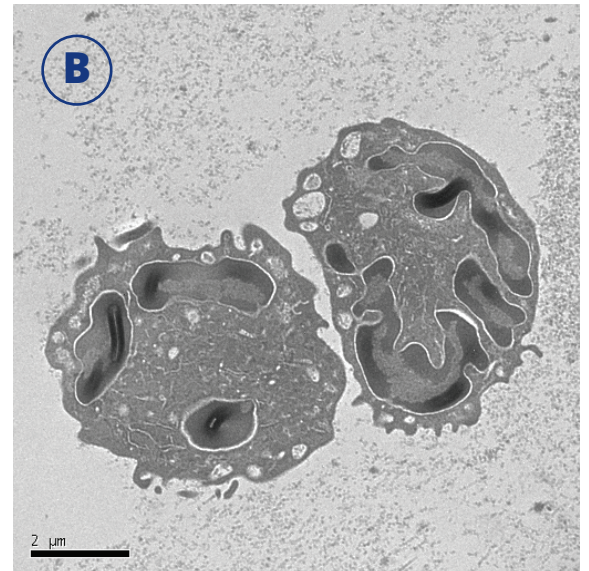
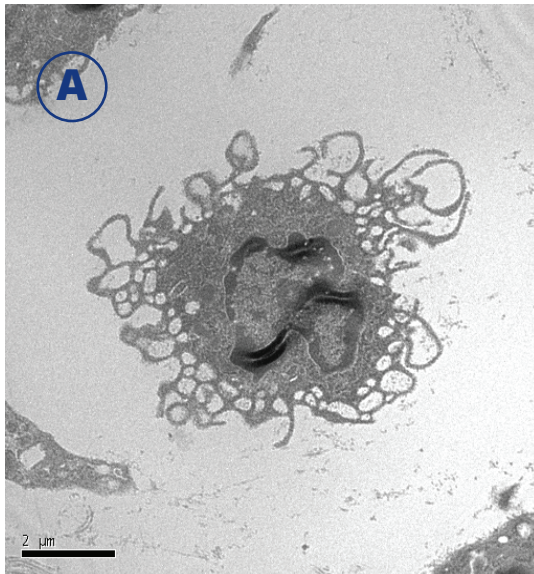


Fig 4. Micrografías electrónicas de transmisión de un (A) neutrófilo activado y de (B) neutrófilos que muestran vesículas (flechas negras) que liberan su contenido al medio extracelular.

## Conclusiones



Las proteínas secretadas por *C. perfringens* son capaces de inducir la formación de NETs. Estas estructuras son eficientes en la captura y eliminación de las bacterias. Los neutrófilos presentes en el tejido muscular lesionado se encuentran activados y muy probablemente llevando a cabo el proceso de NETosis. El estudio del efecto de las NETs en el modelo in vivo se sugiere para comprender su participación en la patogénesis de la bacteria.

## Agradecimientos

Programa de becas CeNAT-CONARE y al LANOTEC.

## Bibliografía

[1] Schoen, J., Euler, M., Schauer, C., Schett, G., Herrmann, M., Knopf, J., & Yaykasli, K. O. (2022). Neutrophils' extracellular trap mechanisms: from physiology to pathology. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(21), 12855.

[2] Kiu, R., & Hall, L. J. (2018). An update on the human and animal enteric pathogen *Clostridium perfringens*. *Emerging microbes & infections*, 7(1), 1-15.

# Desarrollo de un fotocatalizador de TiO<sub>2</sub> sobre (FTO) para su implementación en la degradación de contaminantes persistentes en medios acuosos.



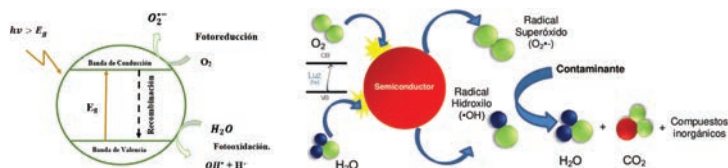
## Introducción

### ● Contaminación del agua



Fotografías tomadas de los sitios web de la Universidad de Costa Rica y Universidad Nacional.

### ● Fotocatálisis



### Simmons, K

Estudiante de Ingeniería Química,  
Universidad De Costa Rica.  
keylan.simmons@ucr.ac.cr

### Sanabria, J

Centro de Investigación en  
Electroquímica y Energía Química  
(CELEQ), Universidad de Costa Rica.  
jean.Sanabria@ucr.ac.cr

### Paniagua, S

Laboratorio Nacional de Nanotecnología  
(LANOTEC), Centro Nacional de Alta  
Tecnología.  
spaniagua@cenat.ac.cr

### Rodríguez, J

Laboratorio de Ecología Urbana,  
Universidad Estatal a Distancia.  
jrodriguez@uned.ac.cr

### ● Contaminantes persistentes



### ● Dioxido de titanio





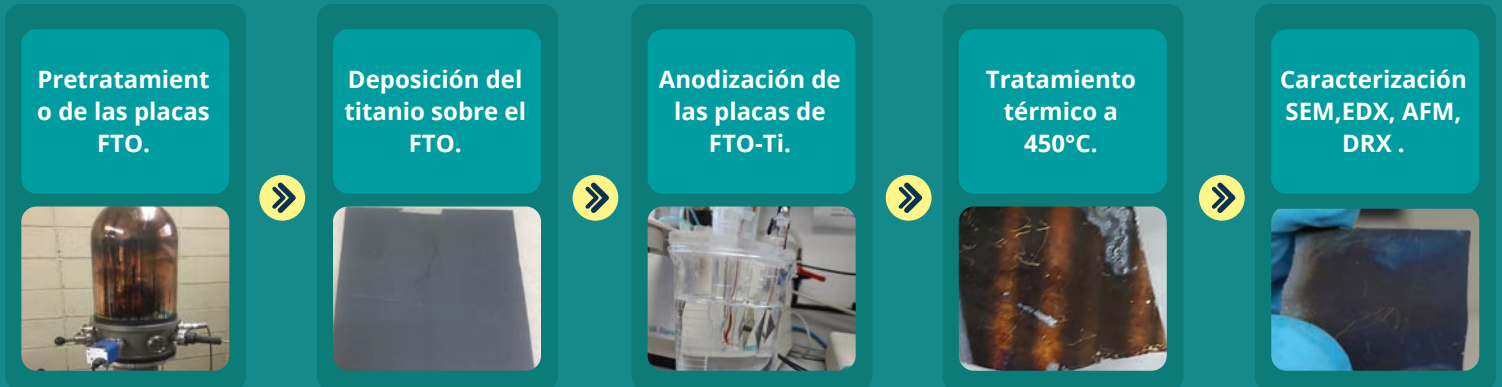


Figura 2. Esquema del proceso de síntesis del fotocatalizador.

## PRUEBAS DEGRADACIÓN DE AZUL DE METILENO

### 1 Pruebas de degradación electroquímicas

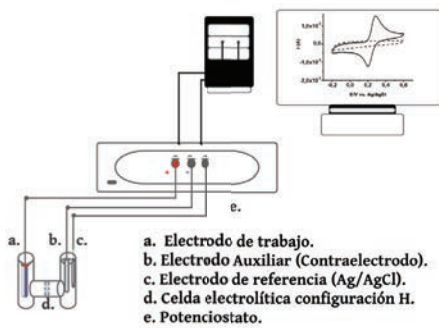


Figura 3. Sistema de degradación electroquímica.

### 2 Pruebas de degradación fotocatalíticas

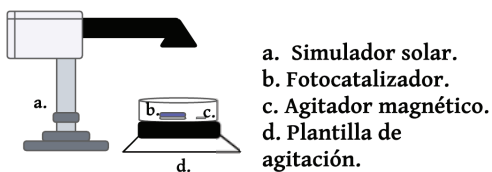


Figura 4. Sistema de degradación fotocatalítica.

### 3 Pruebas de degradación fotoelectrocatalíticas

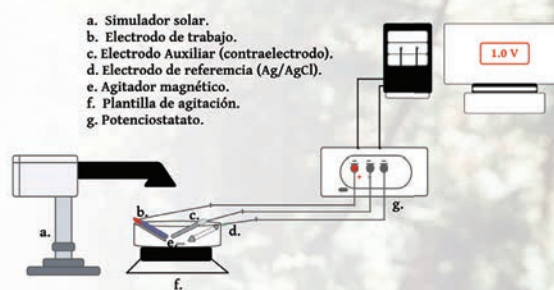
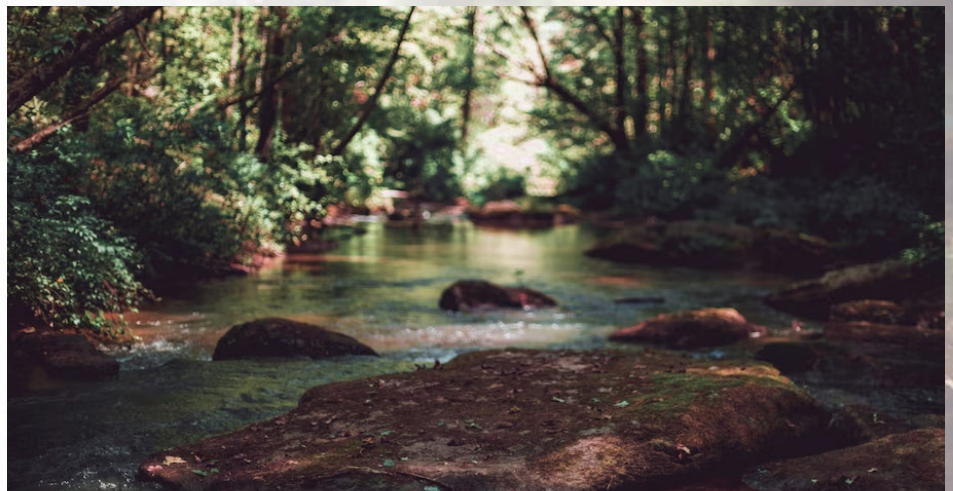


Figura 5. Sistema de degradación fotoelectrocatalítica.



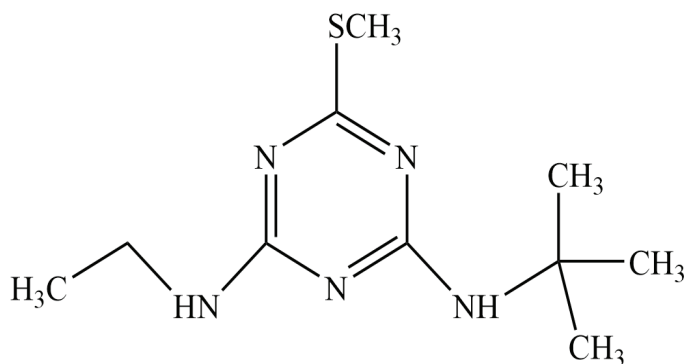


Figura 6. Estructura química de la terbutrina.



## Resultados y Discusión



### CARACTERIZACIÓN DEL FOTOCATALIZADOR

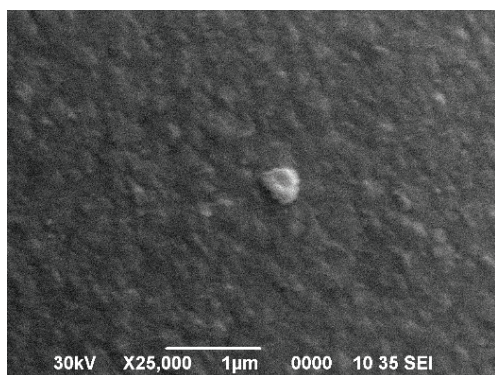


Figura 7. Imagen SEM de las placas FTO-Ti.

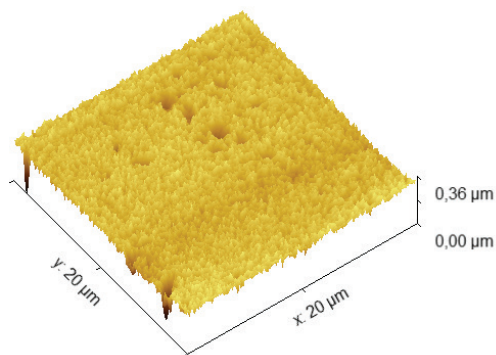


Figura 8. Imagen AFM de las placas FTO-Ti.

Cuadro 1. Composición química elemental de la placa FTO-Ti obtenidas del espectro de fluorescencia de rayos x por energía dispersiva (EDX)

Elemento	Concentración por peso (%)
Si	1.61
Ti	72.34
Sn	26.05
Total	100

La imagen SEM y AFM de las Figuras 7 y 8 muestran que los recubrimientos de Ti sobre el FTO forman una superficie plana, regular y homogénea. Con el análisis EDX del Cuadro 1 se evidencia que la superficie está compuesta mayoritariamente por el Ti producto de la deposición. Con el proceso de anodización la superficie se transforma aun TiO<sub>2</sub> en forma granular como se observa en la imagen SEM y AFM de las Figuras 9 y 10 reflejando un aumento en el porcentaje de O y disminución del Ti como se muestra en el Cuadro 2. El TiO<sub>2</sub> luego del tratamiento térmico cristaliza a la fase de rutilo como se muestra en el difractograma de la Figura 11.

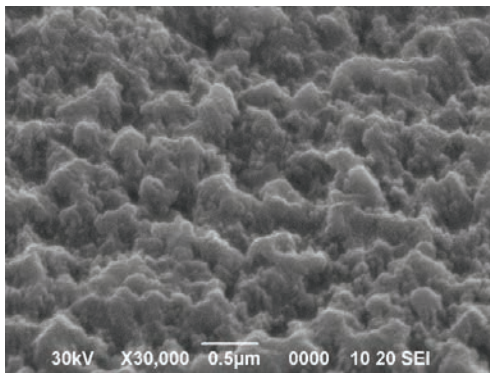


Figura 9. Imagen SEM de las placas FTO-TiO<sub>2</sub> medida con un ángulo de rotación de 45°C.

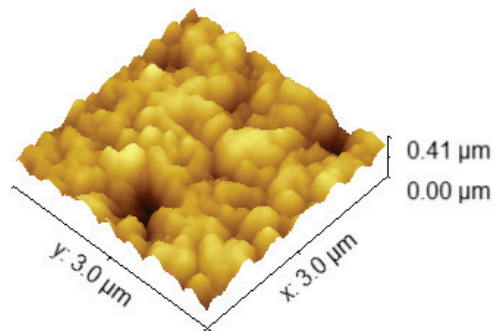


Figura 10. Imagen AFM de las placas FTO-TiO<sub>2</sub>.

Cuadro 2. Composición química elemental de la placa FTO-TiO<sub>2</sub> obtenidas del espectro de fluorescencia de rayos x por energía dispersiva (EDX)

Elemento	Concentración por peso (%)
O	73.41
Si	3.41
Ti	9.06
Sn	14.13
Total	100

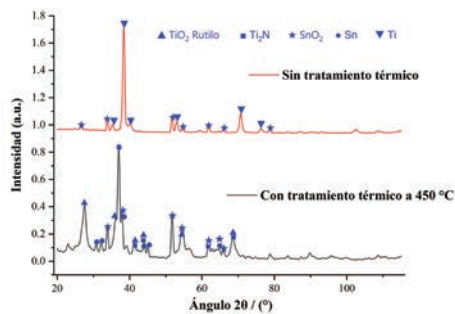


Figura 11. Difractograma de rayos X del sustrato de FTO con recubrimiento de TiO<sub>2</sub> con recocido térmico a 450 °C.

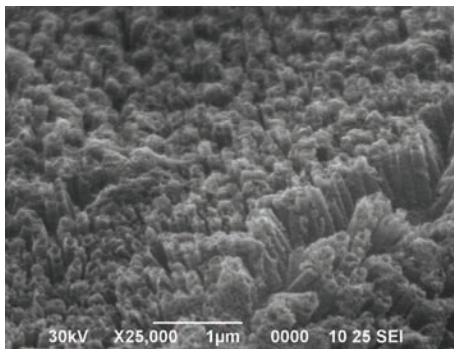
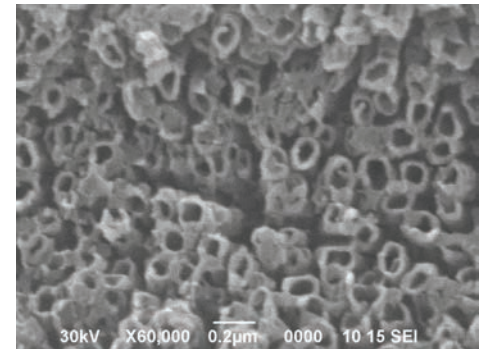


Figura 12. Imágenes SEM de las placas de Ti con nanotubos de TiO<sub>2</sub>



## PRUEBAS DEGRADACIÓN DEL HERBICIDA TERBUTRINA

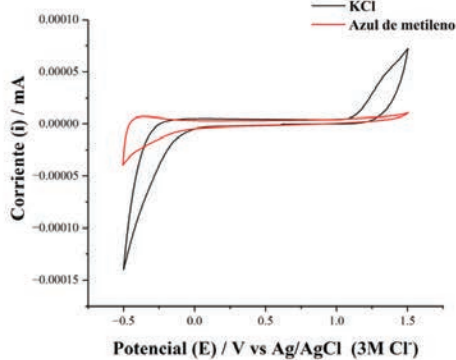


Figura 13. Comparación de voltamperometrías cíclicas de una disolución de KCl 0.1 M y una disolución de azul de metileno 1.5×10<sup>-5</sup> M.

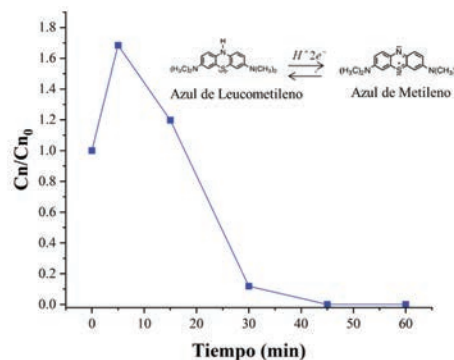


Figura 14. Curva de degradación del azul de metileno al aplicar un potencial de 2.25V.

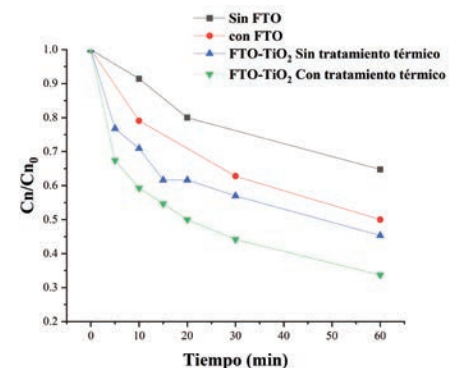


Figura 15. Curvas de fotodegradación de azul de metileno.

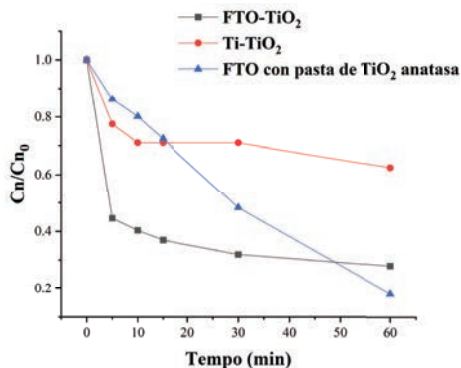


Figura 16. Comparación de las curvas de fotodegradación de azul de metileno utilizando distintos fotocatalizadores de TiO<sub>2</sub>.

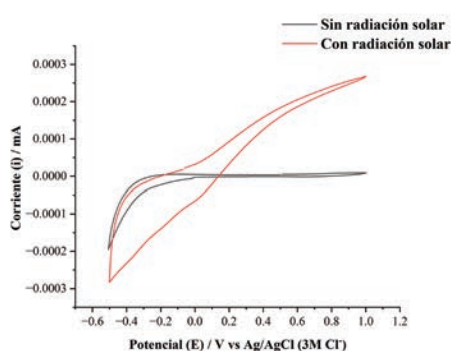


Figura 17. Comparación entre las voltametrías cíclicas de una disolución de azul de metileno con irradiación y sin irradiación solar, a una velocidad de barrido de 100 mV/s.

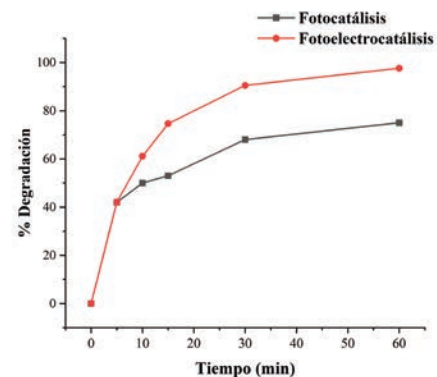


Figura 18. Comparación entre los porcentajes de degradación del azul de metileno obtenidos mediante fotocatalísis y fotoelectrocatalísis durante 1 hora.

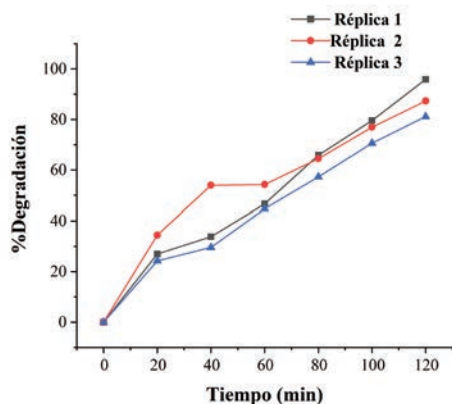


Figura 19. Porcentajes de degradación del herbicida terbuthrina a una concentración de 1.42 mg/L.

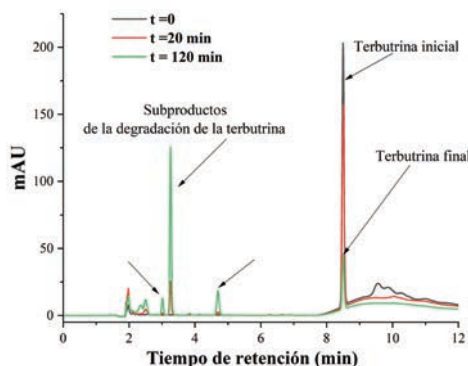


Figura 20. Cromatogramas del herbicida terbuthrina 1.42 mg/L durante distintos tiempos de degradación.

El TiO<sub>2</sub> sobre FTO es electroquímicamente y fotocatalíticamente activo en la degradación del azul de metileno como se muestra en las Figuras 13, 14, 15 y 16. Los mejores efectos en la degradación del azul de metileno se obtienen cuando es utilizado como fotoelectrodo aplicando una diferencia de potencial 1.0 V con radiación solar tal como se muestra en las Figuras 17 y 18. La aplicación del FTO-TiO<sub>2</sub> en fotoelectrocatalísis resulta efectivo para la degradación de compuestos orgánicos más persistentes que el azul de metileno como el herbicida terbuthrina (Figuras 19 y 20) ya que se observa que el herbicida presenta una descomposición rápida durante 2 horas utilizando el FTO-TiO<sub>2</sub> como fotoelectrodo.





## Conclusiones



Se logró obtener un fotocatalizador de  $\text{TiO}_2$  mediante anodización y tratamiento térmico que presenta un efecto adecuado en la degradación del azul de metileno y del herbicida terbutrina.

El  $\text{TiO}_2$  sintetizado obtenido presenta la fase cristalina rutilo en forma de estructuras granulares sobre FTO.

El mejor proceso de degradación es el de fotoelectrocatalisis.

## Bibliografía

[1] Liu, Y. N., Zhou, X., Wang, X., Liang, K., Yang, Z. K., Shen, C. C., ... & Xu, A. W. (2017). Hydrogenation/oxidation induced efficient reversible color switching between methylene blue and leuco-methylene blue. *RSC advances*, 7(48), 30080-30085.

[2] Szkoda, M., Lisowska-Oleksiak, A., Grochowska, K., Skowroński, Ł., Karczewski, J., & Siuzdak, K. (2016). Semi-transparent ordered  $\text{TiO}_2$  nanostructures prepared by anodization of titanium thin films deposited onto the FTO substrate. *Applied Surface Science*, 381, 36-41.

[3] Tang, Y., Tao, J., Zhang, Y., Wu, T., Tao, H., & Bao, Z. (2008). Preparation and characterization of  $\text{TiO}_2$  nanotube arrays via anodization of titanium films deposited on FTO conducting glass at room temperature. *Acta Physico-Chimica Sinica*, 24(12), 2191-2197.

[4] Zhang, J., Hu, F. T., Liu, Q. Q., Zhao, X., & Liu, S. Q. (2011). Application of heterogenous catalyst of tris (1, 10)-phenanthroline iron (II) loaded on zeolite for the photo-Fenton degradation of methylene blue. *Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis*, 103(2), 299-310.

# Caracterización histológica del fenómeno de oscurecimiento durante la brotación inicial *in vitro* de explantes nodales de bambú (*Guadua amplexifolia* J. Presl.)

## Reyes, A

Estudiante de Maestría en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, Universidad de Costa Rica.

[ana.reyesferrufino@ucr.ac.cr](mailto:ana.reyesferrufino@ucr.ac.cr)

## Jiménez, V

Centro de Investigaciones en Granos y Semillas (CIGRAS), Universidad de Costa Rica.

## Pereira, R

Laboratorio de Nanotecnología (LANOTEC), Centro Nacional de Alta Tecnología.



## Introducción

*Guadua amplexifolia* es una especie de bambú neotropical de importancia económica por las características físico-mecánicas de sus tallos. La propagación *in vitro* de bambú es importante para el establecimiento de plantaciones comerciales con materiales seleccionados.

La metodología implementada para el cultivo *in vitro* de *Guadua angustifolia* no ha funcionado con *G. amplexifolia*, ya que los brotes comienzan a oscurecerse y mueren rápidamente [1]. Por ello, el objetivo de este estudio fue analizar el fenómeno del oscurecimiento de explantes de *G. amplexifolia* mediante la caracterización del efecto a nivel histológico.

## Metodología



Se realizaron cortes histológicos a mano alzada de los explantes de *Guadua amplexifolia*, Estadio 1 (sin oscurecimiento) y Estadio 4 (100% de oscurecimiento). Para analizar el efecto del oscurecimiento en el estado estructural de los tejidos se realizaron visualizaciones con microscopía electrónica de barrido (SEM). Como grupo control se utilizaron explantes de *Guadua angustifolia* var. bicolor, que no se oscurece.



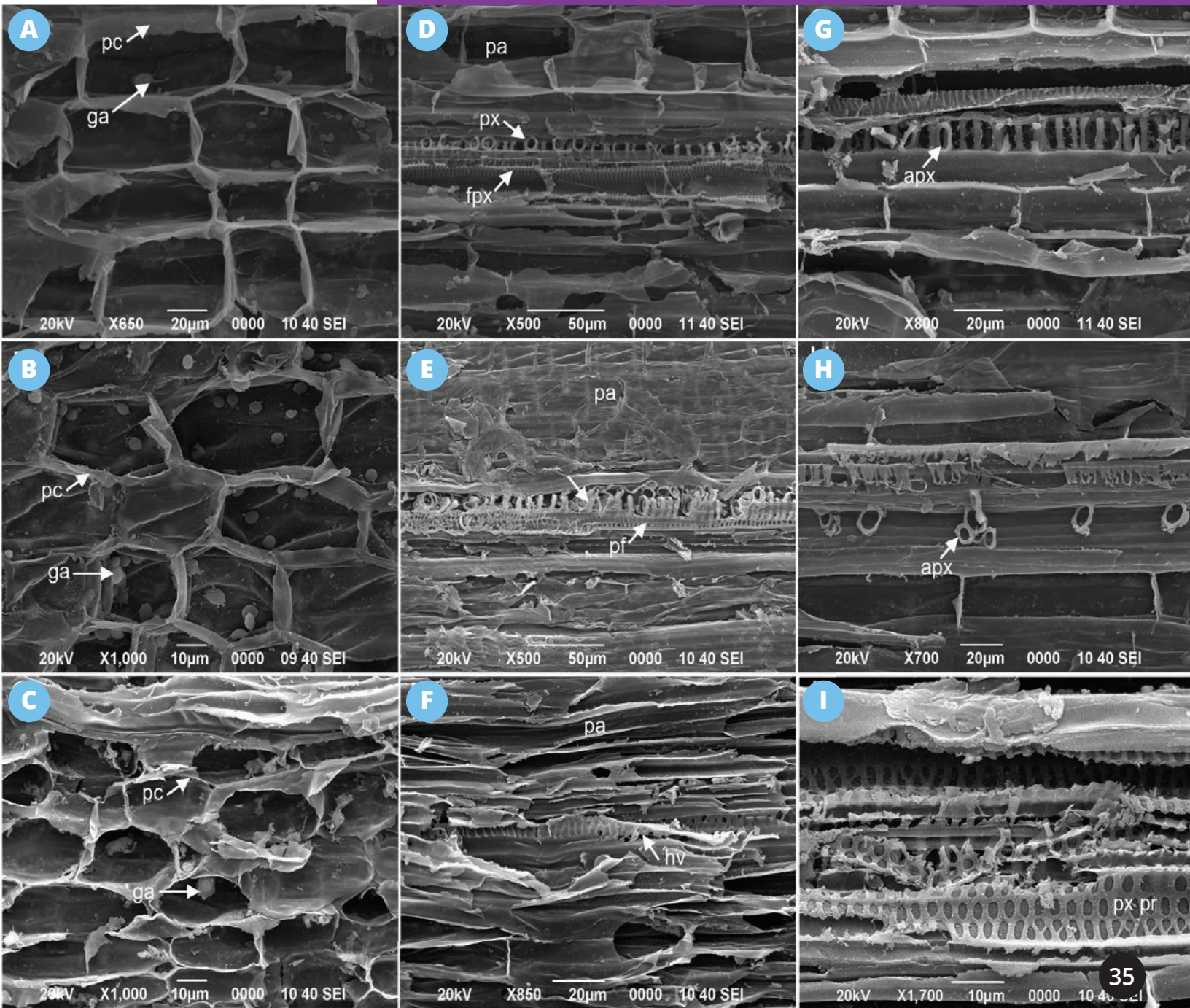
## Resultados y Discusión

En los tallos del Estado 4 se observó el tejido parenquimatoso desordenado, células del parénquima (pa) con paredes celulares (pc) de menor grosor, reducción en tamaño celular, y los haces vasculares (hv) colapsados (Fig. 1).

Fig. 1. Ultraestructura de cortes longitudinales de tallos de brotes de *G. angustifolia* var. *bicolor*, Estado 1, y 4 de *G. amplexifolia*.

Amplificación del tejido parenquimatoso de: A. *G. angustifolia* var. *bicolor*, B. Estado 1 y C. Estado 4.

Amplificación de zona de vascular de: D. *G. angustifolia* var. *bicolor*, E. Estado 1 y F. Estado 4. Amplificación de los haces vasculares de: G. *G. angustifolia* var. *bicolor*, H. Estado 1 e I. Estado 4. Abrv: apx: anillos del protoxilema, px pr: protoxilema con perforaciones reticuladas.



En las hojas del Estadio 4 se observó marchitez y pérdida de la firmeza laminar. El Estadio 4 presentó deformación celular, lo que dificulta distinguir los tejidos del mesófilo. Los haces vasculares del Estadio 4 se encuentran obstruidos por gránulos de almidón (ga), lo cual dificulta la identificación del protoxilema (px) y el protofloema (pf) (Fig. 2).

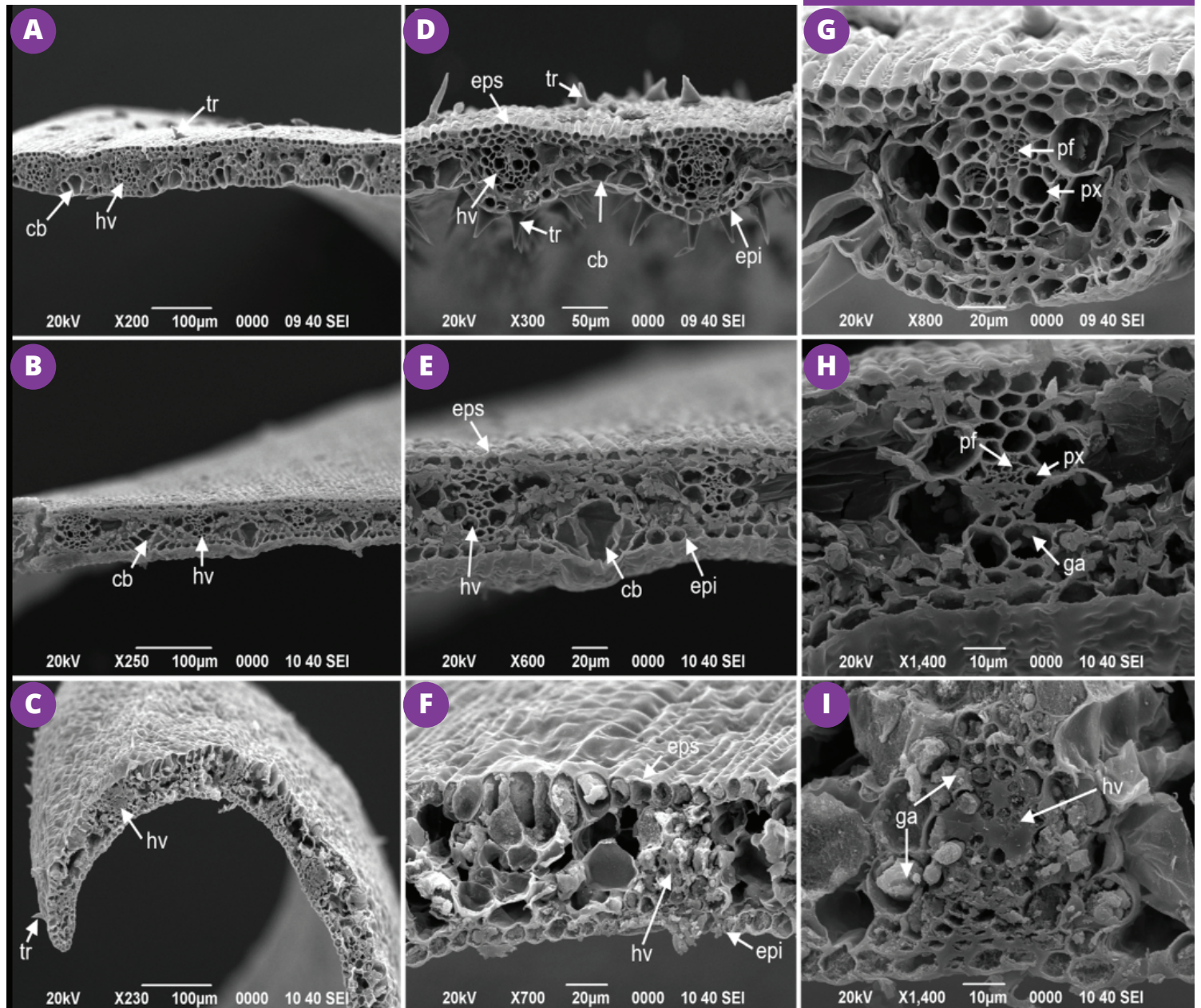


Fig. 2. Ultraestructura de cortes transversales de hojas de brotes de: A. *G. angustifolia* var. *bicolor*, B. Estadio 1 (0% oscurecimiento), y C. 4 (67-100% de oscurecimiento) de *G. amplexifolia*. Amplificación de la anatomía interna de la hoja de: D. *G. angustifolia* var. *bicolor*, E. Estadio 1 y F. Estadio 4. Amplificación de haces vasculares de: G. *G. angustifolia* var. *bicolor*, H. Estadio 1 e I. Estadio 4. Abrev: tr: tricomas, cb; células buliformes, epi; epidermis superior, eps: epidermis inferior.

Este tipo de alteraciones causadas por el oscurecimiento in vitro también ha sido reportado en otras especies, como en el cultivo de callos de *Pinus sylvestris* L. (pino) [2] y *Dendrobium crumenatum* Swartz (orquídea) [3].





## Agradecimientos

Programa de becas CeNAT, LANOTEC, Laboratorio de biotecnología del CIGRAS, y Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD).

## Bibliografía

Jiménez, V., Castillo, J., Tavares, E., Guevara, E., y Montiel, M. (2006). In vitro propagation of the neotropical giant bamboo, *Guadua angustifolia* Kunth, through axillary shoot proliferation. *Plant Cell, Tissue, and Organ Culture*, 86(3), 389-395. <https://doi.org/10.1007/s11240-006-9120-4>

Kaewubon, P., Hutadilok-Towatana, N., Teixeira da Silva, J. A., y Meesawat, U. (2015). Ultrastructural and biochemical alterations during browning of pigeon orchid (*Dendrobium crumenatum* Swartz) callus. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 121(1), 53-69. <https://doi.org/10.1007/s11240-014-0678-y>

Laukkanen, H., Rautiainen, L., Taulavuori, E., y Hohtola, A. (2000). Changes in cellular structures and enzymatic activities during browning of Scots pine callus derived from mature buds. *Tree Physiology*, 20(7), 467-475. <https://doi.org/10.1093/treephys/20.7.467>

## Conclusiones



El oscurecimiento in vitro en *Guadua amplexifolia* causa el deterioro estructural de tallos y hojas de los explantes. La deformación celular, pérdida de organización de los tejidos, y el colapso de los haces vasculares, provocan que los explantes mueran a medida que avanza el oscurecimiento.

# Diseño de un centro de investigación móvil prototipo alimentado con energías limpias para la expedición científica a Antártida en Enero 2022-2025

## Calderón, F

Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial, Tecnológico de Costa Rica.  
calderonjf@estudiantec.ac.cr

## Campos, A

Gestión Ambiental, Centro Nacional de Alta Tecnología



## Introducción

Para la misión Costa Rica-Antártida se tiene propuesto el diseño de un vehículo eléctrico de carga adaptado como laboratorio móvil alimentado por energías limpias para realizar el trayecto completo de la expedición. Como una primera fase de este reto, se plantea como problemática la transformación total de un vehículo Toyota Land Cruiser modelo 1991 a motor eléctrico y su adaptación como espacio de trabajo móvil para excursiones científicas a distintas zonas del país.

De esta manera, se divide esta problemática en dos necesidades primarias. La primera de ellas es la de convertir el vehículo que actualmente funciona con motor de combustión a uno eléctrico. Esto, implica tanto el reemplazo e instalación de nuevas partes y componentes como modificaciones estructurales en el vehículo para soportar y contener estos nuevos sistemas.

Finalmente, como una segunda necesidad se tiene el rediseño del espacio dentro del vehículo para adaptarlo de tal manera que funcione como área de trabajo para al menos cuatro personas. Dentro de este diseño es necesario capacitar el vehículo para el almacenamiento de equipos y otras cargas y la transmisión vía streaming a una pantalla. Cabe resaltar que se busca que todas aquellas tareas que ocurran dentro del vehículo puedan ser resueltas con la utilización de fuentes limpias para su abastecimiento de energía eléctrica.

## Metodología



La metodología propuesta para dar solución a la problemática se fundamenta en el Design Thinking [1] con algunas modificaciones para abarcar todo lo necesario. El método, consiste en cinco etapas principales:

### Comprensión

Involucrados  
-----  
Sistema a convertir  
-----  
Contexto y entorno



### Definición

Sistema a diseñar  
-----  
Funciones del sistema  
-----  
Requerimientos  
-----  
Conceptos de diseño



### Exploración

Análisis de lo existente  
-----  
Propuestas de solución



### Selección

Matriz de selección



### Construcción

Propuesta seleccionada  
-----  
Materia prima  
Sermielaborados  
Forma-función  
Modo de uso  
Proceso de manufactura  
Armado

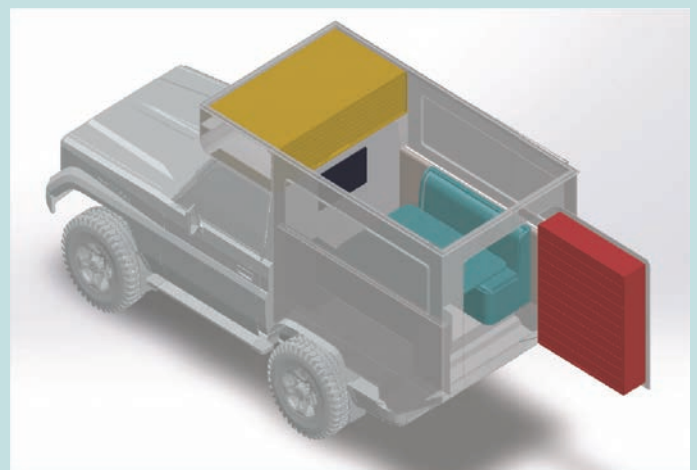
## Resultados y Discusión



A nivel estructural, la propuesta consiste en modificar la cabina trasera del vehículo base con el fin de adaptarla como un espacio de laboratorio. Es decir, se realiza un corte transversal en la carrocería del vehículo original, dejando únicamente las dos puertas delanteras con la cabina del conductor, se fabrica una división para cerrar el corte y se instala un cajón tipo caravana que cumplirá la función del laboratorio.

Esta estructura cuenta con una puerta acceso para los pasajeros en la cara posterior al vehículo, un espacio de maletero que también funciona para almacenar algunos componentes del sistema eléctrico y periférico del vehículo y una ventana polarizada fija a cada lado del vehículo, y dos de menor tamaño para ventilación. En el techo, cuenta con una estructura extensible de tres paneles solares utilizados para la alimentación de los periféricos del laboratorio. A su vez, se utiliza el rediseño de la parte posterior del vehículo, para generar una especie de maletero que puede contener los componentes de este sistema de alimentación .

A nivel interno, el laboratorio cuenta con un espacio de trabajo para cuatro personas, pantalla para streaming, armario para equipos y almacenamiento refrigerado para muestras. Está capacitado para la carga de equipo de cómputo, así como con iluminación y acceso a internet.



## Conclusiones



Para el desarrollo del proyecto, se utiliza el programa de modelado 3D para generar un prototipo digital del diseño aplicado al vehículo base, el Toyota Land Cruiser modelo 1991. Al utilizar el modelo, se reestructura el vehículo para portar los sistemas, partes y componentes implícitos en su transformación a vehículo eléctrica al aprovechar los espacios como el compartimento del motor original y el tanque de gasolina para colocar algunos de los componentes propios de la transformación.

Para lograr que el vehículo funcione como laboratorio móvil, se modifica la cabina trasera, alargándola ligeramente para tener capacidad de transportar a cuatro personas en un espacio apto para trabajar con computadoras portátiles y una pantalla de streaming. De la misma forma, se capacita el laboratorio para transportar muestras refrigeradas y otros equipos de trabajo necesarios en las expediciones.

## Bibliografía

Qué es Design Thinking - Design Thinking en Español. (2023, abril 28). Design Thinking en Español, la primera plataforma online en difundir contenido libre en español sobre el método Design Thinking e innovación. <https://designthinking.es/que-es-design-thinking/>

# Desarrollo de sistema de alimentación limpia fotovoltaica y eólica de periféricos del laboratorio móvil prototipo eléctrico Misión Antártida 2022 -2025

## Rivera, A

Estudiante de Ingeniería Química, Universidad Costa Rica.  
[andrea.riveralavarez@ucr.ac.cr](mailto:andrea.riveralavarez@ucr.ac.cr)

## Campos, A

Área de Gestión Ambiental (AGA), Centro Nacional de Alta Tecnología.



## Introducción

El Océano es el ecosistema más importante en la Tierra, sin él no existiríamos. Provee el 50% del oxígeno para el planeta. Absorbe el 25% de las emisiones totales de carbono. Ha absorbido el 93% del incremento de la temperatura causado por el factor antropogénico del cambio climático. Un Océano saludable depende de una Antártida protegida. Las corrientes marinas nacidas en la Antártida estabilizan el clima del planeta.

Costa Rica es un país oceánico, el estado de la Antártida incide sobre nuestro clima, nuestra biodiversidad marina y en última instancia sobre el nivel de nuestros mares.

Costa Rica cuenta con un potencial de fuente de energía solar de 10 000 MW, favorecida por su latitud, transparencia atmosférica, contenido de agua y aerosoles.

Como parte del proyecto Costa Rica-Antártida se ha planteado como meta el diseño y construcción de los periféricos de un vehículo 100% eléctrico que sirva para llevar a cabo el recorrido de la misión.

Durante la Etapa 1, se realizó un diseño y futura adaptación de un sistema de alimentación fotovoltaica (SAFV) para un laboratorio móvil que será probado y utilizado en Costa Rica.

## Metodología



Investigación Bibliográfica



Cálculos, equipos necesarios y distribución



Diseñar estructura de soporte y SFV



Construir estructura de soporte y SFV

Figura 1. Metodología de estudio y diseño de sistema de alimentación fotovoltaico para un laboratorio móvil. (Fuente: Diseño Propio)

## Resultados y Discusión



Se va a modificar un automóvil Land Cruiser donado por el TEC para crear un laboratorio móvil eléctrico 100% sustentable con energías renovables.

Se ha desarrollado un sistema de alimentación fotovoltaica para los periféricos del laboratorio móvil: refrigerador para muestras, pantalla, wifi, carga de computadoras y un toma corriente.

El cálculo de consumo energético que se utilizó de base para el sistema de alimentación fotovoltaica se realizó tomando en cuenta dos sistemas de giras, la primera una gira de un día y la segunda una gira larga de tres días.

El sistema de alimentación fotovoltaica estará conformado por 3 paneles solares en una estructura extendible la cual se cargará mientras el carro este detenido en la zona de muestreo y/o trabajo de campo.

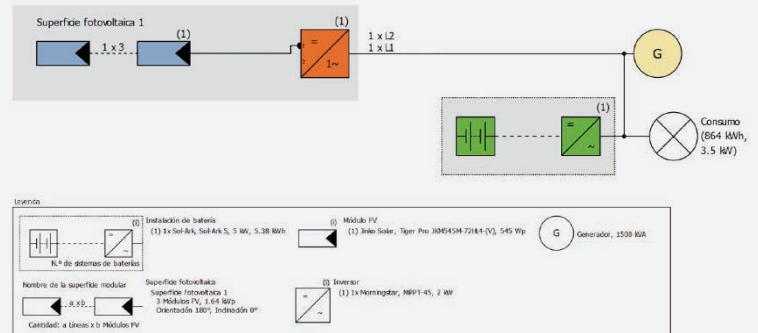
Se cuenta con el diseño de una estructura cerrada con puertas corredizas donde se colocarán los paneles sobre una bandeja que les dará un mayor soporte.

A

Gira Larga (3 días - 12 h/d)					
Periférico	Cantidad	Consumo de Energía	Potencia (W)	Total x gira	Tiempo (h)
Luces	0	0	5.W	9	3
Radio	0	0	6.W	18	6
Laptop	2	2700	150.W	9	3
Pantalla/TV	1	600	50.W	12	4
Wifi (Camping)	1	432	12.W	36	12
Refrigeradora	1	1728	48.W	36	12
<b>Total</b>		<b>5460</b>			

2 Giras Cortas ( 1 día -10 h)					
Periférico	Cantidad	Consumo de Energía	Potencia (W)	Total x gira	Tiempo (h)
Luces	0	0	5.W	6	3
Radio	0	0	6.W	12	6
Laptop	2	1800	150.W	6	3
Pantalla/TV	1	400	50.W	8	4
Wifi (Camping)	1	240	12.W	20	10
Refrigeradora	1	960	48.W	20	10
<b>Total</b>		<b>3400</b>			

B



C

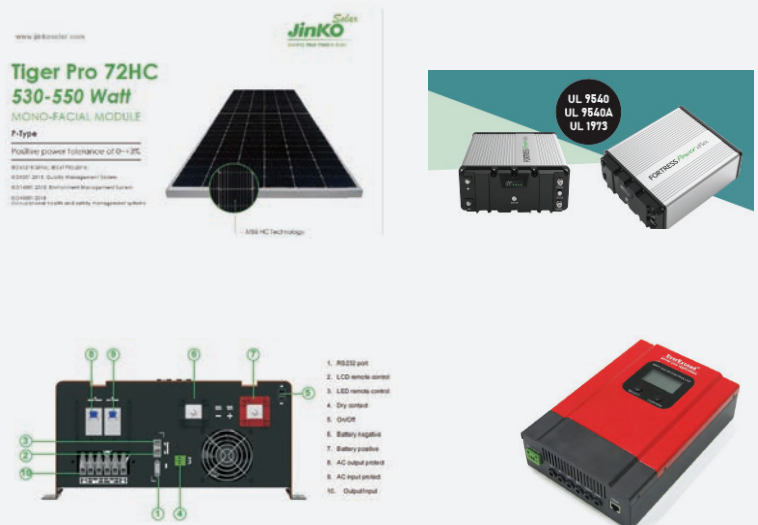


Figura 2. Sistema de alimentación fotovoltaica: a) Consumo de los periféricos, b) Diseño del sistema c) Equipos para el sistema de alimentación fotovoltaico (Fuente: Diseño Propio)

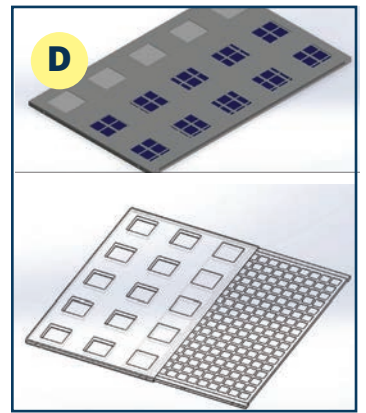
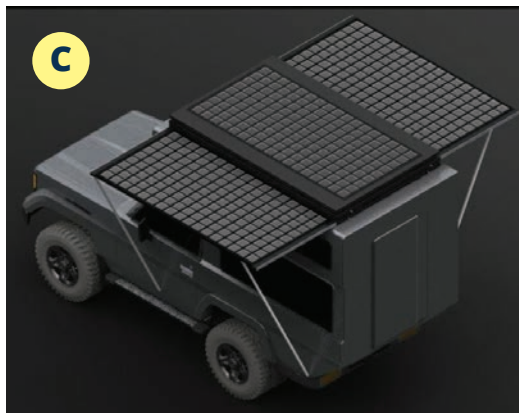


Figura 3. Diseño estructural del sistema de alimentación fotovoltaico: a) Vehículo a transformar, b) Laboratorio móvil, c) laboratorio móvil con paneles extendible, d) Algunos detalles de la estructura del SAFV. (Fuente: Diseño propio. Diseño Gráfico: Calderón, F)



## Conclusiones



Para poder abastecer la demanda energética del sistema se debe tener un sistema de alimentación de tres paneles solares de 530 – 550 Watts con una batería de una capacidad de al menos 105 AH.

La estructura que contenga los paneles debe ser cerrada, con puertas retraible, bandejas para colocar los paneles, con un sistema de rieles extendible, sistema de drenado con cierre para insectos o roedores. Con cableado retraible y reforzado contra rasgaduras.

## Bibliografía

Anastasiadis, A. G., Vokas, G. A., Konstantinopoulos, S. A., Kondylis, G. P., Khalil, T., Polyzakis, A., & Tsatsakis, K. (2017). Wind generation and electric vehicles coordination in microgrids for peak shaving purposes. *Energy Procedia*, 119, 407-416.

Mondal, S., Mondal, A. K., Sharma, A., Devalla, V., Rana, S., Kumar, S., & Pandey, J. K. (2018). An overview of cleaning and prevention processes for enhancing efficiency of solar photovoltaic panels. *Current Science*, 115(6), 1065-1077.

Longo, M., Foadelli, F., & Yaïci, W. (2018). Electric vehicles integrated with renewable energy sources for sustainable mobility. *New trends in electrical vehicle powertrains*, 10, 203-223.



# Estudio de la productividad y biomasa arriba del suelo, mediante el uso de índices de vegetación en plantaciones de *Tectona grandis* L. (Teca) ubicadas en Guanacaste, Costa Rica.

## Porras-Granados, A.V

Estudiante de Maestría en Ciencias Forestales, Instituto Tecnológico de Costa Rica.  
avporras.08@gmail.com

## Arias-Aguilar, D

Instituto Tecnológico de Costa Rica

## Aguilar-Arias, H

Laboratorio de PRIAS, Centro Nacional de Alta Tecnología.

Una de las especies maderables tropicales más importantes en términos comerciales es la teca (*Tectona grandis*), con un área plantada a nivel mundial de aproximadamente 6,8 millones de hectáreas (Madeiros et al., 2018), la teca ha venido siendo una de las fuentes de ingresos de muchos de los productores forestales de Costa Rica, generando así aportes significativos a la economía nacional. Por lo tanto, las estimaciones de la productividad con buena precisión y al menor costo en las plantaciones de teca a nivel nacional, es de suma importancia. El volumen y la biomasa son variables indicativas de la capacidad productiva de un ecosistema forestal (Méndez et al., 2012 y Hernández-Ramos et al., 2017). Tanto la estimación del volumen como de la biomasa pueden realizarse de forma directa e indirecta (Aquino-Ramírez et al., 2015 y Martínez et al., 2016). En la última década ha cobrado relevancia el uso de imágenes satelitales, donde es posible realizar estimaciones de atributos forestales mediante modelos alométricos que toma valores numéricos de las imágenes del sensor y sus derivados, con relación a las mediciones o estimaciones de variables dasométricas en el campo (Staben, et al., 2018 y Chrysafis et al., 2017). Este estudio se realizó con el objetivo de generar ecuaciones alométricas que permitan valorar la eficacia de la estimación de la productividad de plantaciones de *Tectona grandis*, en términos de volumen y biomasa aérea y total, mediante la utilización de variables dasométricas, índices de vegetación y valores de las bandas espectrales obtenidas a partir de imágenes satelitales Sentinel-2. Todo esto, con la finalidad de contribuir al uso de los métodos indirectos con imágenes satelitales para el manejo de plantaciones forestales, ayudando así al productor/inversionista en la disminución de sus costos.

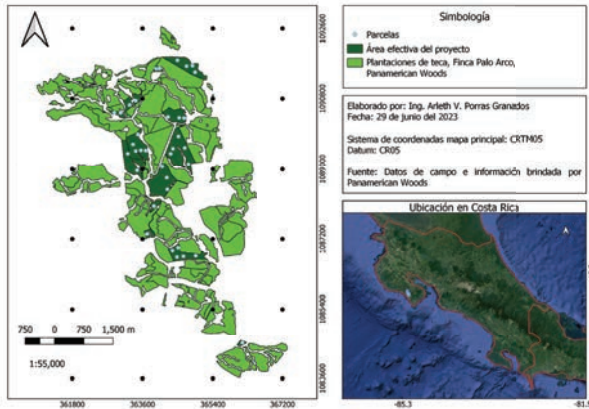


## Introducción

# Metodología



## 1 Área de estudio y descripción de condiciones de la plantación.



## 2 Estimación de parámetros forestales

$$V=(0,0884+0,0297*dap)^2$$

Donde: V es igual al volumen (m3) y dap es igual al diámetro a la altura de pecho (cm).

$$\log_{10} AGB=-0,815+2,272*\log_{10} dbh$$

Donde: AGB es igual a la biomasa aérea total (kg) y dbh es igual al diámetro a la altura de pecho (cm).

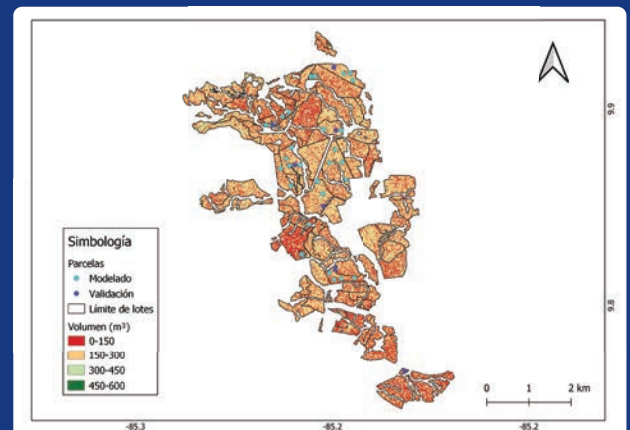
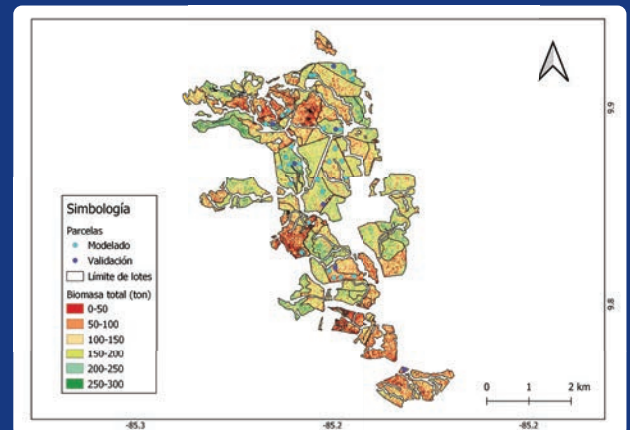
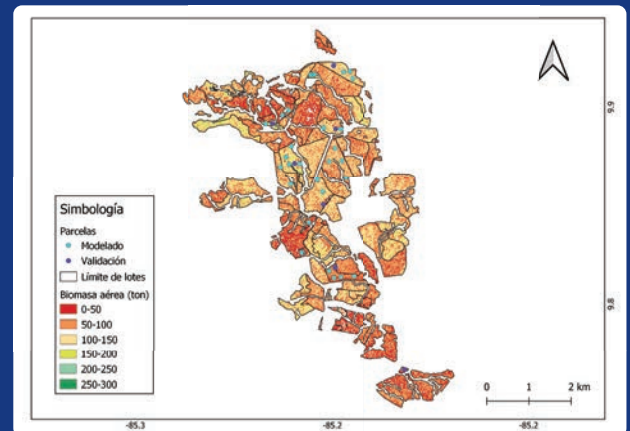
$$Btotal=\exp(-2,02268+2,56319/*\ln(Dap))$$

Donde: Btotal es igual a la biomasa total estimada (kg) y Dap es igual al diámetro a la altura de pecho (cm).

## 3 Obtención de información satelital

## 4 Análisis estadístico y selección del modelo de mejor ajuste

# Resultados y Discusión



## Conclusiones



Los modelos generados permitieron estimar el volumen, la biomasa aérea y total, mediante la información espectral derivada del sensor Sentinel 2A.

La edad fue una variable predictora de importancia para la biomasa aérea y total. Las bandas 3, 5 y 6 fueron variables predictoras importantes en este estudio, ya que estas se encuentran presentes en los tres modelos generados.

Para la estimación de volumen ( $m^3 ha^{-1}$ ) se obtuvo el modelo  $vol=9,93-1,87*B2+3,66*B3-1,59*B5+0,12*B6$ , con un  $R^2$  ajustado de 0,49.

Para la estimación de la biomasa aérea y total se obtuvieron con un  $R^2$  ajustado de 0,71 y 0,74 respectivamente los modelos:  $AGB=-24,83+4,11*Edad+0,91*B3-0,37*B4-0,56*B5+0,40*B6-0,23*B8$   $Bt=-108,10+7,18*Edad+1,62*B3-0,59*B4-0,97*B5+0,64*B6-0,39*B8$

Los tres modelos desarrollados no poseen sesgo.

Los modelos generados solo son replicables en sitios con condiciones exactas a las presentadas en este estudio.

## Bibliografía

Aquino-Ramírez, M., Velázquez-Martínez, A., Castellanos-Bolaños, J., de los Santos-Posadas, H., & Etchevers-Barra, J. (2015). Partición de la biomasa aérea en tres especies arbóreas tropicales. *Agrociencia*, 49(3), 299-314.

Chrysafis, I., Mallinis, G., Gitas, I., & Tsakiri-Strati, M. (2017). Estimating Mediterranean Forest parameters using multi seasonal Landsat 8 OLI imagery and an ensemble learning method. *Remote Sensing of Environment*, 199, 154-166. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425717303334>

Hernández-Ramos, J., De los Santos-Posadas, H., Valdéz-Lazalde, J., Tamarit-Urias, J., ... & Peduzzi, A. (2017). Estimación del volumen comercial en plantaciones de *Eucalyptus urophylla* con modelos de volumen total y de razón. *Agrociencia*. Recuperado de: <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v51n5/1405-3195-agro-51-05-00561.pdf>

Madeiras, R., Nogueira, H., Siqueira, F., & Garcia, H. (2018). Growth and yield of teak stands at different spacing. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 53(10):1109-1118. Recuperado de: <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2018001000004>

Martínez, R., Aguirre, O., Vargas, B., Jiménez, J., Treviño, E., & Yamallel, J. (2016). Modeling of biomass and aboveground arboreal carbon in forests of the state of Durango. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 7(35), 91-105. Recuperado de: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v7n35/2007-1132-remcf-7-35-00091.pdf>

Méndez, J., Turlan, O., Ríos, J., & Nájera, J. (2012). Ecuaciones alométricas para estimar biomasa aérea de *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) MC Johnst. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 3(13). Recuperado de: <https://pdfs.semanticscholar.org/6091/177afe3d0939e0bd1f1ad97d637db781d0a1.pdf>

Staben, G., Lucieer, A., & Scarth, P. (2018). Modelling LiDAR derived tree canopy height from Landsat TM, ETM+ and OLI satellite imagery—A machine learning approach. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 73, 666-681. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0303243418303970>

# Competencias para una nueva cultura hidroambiental en la Gestión del Riesgo del Desastre: el caso de la escuela Excelencia Cahuita, Limón, Costa Rica



## Introducción

Las características y condiciones geográficas y geológicas de Costa Rica hacen del territorio nacional un espacio expuesto a múltiples amenazas y afectaciones producto del calentamiento global. Estudios como el de Knaute, Pegram & Jenks, 2023, han señalado que toda inversión que se haga para las personas menores de edad, significará un

### Arauz, J

Doctoranda en Ciencias Naturales para el Desarrollo (DOCINADE), Instituto Tecnológico de Costa Rica, Universidad Nacional, Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica.  
jeannettearauz@gmail.com

### Barrantes, G

Universidad Nacional.

### Campos, A

Área de Gestión Ambiental, Centro Nacional de Alta Tecnología.

incremento de los ingresos y consecuentemente redundará en el mejoramiento de la cohesión social y el desarrollo sostenible. Se presenta aquí uno de los avances de la tesis doctoral en curso, y que es un producto del primer objetivo específico, el cual fue evaluar los contenidos, metodologías y recursos didácticos empleados por los docentes que laboran en el II Ciclo para la enseñanza de la temática de Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) relacionadas con el Cambio Climático (CC), y utilizarlos en el diseño de una propuesta educativa ambiental. La finalidad del estudio fue elaborar y validar competencias, metodologías y recursos didácticos para una nueva cultura hidroambiental en la GRD en estudiantes y docentes costarricenses de II ciclo de la Escuela Excelencia Cahuita, Limón [1].

## Metodología



La investigación es un estudio de caso y se desarrolló con un enfoque cualitativo de carácter interpretativo y propositivo; participaron nueve especialistas nacionales e internacionales en tres grupos (3 en GRD (GD N° 1), 3 en CC (GD N° 2) y 3 en educación (GD N° 3) mediante el empleo del método Delphi que tuvo 3 etapas: preparatoria, consulta y consenso (Figura 1). El modo de validación fue de varias rondas: 4 para los GDN°1 y GDN°2, y tres rondas para el GDN°3, de forma individual y con comunicación entre el grupo de expertos consultados. El total de encuestas respondidas por los tres grupos fue de 33 encuestas con un 100 % (figuras 1 y 2).

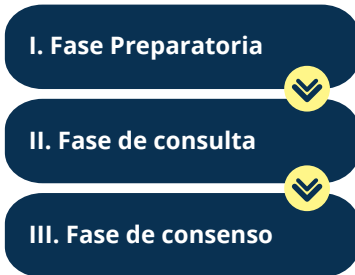


Figura 1. Fases del estudio.



Los resultados mostraron que los grupos Delphi 1 y 2 propusieron 43 competencias para luego validarse diez por cada grupo; el GDN<sup>01</sup> distribuyó las competencias en tres tipos (conceptuales, internas y externas) y el GDN<sup>02</sup> solo en competencias cognitivas, tanto para los niños como para los docentes, considerando indicadores, recursos didácticos y metodologías. En la fase 3 de Consenso, el GDN<sup>03</sup> estuvo de acuerdo con los dos listados generados de las competencias priorizadas y

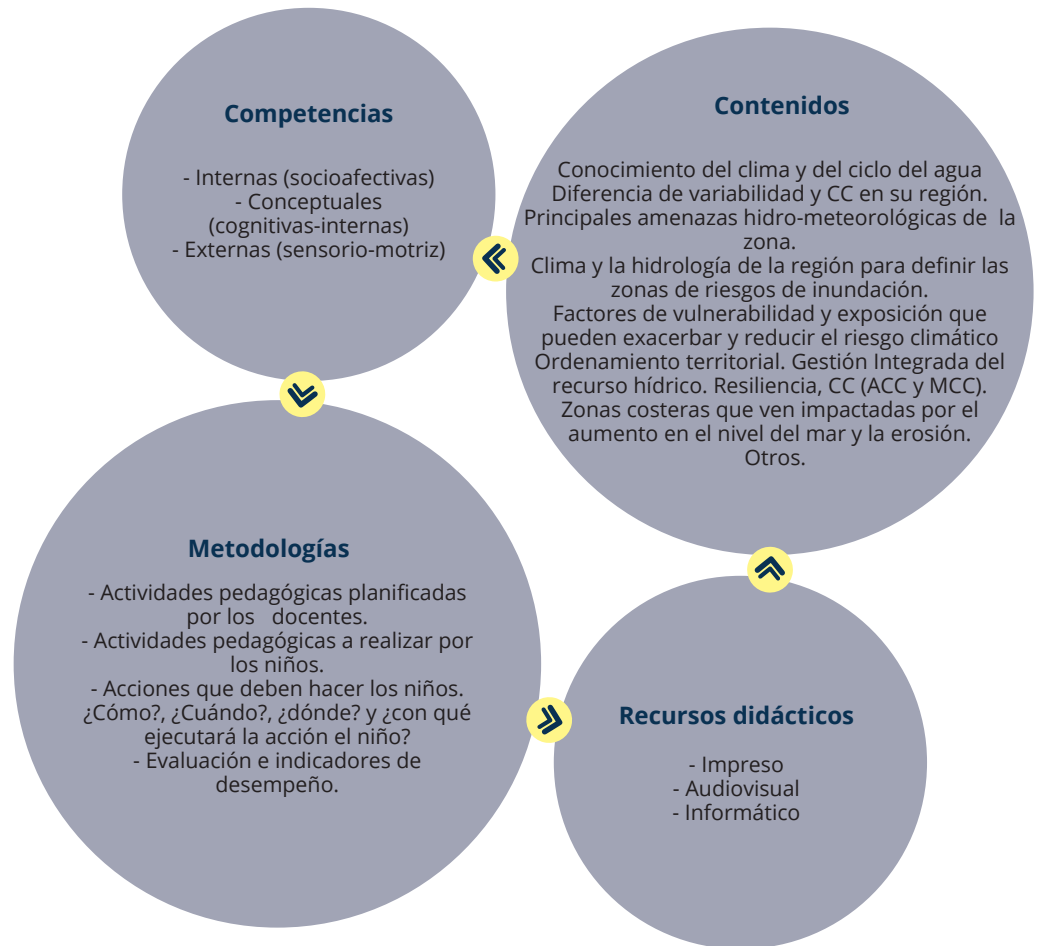


Figura 2. Distribución de temas principales presentes en los cuestionarios sobre GRD relacionados con el CC (adaptación y mitigación).

validadas por el GDN<sup>01</sup> y GDN<sup>02</sup> y fueron ajustadas. En las figuras 3 y 4 se muestran sólo algunos ejemplos de ambos listados.

En el caso de las competencias y conocimientos para la acción ambiental de los niños que fueron priorizadas y validadas por el GD1, GD2 y GD3, se encontró que las competencias internas fueron 4, las competencias externas muestran 1, mientras que las competencias cognitivas reflejan 4, y 1 competencia nueva de tipo conceptual. Por lo tanto, las competencias y conocimientos priorizados y validados por el GD2, GD1 y GD3, se mantuvo con 10 competencias conceptuales (Figura 4).



## Competencias

1. Respeto y valoro la importancia de cuidar el entorno natural y social para prevenir los riesgos de desastres.
2. Solidaridad. Participo de manera responsable y solidaria en las diferentes actividades y simulacros propuestos en el Plan Escolar de Gestión de Riesgos de Desastres (PGRDE).
3. Adaptabilidad. Planteo soluciones a los riesgos identificados en el entorno natural sociocultural de mi comunidad para prevenir y gestionar el riesgo de desastre derivados del cambio climático.



## Conocimientos

1. Conjunto de valores. Respeto a las personas. Respeto y aprecio del entorno natural. Respeto a las leyes y reglamentos. Respetar y cuidar el entorno natural y social. Conceptos de riesgo, GRD y prevención.

2. Solidaridad. Simulacros. Plan Escolar de GRD. Interacción social. Acción individual.

3. Adaptabilidad. Gestión del Riesgo de Desastres. Reducción del riesgo. Entorno natural. Entorno sociocultural. Manejo de desastres. Fase de Prevención. Cambio Climático.



## Indicadores

1. Números de planes y acciones de reducción del riesgo y ACC nivel escolar y comunitario. Cantidad de factores de riesgo comunitario sobre los cuales la/el alumno/o es capaz de identificar medidas preventivas. 1 mapa (de todos los estudiantes) de riesgo de mi escuela, elaborado participativamente.

2. Números de estudiantes que participan de manera responsable y solidaria en las diferentes actividades y simulacros propuestos en el PGRDE. % de acciones catalogadas como "solidarias" en una situación de emergencia que son aplicadas por los/as estudiantes. 1 documento preliminar del PGRDE.

3. Números de acciones/soluciones para gestionar el riesgo de desastre derivados del CC. Cantidad de acciones o soluciones sobre riesgo que son planteadas por cada estudiante. 1 Propuesta de solución práctica en casa para cuidado del agua, como medida de adaptabilidad.



## Competencias

1. Conocer el clima y el ciclo del agua. Defino y distingo claramente los conceptos de clima, factores climáticos (astronómicos, geográficos y meteorológicos), elementos climáticos (radiación solar, temperatura, viento, presión, humedad, precipitación), tiempo atmosférico y ciclo del agua, reconociendo la importancia del agua en la distribución de la vida en el ambiente y su relación con el riesgo de desastres.

2. Identifico a través de giras de campo los sitios que han sido afectados por crecientes y deslizamientos, sequías o terremotos en la zona donde habito.

3. Descubro las zonas que se verán impactadas por el aumento en el nivel del mar



Figura 3. Listado de 3 competencias, conocimientos e indicadores propuestos por el GDN<sup>01</sup> GRD priorizadas y validadas por los tres grupos de expertos producto de la consulta de la Tercera Ronda del GD3, necesarios para la acción ambiental de los niños.



## Conocimientos

1. Conocimiento del clima. Factores climáticos (astronómicos, geográficos y meteorológicos). Elementos climáticos (radiación solar, temperatura, viento, presión, humedad, precipitación). Tiempo atmosférico. Ciclo del agua, reconociendo la importancia del agua en la distribución de la vida en el ambiente y con la generación de desastres.

2. Conocer cómo afecta la zona la variabilidad climática. Riesgo. Reducción del riesgo. Vulnerabilidad y sus factores de vulnerabilidad. Riesgo climático de vulnerabilidad. Riesgo climático.

3. Nivel del mar. Erosión costera. Amenazas.



## Indicadores

1. Identifica, localiza, reconoce las variables de: temperatura, humedad, lluvia, radiación solar, cobertura nubosa, velocidad y dirección de viento.

2. Identifica, localiza, reconoce, determina y representa la cuantificación de daños económicos.

3. Identifica, localizo, comparte, evalúa y representa datos de nivel del mar y su aumento en los últimos 30 años.

Figura 4. Listado de 3 competencias, conocimientos e indicadores propuestos por el GD2 CC priorizadas y validadas por los tres grupos de expertos producto de la consulta de la tercera ronda del GD3, necesarios para la acción ambiental de los niños.

Fuente: modificados de Arauz et al., 2022.





## Conclusiones



Las 20 competencias (internas o socioafectivas, externas o de destrezas y conceptuales) resultantes son una creación de la realidad desde la estimación consensuada.

Dominaron las competencias internas y cognitivas.

Son un aporte que garantizará, en la medida de su práctica, que los estudiantes tengan una mejor preparación ante eventos de vulnerabilidad y riesgo provocados por el cambio climático.

El material educativo de referencia podría ajustarse para otras regiones tanto de Costa Rica como de Latinoamérica.

## Bibliografía

Arauz, M. J., Moreira, S. C., Charpentier, E. & Barrantes, C. (2022). Gestión del riesgo de desastres: competencias para una nueva cultura hidroambiental. *Uniciencia*, 35(1), 1-26. <https://doi.org/10.15359/ru.36-1.8>

Knaute, D.; Pegram, J. & Jenks, C. (2023). Falling Short: Addressing the climate finance gap for children. Report. Save the Children International and Plan International and United Nations Children's Fund. <https://resourcecentre.savethechildren.net/pdf/Climate-Finance-Report-final.pdf/>



# Teledetección para la evaluación de particulado y clorofila en el Río Tortuguero.



## Introducción

La teledetección se puede utilizar para modelar y dar seguimiento a procesos que se producen en una región de la superficie terrestre e incluso observar su evolución en el tiempo [1]. El seguimiento de la calidad del recurso hídrico es de alta importancia en ecosistemas acuáticos como el río Tortuguero, dentro del Parque Nacional Tortuguero (PNT), Costa Rica.

En la calidad de un cuerpo de agua superficial se encuentran algunos parámetros indicadores de su estado como son la densidad de algas y la materia en suspensión [2], asociadas a la presencia de clorofila y la turbidez del agua. Ambos parámetros de calidad del agua han sido profusamente estimados con imágenes ópticas satelitales [3].

En esta investigación se utiliza y valida la estimación de particulado y clorofila en el trayecto del río Tortuguero, mediante la modelación de funciones espectrales con datos satelitales de reflexión de la radiación por el cuerpo de agua.

## Solano, F

Estudiante de Ingeniería Ambiental, Instituto Tecnológico de Costa Rica. [fabsol26@gmail.com](mailto:fabsol26@gmail.com)

## Hernández, L

Instituto Tecnológico de Costa Rica.

## Ávila, I.D.

Laboratorio PRIAS, Centro Nacional de Alta Tecnología.

## Metodología



Revisión de la literatura



Obtención de Información Satelital



Muestreo y Análisis In Situ



Análisis Espectral



Análisis de Laboratorio



Procesamiento De Datos e Interpretación

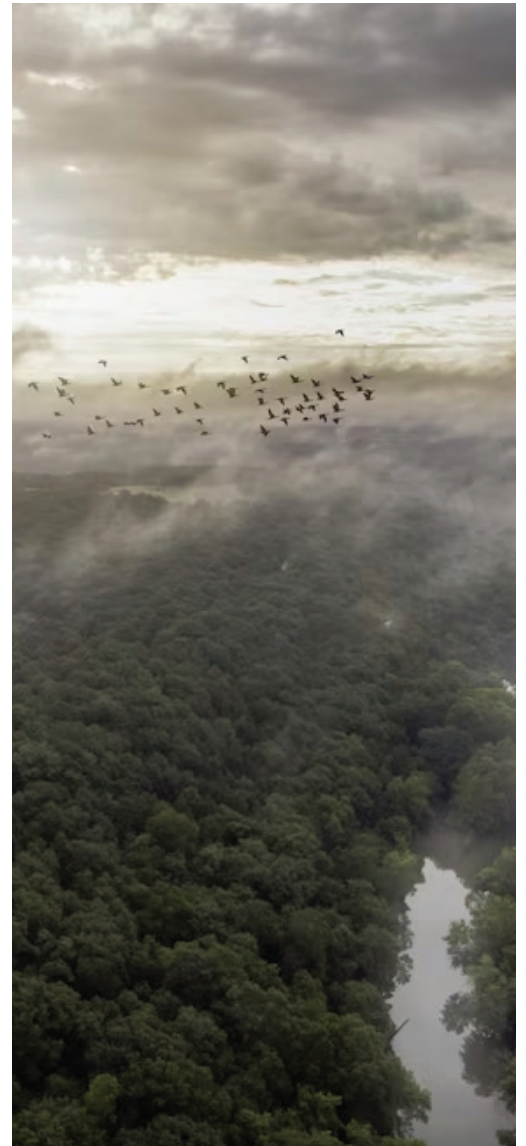


Figura 1. Puntos de muestreo, Tortuguero, Limón, Costa Rica. Elaboración propia.

## Resultados y Discusión

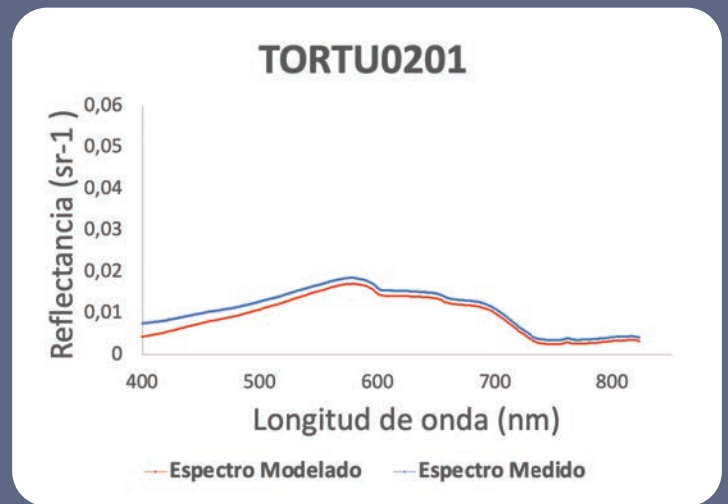
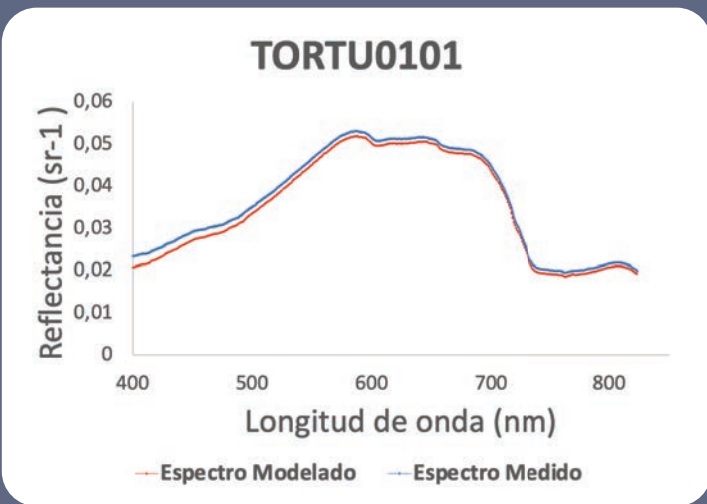


Figura 2. Espectro de reflectancia modelado y medido en los puntos TORTU0101 y TORTU0201.

**Cuadro 1.** Resultados obtenidos en los análisis de laboratorio de las muestras y por modelación, río Tortuguero.

Muestra		Sólidos Suspendedos Totales (mg/L)	Clorofila-a (mg/m <sup>3</sup> ± 0,02)
In Situ	TORTU0101	(29 ± 4)	0,51
	TORTU0201	19 ± 2	2,21
WASI	TORTU0101	40,77	5,14
	TORTU0201	10,14	9,41

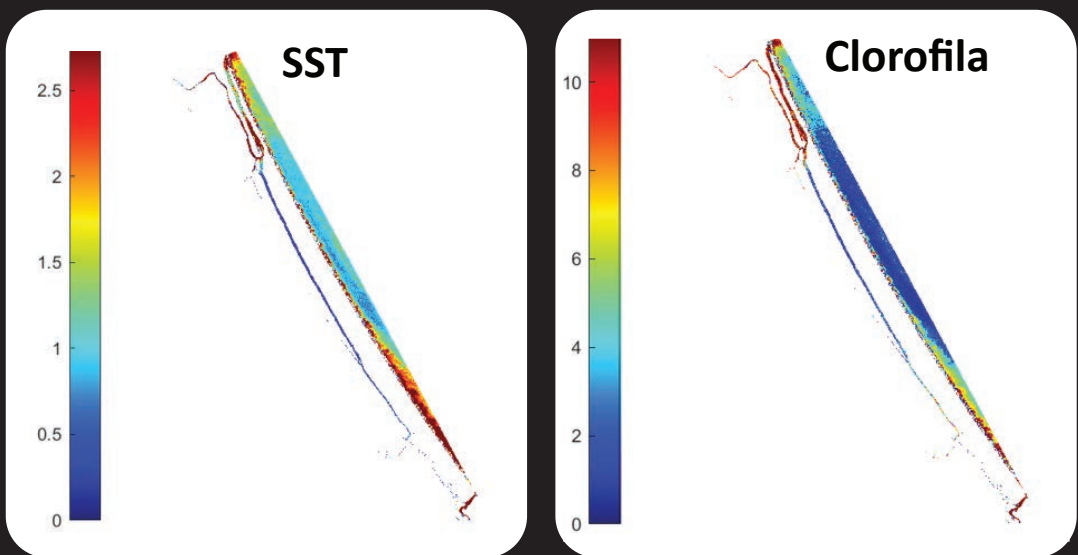


Figura 3. Perfil de concentraciones modeladas en el río Tortuguero con datos de enero 2022, para clorofila (derecha) y sólidos suspendidos (izquierda). Elaborado con el programa WASI.



## Conclusiones



Se logró modelar el ajuste de la función espectral en cuanto a tendencia de los contenidos de clorofila y SST.

La técnica muestra ser útil cualitativamente.

Se evidencian bajos contenidos de ambos parámetros con las dos metodologías, para las dos épocas, así como mayor presencia de particulado en la zona de confluencia.

Los resultados no se pueden usar como referencia de calidad normativa o para evaluación del sistema.

El análisis retrospectivo indica condiciones estables.

## Bibliografía

[1] Mas Monsonis, M. (2017). Uso de la teledetección y los SIG en la vigilancia de la calidad del agua: aplicación al Mar Menor. Repositorio Digital de la Universidad Politécnica de Cartagena.

[2] Jensen, J. R. (2009). Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective, 2nd Ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1-592.

[3] Ritchie, J. C., Zimba, P. V., & Everitt, J. H. (2003, June 1). Remote sensing techniques to assess water quality. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. <https://doi.org/10.14358/PERS.69.6.695>

# Enfoques Quimioinformáticos para Predicción de $\log P_{tl}$ en moléculas bioactivas

**Aguilar, E**

1 Estudiante de Química,  
Universidad de Costa Rica.  
eduardo.aguilarbejarano@ucr.ac.cr

**Zamora, W**

Universidad de Costa Rica.

**Gamboa, C**

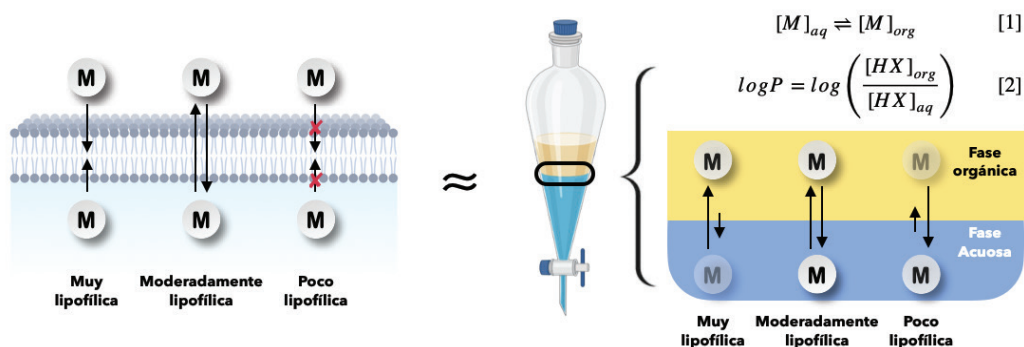
Colaboratorio de Nacional de  
Computación Avanzada (CNCA),  
Centro Nacional de Alta  
Tecnología.



## Introducción

El 1-octanol ha sido utilizado como descriptor canónico de lipofilicidad [1]. Aquí exploramos herramientas para predicción de coeficientes de partición agua/tolueno y su uso como descriptor de lipofilicidad

$$\log P = e^{\frac{\Delta\Delta G_{solv}}{RT}} \quad [3]$$



Traditional $\log P_{oct}$	Novelty $\log P_{tl}$
<chem>CCCCCCCCO</chem>	<chem>Cc1ccccc1</chem>
<chem>O</chem>	<chem>O</chem>
$\Delta\Delta G_{solv} = \Delta E_{London}$	$\Delta\Delta G_{solv} = \Delta E_{London} - E_{HB}$

## Metodología

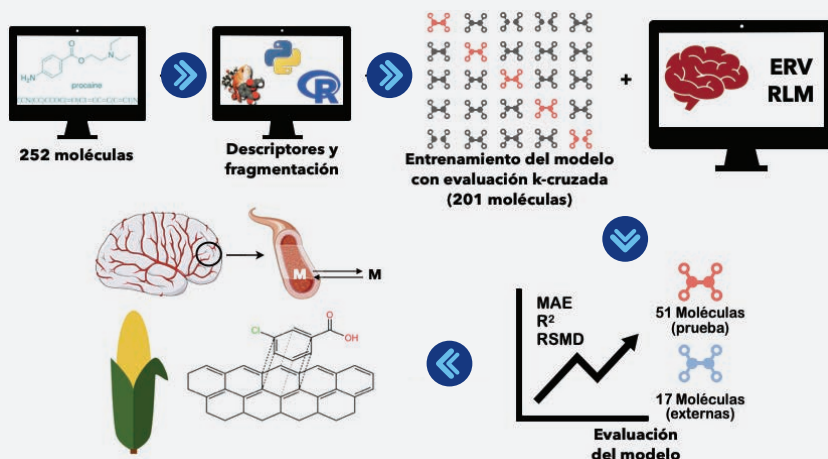








Figura 1. Esquema de procedimiento seguido para la investigación.

## Resultados y Discusión



Variable	Coefficiente	Error Estándar	Importancia
logP RDKit	1.11625	0.07964	100.000
Ar - sp <sup>3</sup>	-0.13679	0.03062	15.602
Donadores de enlace de hidrógeno	-0.57035	0.08848	33.094
	0.32752	0.12123	0.000
	0.13140	0.04436	2.299
	-0.63984	0.22658	1.081
	-0.25126	0.06437	10.620
	-0.17748	0.04357	12.124
	0.08476	0.02822	2.670

Cuadro I. Resumen de modelo de regresión lineal múltiple construido. Átomos en amarillo son aromáticos.

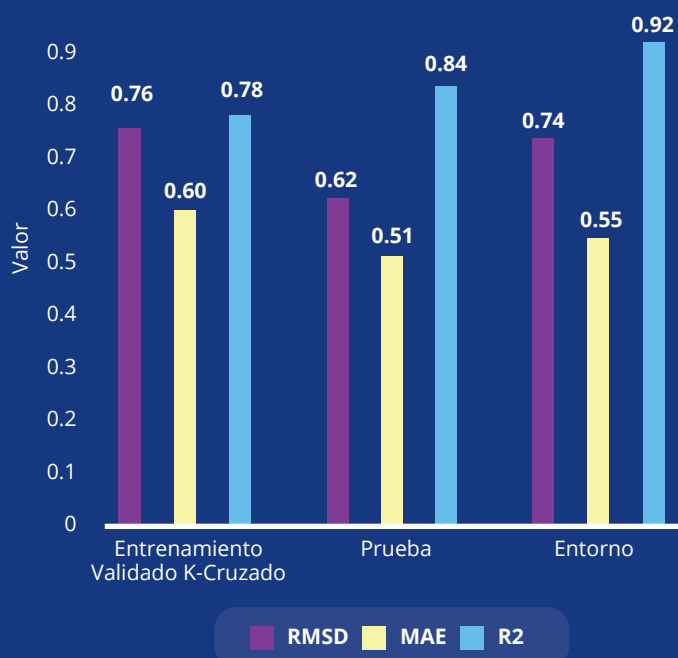


Figura 2. Parámetros estadísticos de desempeño del modelo evaluado sobre los tres conjuntos de datos.

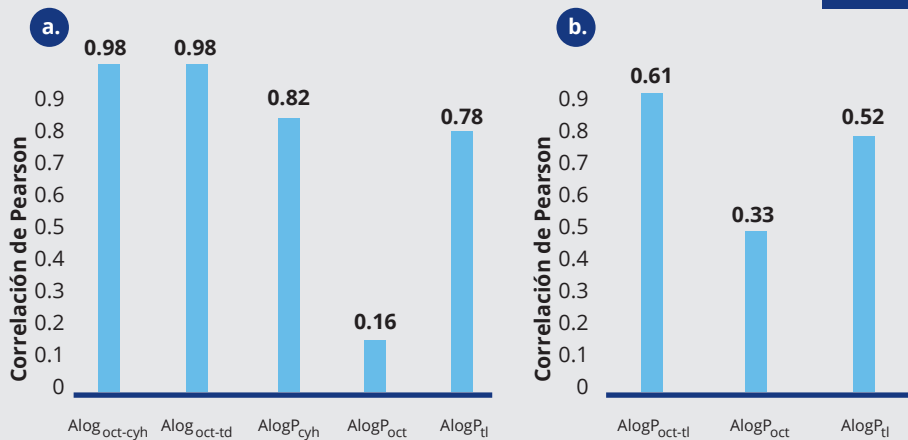


Figura 3. Correlaciones entre logBBB y diferentes descriptores de lipofilicidad para **a** set de Young [2] (7 moléculas) y **b** set de Gupta [3] (328 moléculas).

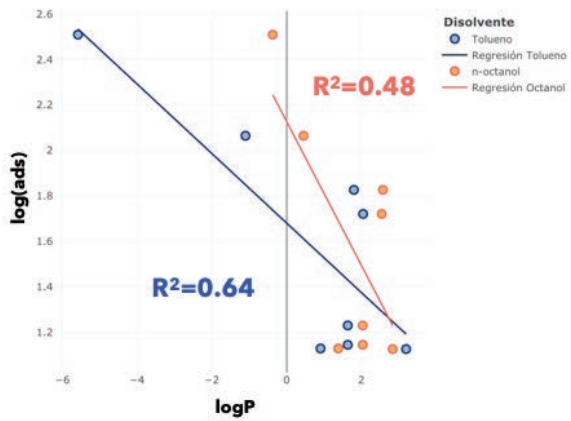


Figura 4. Gráfico de logaritmo de la adsorción máxima de la isoterma de Langmuir en óxido de grafeno de diferentes moléculas [4] contra logP calculado en tolueno y n-octanol.

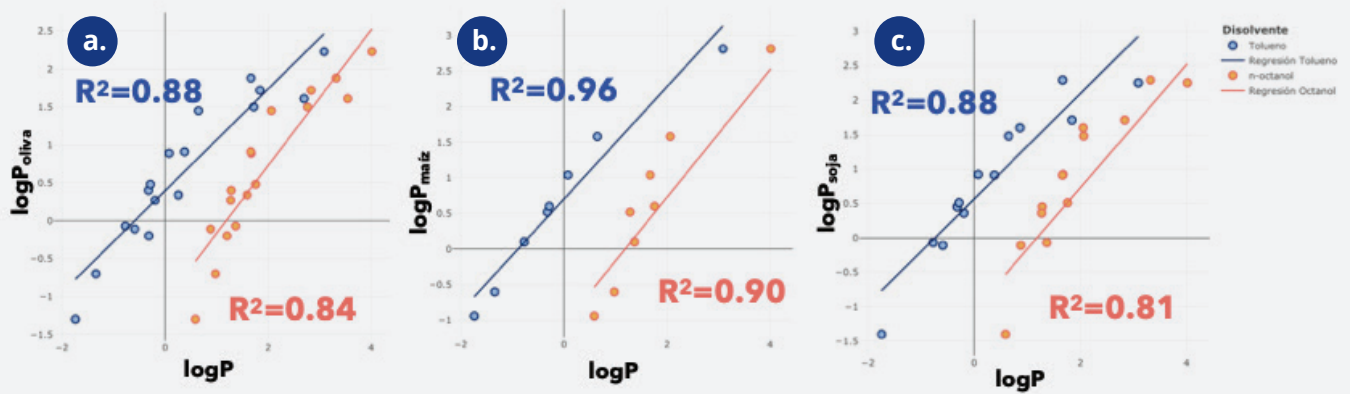


Figura 5. Gráfico de logP medido en aceites de diferentes fuentes (a oliva, b maíz y c soja) contra logP calculado en tolueno y n-octanol.



## Conclusiones



Se desarrolla el primer modelo predictivo de logP<sub>tl</sub> que no utiliza variables experimentales.

Se valida el modelo con un set externo de datos de importancia comercial, lo que reafirma la robustez del modelo.

El descriptor de lipofilidad desarrollado ha mostrado ser un buen predictor de partición de moléculas en campos de materiales, diseño de fármacos y alimentos, donde la matriz no polar tiene propiedades solvatocrómicas más similares al tolueno que al n-octanol.

## Bibliografía

[1] Ruiz, R., Zamora, W. J., Ràfols, C., & Bosch, E. (2022). *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 168, 106066.

[2] Young, R. C., Mitchell, R. C., Brown, T. H., Ganellin, C. R., Griffiths, R., Jones, M., Rana, K. K., Saunders, D., & Smith, I. R. (1988). *Journal of Medicinal Chemistry*, 31(3), 656–671.

[3] Gupta, M., Lee, H. J., Barden, C. J., & Weaver, D. F. (2019). *J. Med. Chem.*, 62(21), 9824–9836.

[4] Freiría-Gándara, J., Losada-Barreiro, S., Paiva-Martins, F., & Bravo-Díaz, C. (2018). *J. Chem. Eng. Data*, 63(8).



# Índice de diversidad a partir del uso de herramientas geoespaciales para la identificación de áreas vulnerables en el Corredor Biológico Guácimo-Tortuguero



## Introducción

La diversidad de especies de árboles es esencial para describir los bosques y su gestión sostenible (Dalponte et al., 2013). La teledetección, especialmente con imágenes de alta resolución espacial y espectral, ofrece oportunidades para el mapeo de diferentes especies de árboles. En este estudio, se utilizará el sensor PlanetScope acompañado de fotografías multiespectrales de un DJI Phantom 4 RTK y se implementará la clasificación con el algoritmo Random Forest para la identificación de las especies de árboles en un bosque tropical (Figura 1). En conjunto con el CIRAD Francia, se comparan algoritmos basados en objetos y píxeles para determinar su efectividad en la clasificación detallada de especies.

## León, H

Estudiante de Ingeniería Forestal, Tecnológico de Costa Rica.  
[Hanzel.leon@estudiantec.cr](mailto:Hanzel.leon@estudiantec.cr)

## Arias, D

Tecnológico de Costa Rica.

## Aguilar, H

Laboratorio PRIAS, Centro Nacional de Alta Tecnología.

## Zamora, N

Laboratorio PRIAS, Centro Nacional de Alta Tecnología.

## Objetivos

Calcular diversos índices de vegetación a partir del uso de imágenes satelitales Planet e imágenes multiespectrales obtenidas mediante el uso de un Vehículo Aéreo no Tripulado (VANT).

Diseñar un nuevo índice de diversidad, indirecto y funcional, para la caracterización de la diversidad de las especies dominantes del bosque.

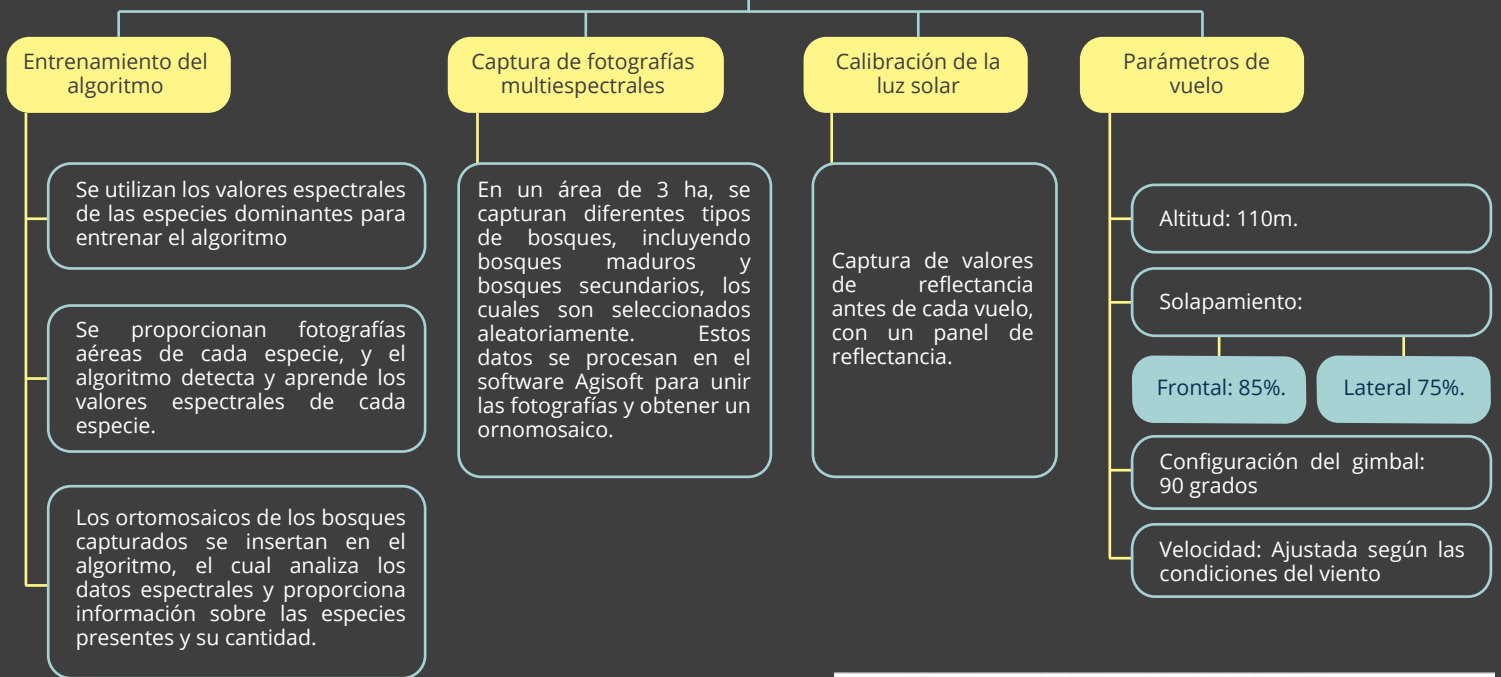
Generar capas de información geoespacial en apoyo a la toma de decisiones para la conectividad de parches boscosos en función del potencial de los paisajes productivos.



El área de estudio se ubica en los terrenos circundantes a la Universidad EARTH y su conexión con el Parque Nacional Tortuguero, en el cantón de Guácimo, provincia de Limón, Costa Rica. La región presenta un clima de bosque tropical húmedo, con una precipitación promedio anual de 3362 mm y una temperatura promedio anual de 22,6°C (Climate-Data, 2016).

Los instrumentos que se utilizarán en el estudio incluyen un DJI Phantom 4 RTK equipado con un módulo de cámaras multispectrales y el software DJI GS PRO (Figura 2), en donde se configuran los parámetros de vuelo. Los datos se procesarán en los Softwares: Agisoft, ENVI, Qgis, ArcGIS.

## Materiales y Métodos



## Resultados y Discusión



En este estudio se busca generar un mapa de uso actual de la cobertura, el cual va enfocado en clasificar las áreas de bosque en las categorías de bosque secundario y maduro (Figura 3). Además, de conocer como los monocultivos fragmentan estos ecosistemas.

Figura 3. Mapa de usos y cobertura de la tierra en la zona de estudio.

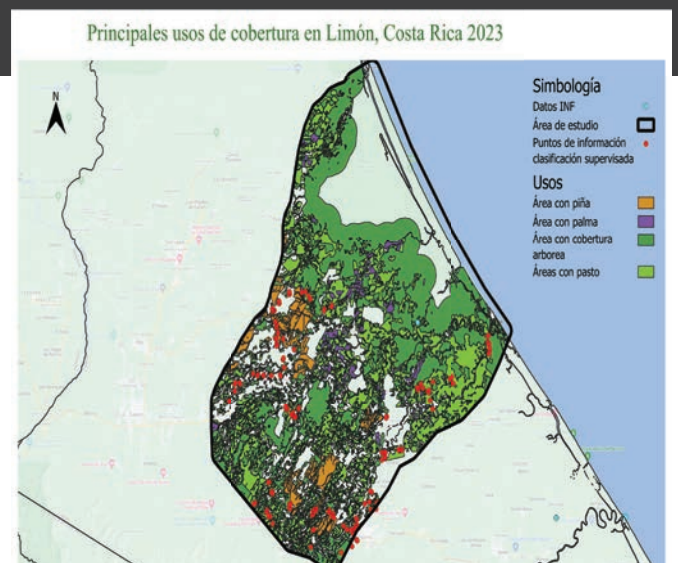




Figura 4. Fotografía área de bosque maduro en el sector del Parque Nacional Tortuguero.



Figura 5. Planificación de vuelos en campo. En su izquierda Carlomagno Soto colaborador de la Earth y a la derecha el becario Hanzel León.

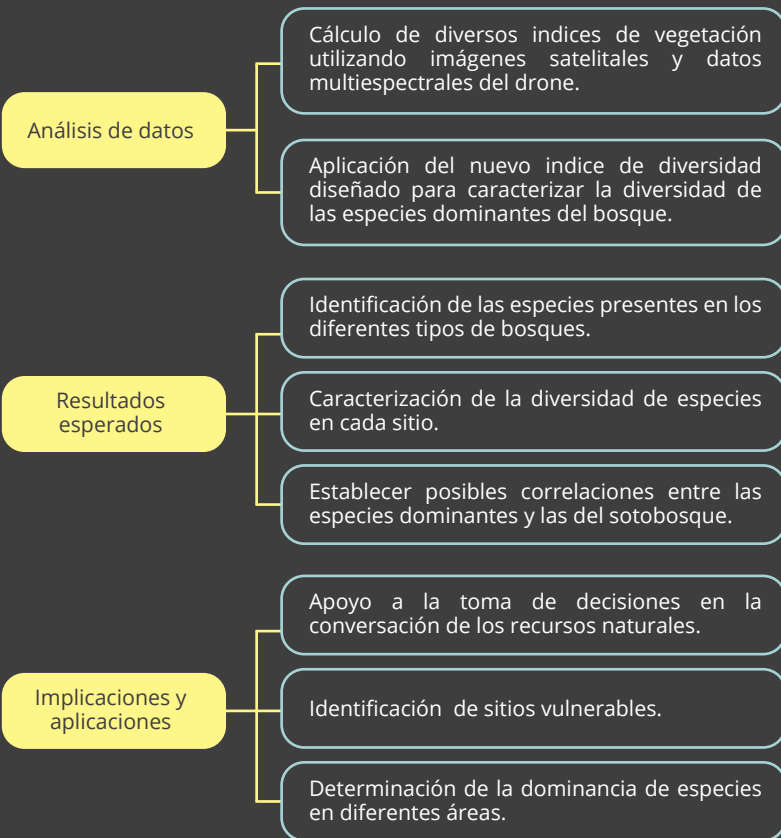


Figura 6. Análisis de datos y resultados esperados.

Primeros resultados del levantamiento de información, tanto de vuelos fotogramétricos como de especies individuales en campo. En la Figura 4 se observa una fotografía en RGB que muestra la distribución de especies, en las cuales se encuentran: *Dipteryx panamensis*, *Prioria copaifera*, entre otras. En la Figura 5 se observa el desarrollo de la planificación de los vuelos en campo.

Se cuenta con 15 vuelos, procesados en el laboratorio PRIAS.



## Conclusiones



Se dispone de los valores espectrales de las 30 especies más dominantes de la zona de estudio, basado en el criterio experto del investigador Nelson Zamora, recolectadas en el campo con el Phantom 4 RTK, junto con información funcional para calcular el índice de diversidad.

Se ha completado la entrega de la fotogrametría procesada en el laboratorio PRIAS y actualmente se está trabajando en la generación de las capas geoespaciales que serán funcionales para la toma de decisiones.

## Bibliografía

Dalponte, M., Ørka, H. O., Gobakken, T., Gianelle, D., & Næsset, E. (2013). Tree species classification in boreal forests with hyperspectral data. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 51(5), 2632-2645. doi: 10.1109/TGRS.2012.2216272.

Climate-data.org. (2016). Clima: Guácimo (Costa Rica). <https://es.climate-data.org/america-del-norte/costa-rica/limon/guacimo-45218/>

# Diseño, fabricación y evaluación del desempeño de membranas de óxido de grafeno para biorrefinación del biogás



## Introducción

El dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) es el compuesto indeseado más abundante en el biogás, un combustible estratégico para combatir la dependencia de los combustibles fósiles. [1] Sin embargo, los métodos para eliminar  $\text{CO}_2$  a mediana y pequeña escala escasean. La refinación con membranas de matriz mixta tiene el potencial de incorporarse a los biodigestores como una tecnología escalable, flexible, con menores costos y mayor facilidad de operación. Este trabajo busca diseñar, fabricar y evaluar una membrana de PIM-1 con óxido de grafeno, enfocado a la biodigestión de pequeña y mediana escala.

### Guerrero, J

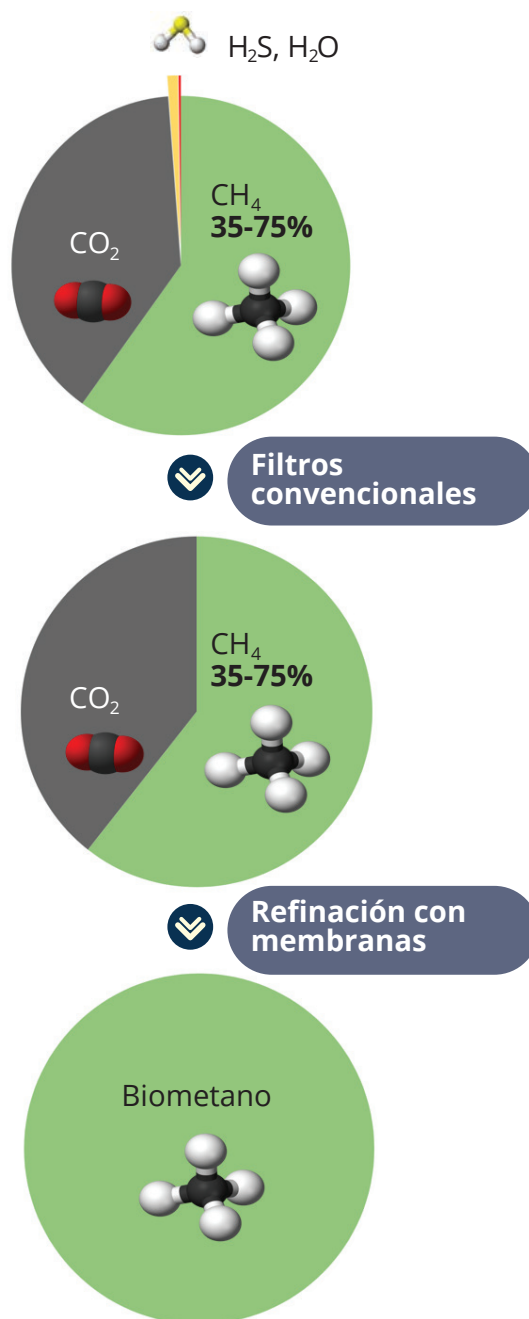
Estudiante de Maestría en Ciencia y Tecnología para la Sostenibilidad, Tecnológico de Costa Rica.  
jcguerrero@estudiantec.cr

### Villareal, C

Escuela de Ciencia e Ingeniería de los Materiales, Tecnológico de Costa Rica.  
cchaves@itcr.ac.cr

### Pereira, R

Laboratorio Nacional de Nanotecnología (LANOTEC), Centro Nacional de Alta Tecnología. rpereira@cenat.ac.cr



## Metodología



- » Selección polímero con óxido de grafeno para la membrana.
- » Caracterización óxido de grafeno y proceso de sonicación.
- » Fabricación membrana matriz mixta con óxido de grafeno.
- » Determinar el desempeño de la membrana fabricada.

TTBI

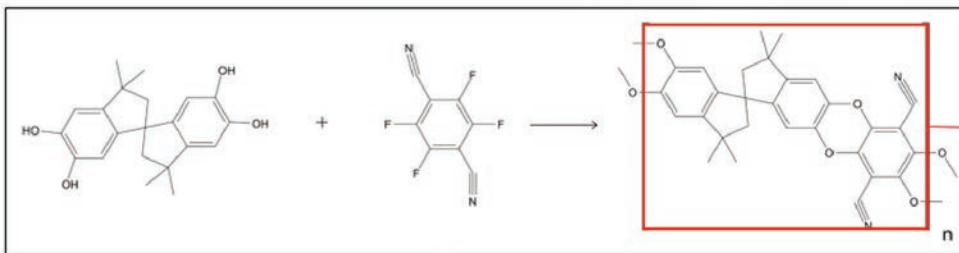
+

TFTPN

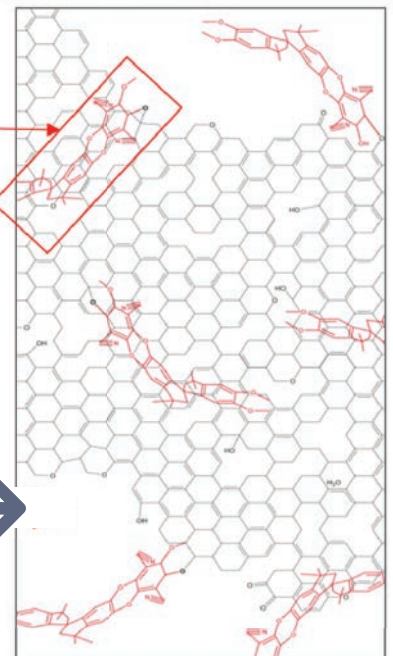
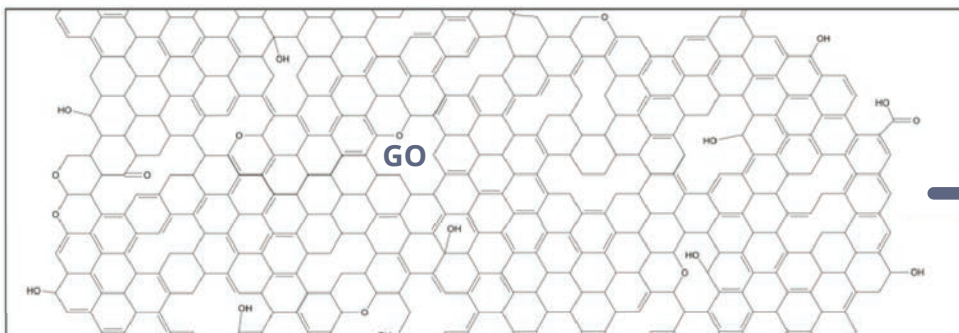
→

PIM-1

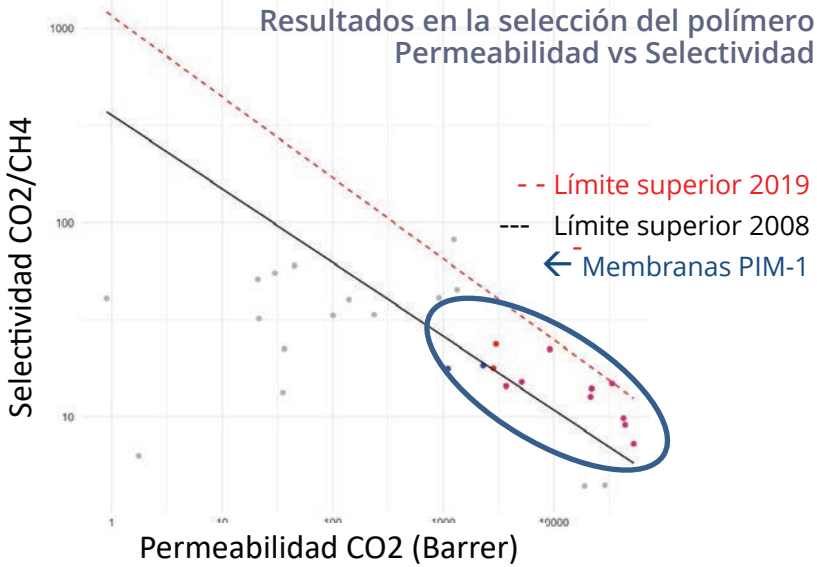
GO / PIM-1



+



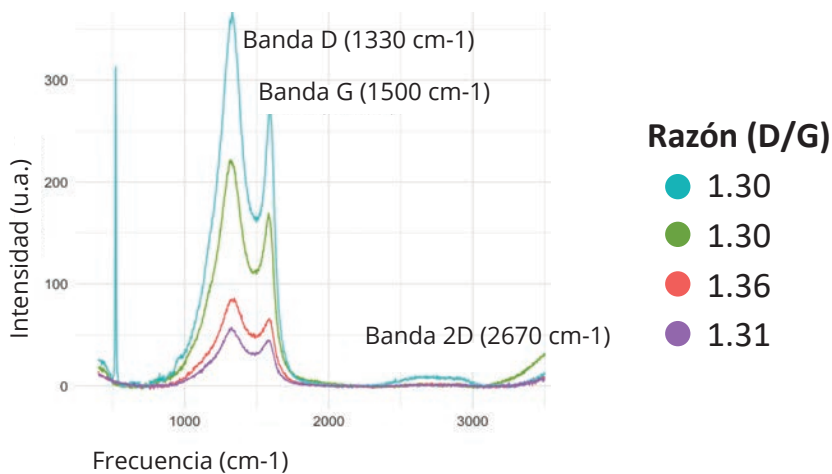
# Resultados y Discusión



## Composición elemental del óxido de grafeno

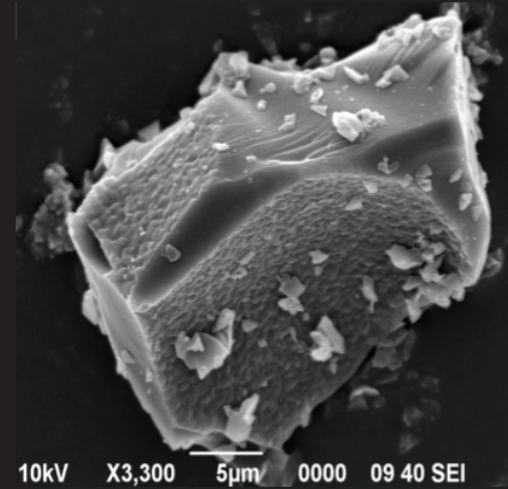
Carbono (%)	Oxígeno (%)	Calcio
94.95	5.05	Trazas

## Análisis Raman a óxido de grafeno - Relación picos (D/G)

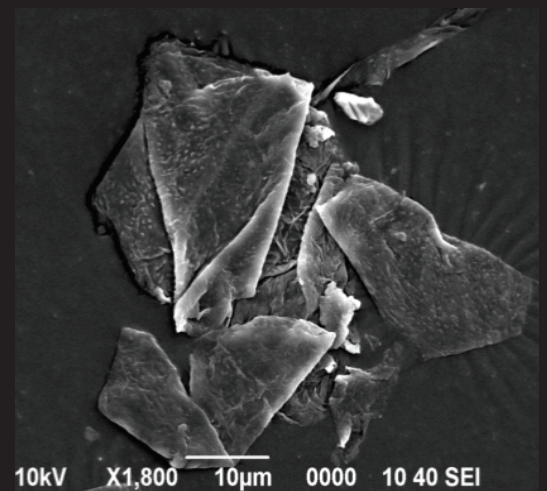


## Resultados en la caracterización y preparación del óxido de grafeno

Imágenes SEM - Sonicación y disolución GO/DMF



Precipitado 3300 X



Sobrenadante 1800 X



## Conclusiones



El PIM-1 ofrece mejores relaciones permeabilidad-selectividad.

El método de sonicación-precipitación del óxido de grafeno genera un sobrenadante con láminas individuales.

Composición elemental muestra un óxido de grafeno reducido.

Se tiene un óxido de grafeno con amplia cantidad de imperfecciones, según análisis Raman, que muestra una relación D/G de 1.3-1.36, mostrando un material ampliamente desordenado, con defectos (bordes y grupos funcionales). [2]

## Agradecimientos

Programa de Becas CeNAT y al LANOTEC

## Bibliografía

[1] Kunli, G., Karahan, H., Euntae, Y., Tae-Hyun, B. (2019). Graphene-Based Membranes for CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> Separation: Key Challenges and Perspectives. *Applied Sciences*, 9, 2784. doi/10.3390/app9142784

[2] Farah, S., Farkas, A., Madarász, J. et al. (2020) Comparison of thermally and chemically reduced graphene oxides by thermal analysis and Raman spectroscopy. *J Therm Anal Calorim* 142, 331-337 . <https://doi.org/10.1007/s10973-020-09719-3>





## Introducción

# Neotectónica de la falla Jaris en el segmento transtensivo de Corralar, región central de Costa Rica

### Hidalgo, A

Escuela Centroamericana de Geología,  
Universidad de Costa Rica.

[laura.hidalgopiedra@ucr.ac.cr](mailto:laura.hidalgopiedra@ucr.ac.cr)

-----

### Ulloa, A

Escuela Centroamericana de Geología,  
Universidad de Costa Rica.

-----

### Ávila, I

Programa de Investigación  
Aerotransportada (PRIAS), Centro  
Nacional de Alta Tecnología.

-----

### Montero, W

Escuela Centroamericana de Geología,  
Universidad de Costa Rica.

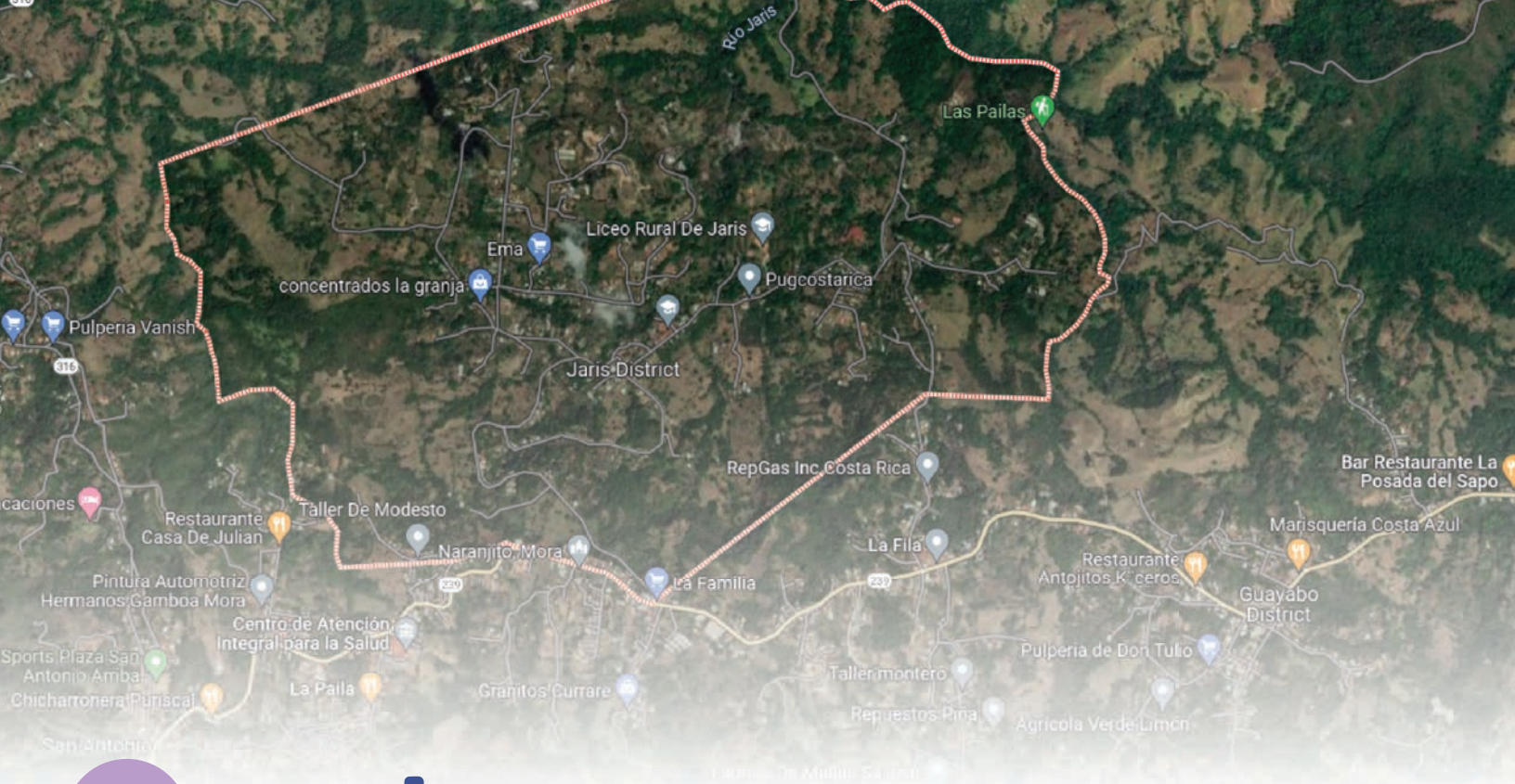
-----

### Araya, M.C.

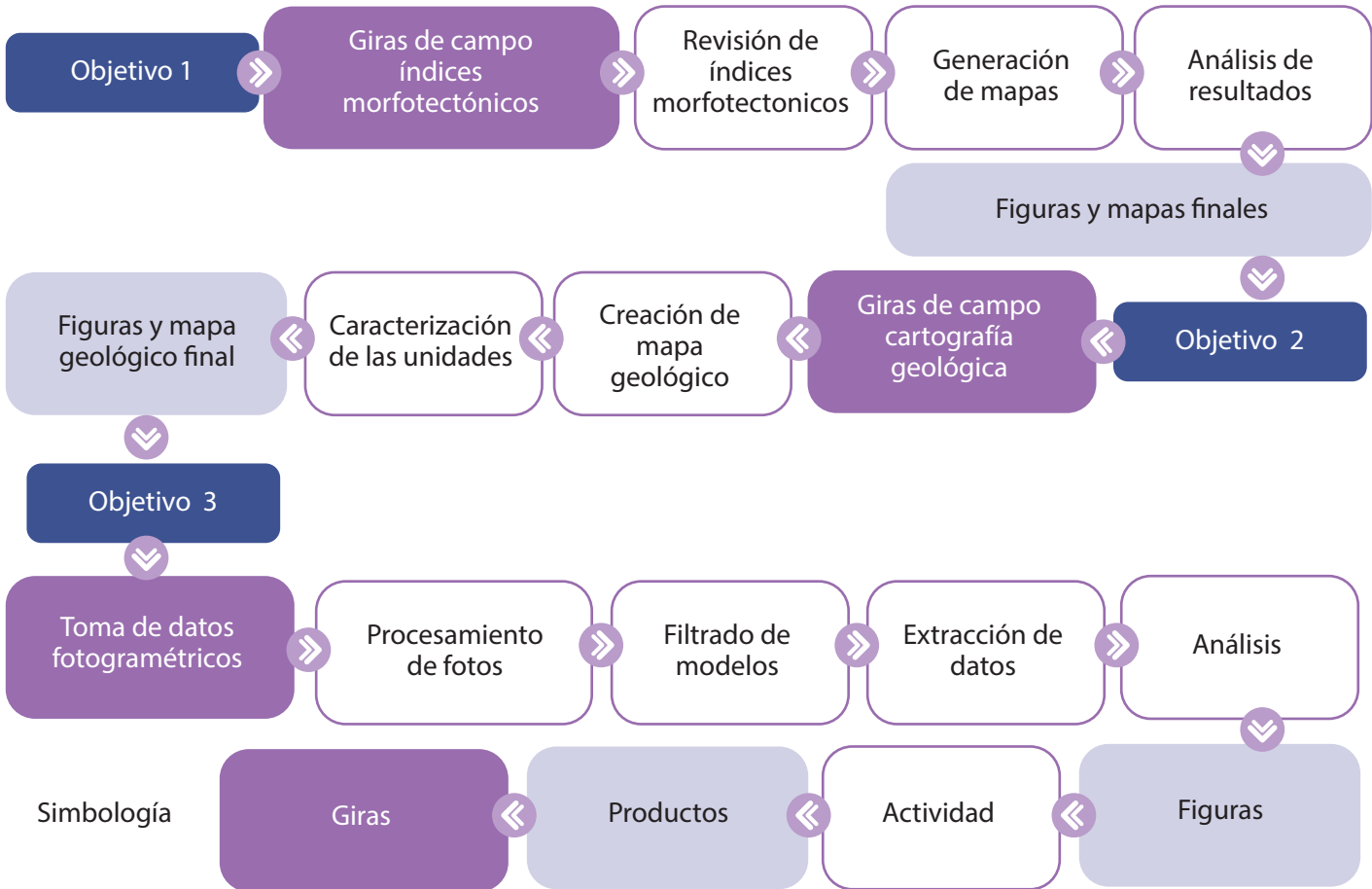
Escuela Centroamericana de Geología,  
Universidad de Costa Rica.

Para los proyectos de investigación que buscan la aplicación de nuevas tecnologías es de vital importancia contar con equipos de alta calidad y capacidad de procesamiento. En el caso del presente proyecto propuesto, en donde se estudiará el fallamiento activo haciendo énfasis en la falla Jaris para caracterizar el comportamiento de esta falla se utilizarán técnicas de análisis de índices morfométricos, uso de tecnología VANT para la obtención de fotografías aéreas que serán procesadas mediante técnicas de fotogrametría, así también se pretende hacer uso de tecnología LiDAR y su respectivo procesamiento.

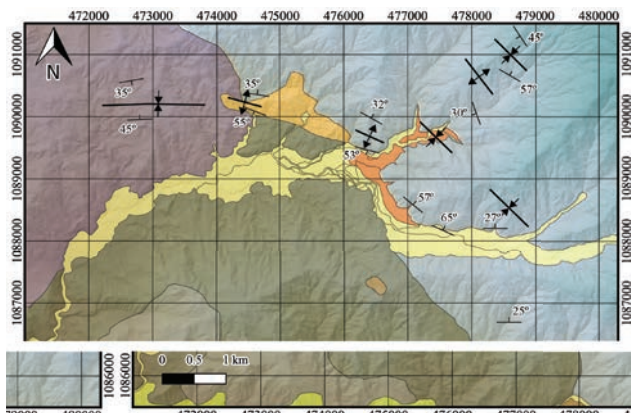
Estas diversas tecnologías y técnicas ayudan en la definición detallada de las estructuras de deformación, así como la definición de los trazos de las fallas debido al alto detalle que brindan las mismas para poder ser procesado y analizado. A su vez, la caracterización de las fallas de forma detallada permite reducir la incertidumbre en los datos y por lo tanto se logra comprender de una forma más precisas el comportamiento que tiene una determinada falla. Debido a la importancia del estudio de las fallas activas y a la dificultad de la aplicación de las nuevas tecnologías y de contar con instrumentos adecuados para la aplicación de estas como lo es la capacidad de procesamiento, así como el uso de software especializados se da la búsqueda de apoyo institucional que brinden facilidades para la innovación y el apoyo de profesionales con conocimientos en las diferentes tecnologías, lo que significa un gran aporte a los proyectos de investigación.



# Metodología



# Resultados y Discusión



Mapa geológico

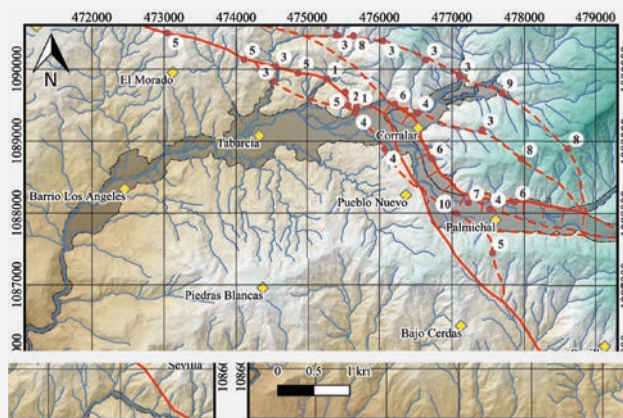
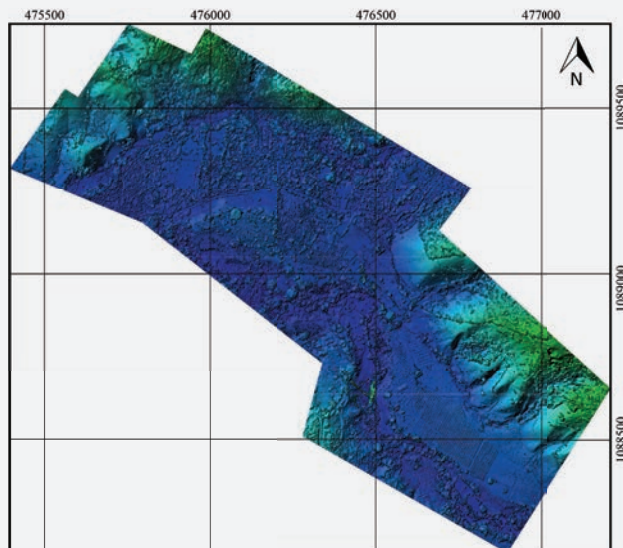
**Simbología**

**Fallas**

- Dextral
  - Inferida
  - Normal
  - Inversa
- Pliegues**
- Antiforma
  - Sinforma

**Unidades litológicas**

- Coluvios
- Flujo de detritos
- Aluvial
- Areniscas y lutitas
- Depósitos carbonatados
- Areniscas Bajos de Jorco
- Andesitas Morado
- Andesitas Piedras Blancas
- Andesitas Piedras Blancas (silicificadas)



Mapa de evidencias neotectónicas

**Simbología**

- Área de estudio
  - Drenajes
- Altitudes (m s.n.m.)**
- 480
  - 760
  - 1040
  - 1320
  - 1600

**Evidencias neotectónicas**

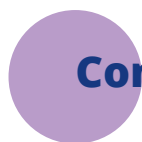
1. Cerro desplazado
2. Depresión tectónica
3. Río desviado
4. Terraza desplazada
5. Silla de falla
6. Facetas
7. Cauces abandonados
8. Divisoria desviada
9. Depósitos cuaternarios
10. Río alineado



**Simbología**

- Pueblos
  - Drenajes
- Carreteras**
- Carretera principal
  - Carretera secundaria
  - Vereda
- Altitudes (m s.n.m.)**
- 480
  - 760
  - 1040
  - 1320
  - 1600

Índices morfotectónicos	Resultados	
Integral hipsométrica	Valores mayores 0.35	Cuenca activa.
Asimetría de cuenca	Total: 9 subcuencas, 3 fuertemente asimétrica, 4 moderada, 1 suavemente y 1 simétrica.	Asimetría, mayor control tectónico.
Sinuosidad de frente de montaña y porcentaje disección	Total: 16 frentes de ellos 8 con actividad tectónica alta, y los demás en moderada. 9 frentes sin disección y 7 con disección.	La parte tectónicamente alta se localiza en el sector este del área de estudio.
Porcentaje de facetas en el frente de montaña y porcentaje de disección de facetas	Las facetas en frentes con actividad alta, porcentajes de un 100% de facetas. Disección: 18,75%	Tectonismo activo.
Ancho fondo del valle	Tectonismo activo en ciertos sectores	del valle.
Índice de empinamiento (Ksn)	Valores entre 0.7- 1 en un 89%	Valores cercanos a 1 representan las zonas con una alta anomalía.



## Conclusiones



Con el estudio geomorfológico se logra detectar amplios niveles de terrazas producto de depósitos cuaternarios que han rellenado el valle.

Se encuentran evidencias geomorfológicas de desplazamiento en ríos, ríos alineados, cerros desplazados, frentes de montaña desplazados, alineamientos con facetamiento triangular.

Los diferentes índices morfotectónicos calculados muestran que en área de estudio existe un tectonismo fuertemente activo.

Se obtienen evidencias en campo que determinan el rumbo de la falla Jaris y diferentes sectores que evidencian su trazo. Con el modelo fotogramétrico se obtiene una mayor resolución para la observación y posterior definición de las estructuras relacionadas al fallamiento activo.

# Caracterización del uso y cobertura del suelo en los cantones Turrialba y Jiménez, Cartago, Costa Rica, a partir de imágenes satelitales Sentinel-2, para el año 2021

## Vargas, A

Estudiante de Agronomía,  
Universidad de Costa Rica.  
[armando.vargas@ucr.ac.cr](mailto:armando.vargas@ucr.ac.cr)

## Brenes, S

Universidad de Costa Rica.

## Vargas, C

Laboratorio PRIAS, Centro  
Nacional de Alta Tecnología.



## Introducción

Los usos y coberturas del suelo son dinámicos y están en constante transición, lo que provoca desequilibrios ambientales en el planeta. El aumento en la población, la necesidad de productos para satisfacer las necesidades humanas, entre otros, produce que se disminuya la cantidad de bosque y otros ecosistemas autóctonos. Dicha tendencia, genera alteraciones drásticas en la biodiversidad y aumenta los factores de riesgo para la supervivencia humana, como el cambio climático, la seguridad alimentaria, el bienestar social y la economía. En consecuencia, el ser humano se ha planteado implementar medidas sobre el monitoreo de los recursos para

comprender el cambio global y anticipar los posibles efectos de las actividades desarrolladas por la humanidad (Group on Earth Observations [GEO], 2013).

Dado a esto, el objetivo de la presente investigación fue generar información base y actualizada de los principales sistemas agroproductivos a través de técnicas de teledetección dentro de la zona de estudio y, con ello, elaborar un proceso metodológico que implemente herramientas tecnológicas que automaticen la generación de información geográfica mediante la observación espacial de la tierra.

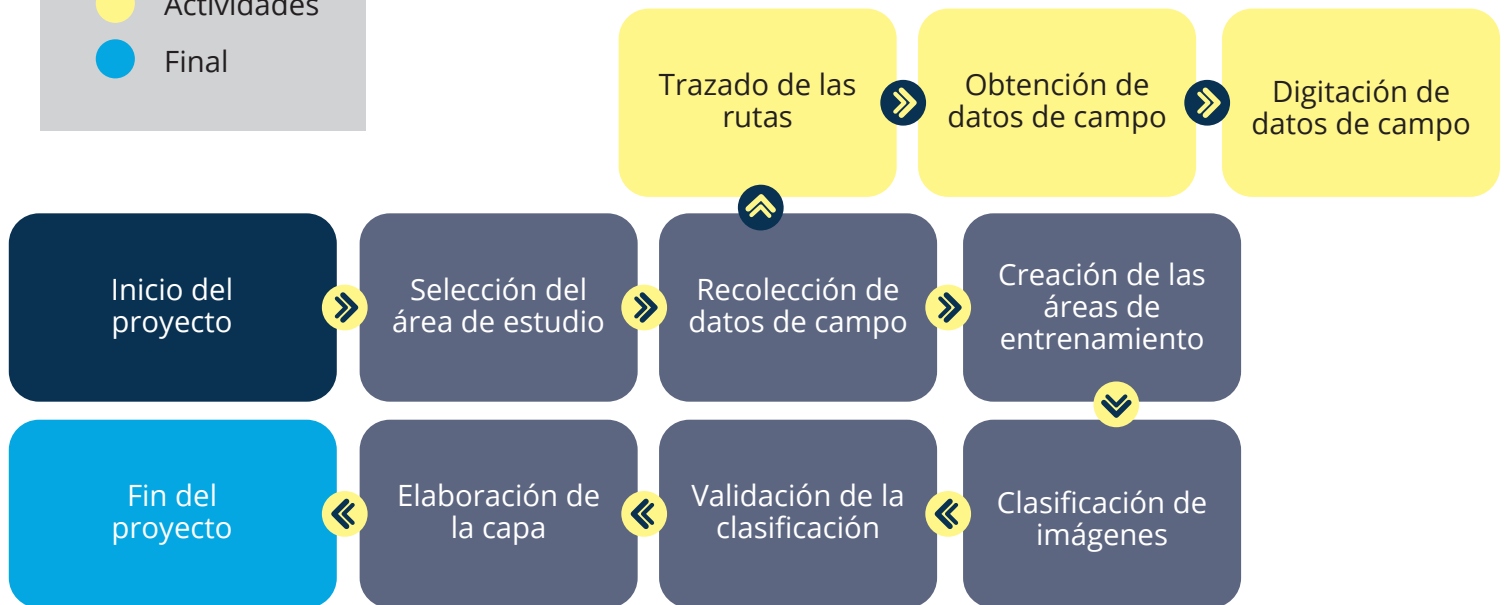
## Metodología



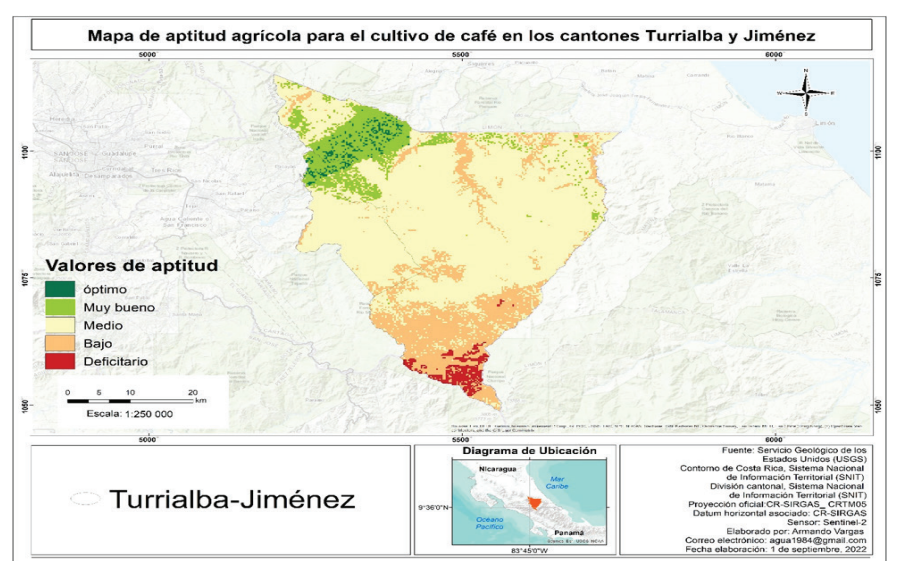
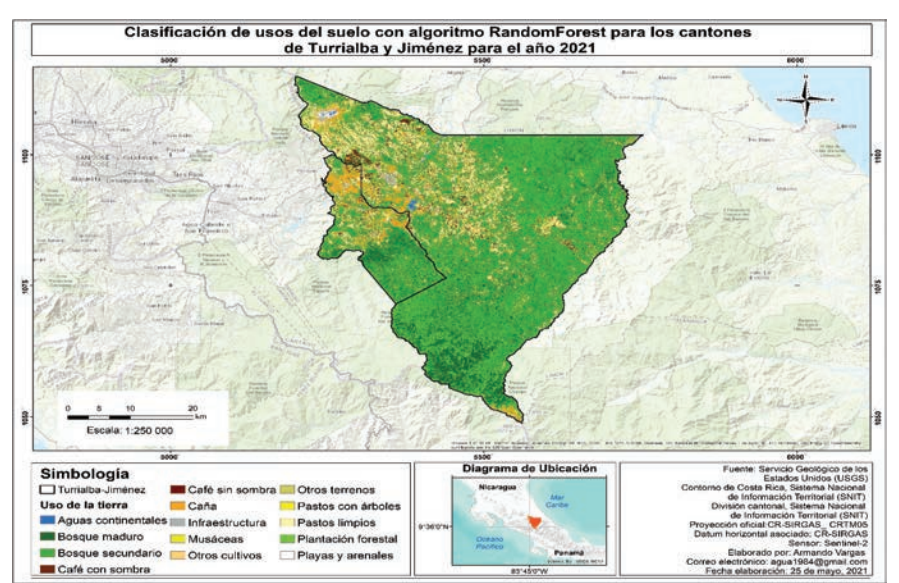
La metodología general para clasificar las coberturas y usos del suelo de la zona de estudio se basa en el desarrollo de una línea de procesos que se detallan en la siguiente Figura.



- Inicio
- Procesos
- Actividades
- Final



Para el procesamiento de los datos se adaptaron códigos de lenguajes computacionales dentro de la plataforma de Google Earth Engine (GEE) y como insumos base se utilizaron imágenes Sentinel-2 del año 2021 y los datos obtenidos en la gira de campo realizada en ese mismo año. Se realizó la clasificación del mosaico de imágenes con tres algoritmos clasificadores y se le aplicó una validación a cada uno de ellos. Por último, se elaboraron dos mapas de aptitud agrícola para los cultivos de caña y café para determinar las zonas potenciales y no potenciales para el desarrollo de estos cultivos.



**Resultados y Discusión**

## Conclusiones



Se concluyó que el uso de la plataforma GEE y los algoritmos clasificadores mediante la aplicación de lenguajes computaciones reduce aproximadamente un 40% los tiempos en los procesamientos. El algoritmo que presentó mayor porcentaje de exactitud global fue Random Forest con un 82,95%.

El análisis individual de las clases que presentaron mejor porcentaje de exactitud fueron los pastos limpios con un 95,05%, bosque secundario con 90,59%, caña con un 89,36%, infraestructura con un 82,14% y café con sombra con un 81,82%.

Se determinó que los principales usos del suelo con mayor ocupación fueron cobertura forestal con un total de 136 162, 78 ha, seguido de pastos con 25 497,24 ha, el cultivo de caña con un total de 11 081,02 hectáreas y por último el cultivo de café con 5 512,17 ha.



## Bibliografía

Group on Earth Observations [GEO]. (2013). Cómo las observaciones de la tierra pueden apoyar el desarrollo sostenible en América Latina. [https://www.minrel.gob.cl/minrel\\_old/site/artic/20130821/asocfile/20130821125324/geo\\_america\\_latina2011\\_1.pdf](https://www.minrel.gob.cl/minrel_old/site/artic/20130821/asocfile/20130821125324/geo_america_latina2011_1.pdf)



# Síntesis de un pigmento a partir de cobre recuperado de computadoras portátiles de desecho

## Grant, E

Estudiante de Ingeniería Química,  
Universidad de Costa Rica.  
[estefanie.grant@ucr.ac.cr](mailto:estefanie.grant@ucr.ac.cr)

## Rojas, C

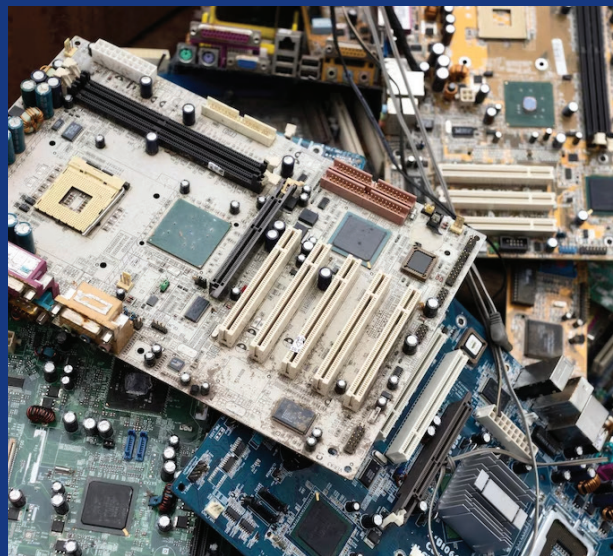
Universidad de Costa Rica.

## Mavis, M

Universidad de Costa Rica.

## Batista, D

Laboratorio de Nanotecnología  
(LANOTEC), Centro Nacional de  
Alta Tecnología.



Actualmente, se advierte sobre un aumento en la velocidad de descarte de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), en respuesta a la obsolescencia programada y percibida. Los EEE poseen una vida útil limitada de 5 a 7 años para los televisores; de 2 a 5 años para los teléfonos móviles y computadoras personales, entre otros equipos [1],[5]. No obstante, estos aparatos alojan metales como oro, plata, cobre, estaño, platino y paladio que se pueden recuperar [3], [4].

Por tanto, existe la necesidad de evaluar otros modelos dentro del marco de la Política Nacional de Gestión de Residuos 2010-2021, que coincidan con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en la incorporación de los RAEE a otras áreas de la industria planteando un panorama rentable y ambientalmente sostenible.

El objetivo general del estudio es evaluar la síntesis de un pigmento a partir de cobre recuperado de computadoras portátiles de desecho. El cual lleva como primer objetivo específico el definir el método a utilizar para la síntesis de un pigmento.



## Introducción

# Metodología

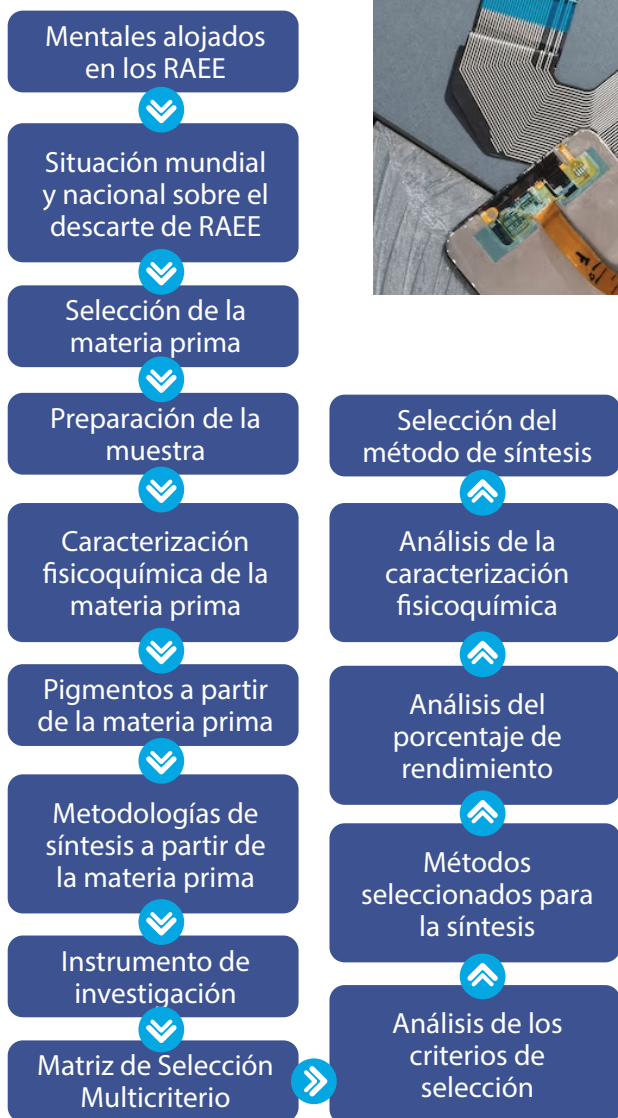


Figura 1. Esquema metodología (Elaboración propia)

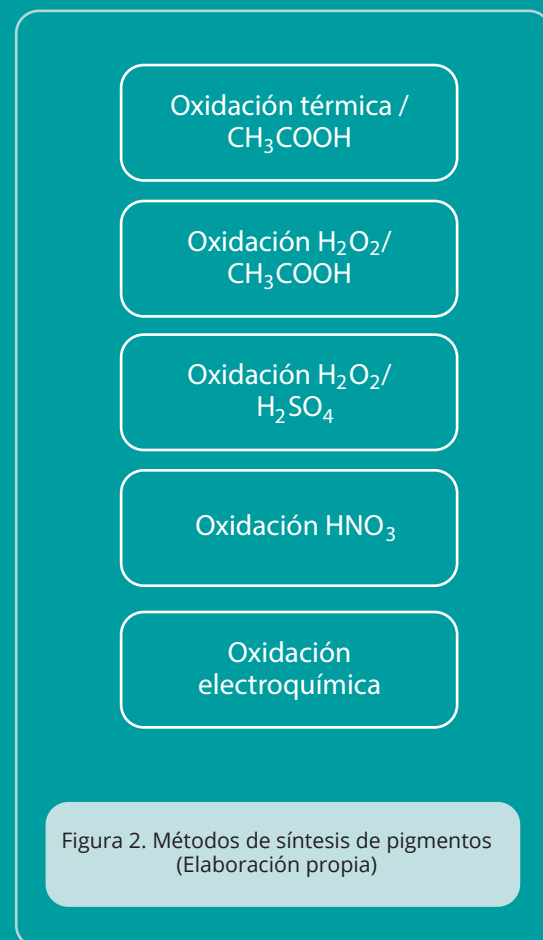


Figura 2. Métodos de síntesis de pigmentos (Elaboración propia)

### Criterios de selección:

---

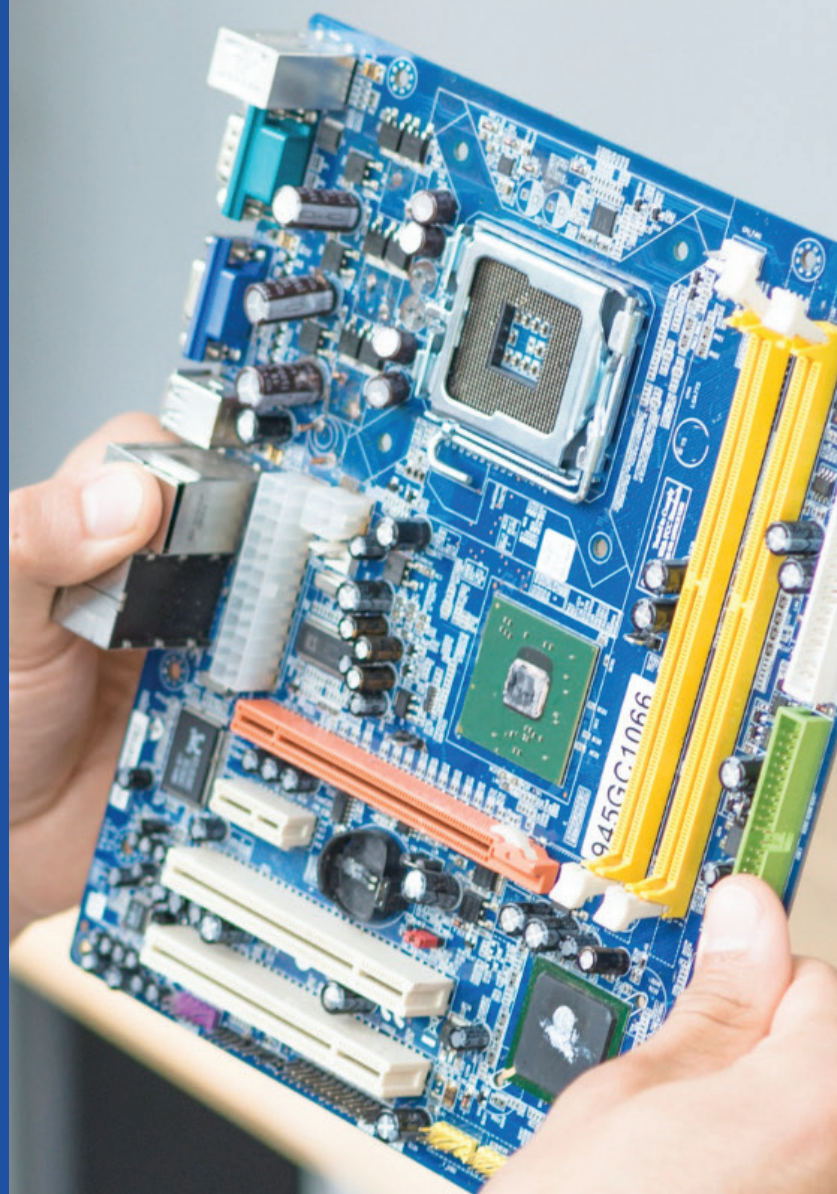
- Toxicidad
- Cantidad de trabajo
- Generación de residuos
- Costos
- Disponibilidad de los reactivos

### Indicadores de importancia:

---

- No aplica = 0
- Nulo = 1
- Bajo = 2
- Medio = 3
- Alto = 4
- Muy alto = 5

Figura 3. Parámetros de la encuesta  
(Elaboración propia)



# Resultados y Discusión

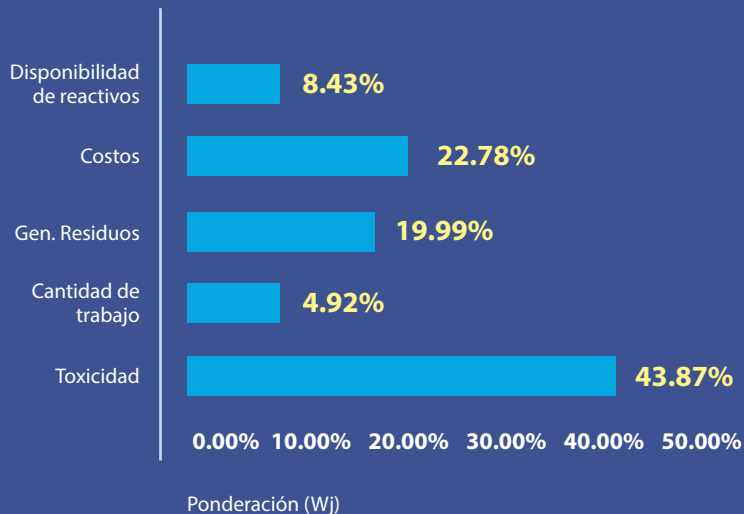


Figura 4. Importancia de los criterios según el método AHP (Elaboración propia).

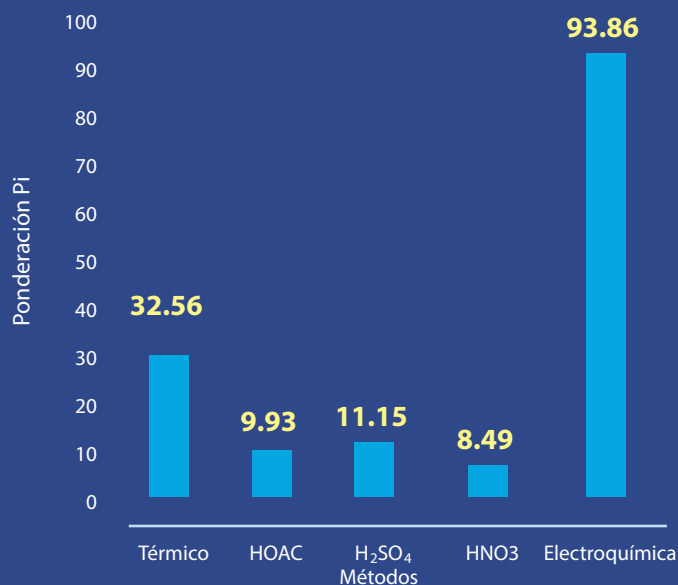


Figura 5. Ponderación métodos de síntesis del pigmento según el método TOPSIS (Elaboración propia).

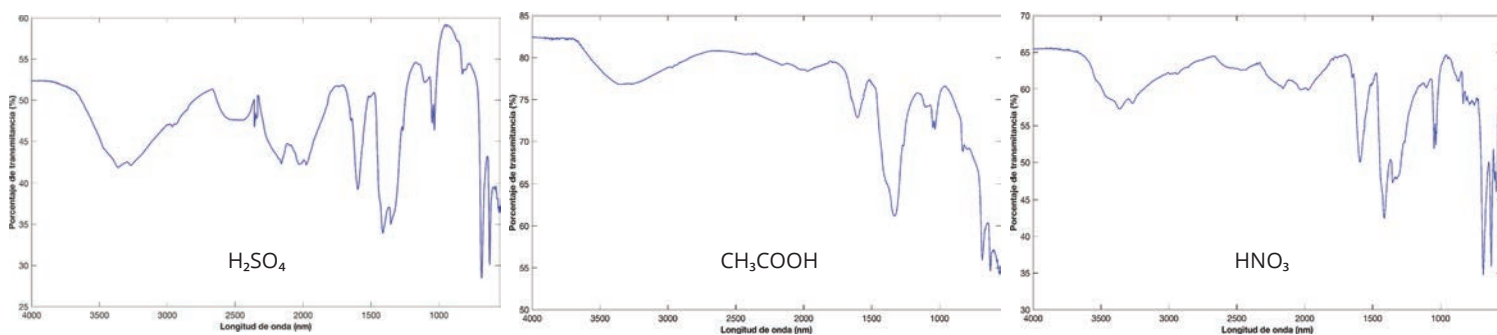


Figura 6. Visibilidad bandas características en IR del Cu(OAc)<sub>2</sub>



Cuadro 2. Resumen datos relevantes obtenidos en cada método

Métodos	Toxicidad (mg/L)	Costos (colones)	Generación residuos (g)	%R	Visibilidad bandas IR
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	12500	4868	4,00	14,64	6 de 8
CH <sub>3</sub> COOH	12500	4719	4,03	2,07	5 de 8
HNO <sub>3</sub>	13265	3181	4,70	22,65	7 de 8

Cuadro 1. Bandas características en IR del Cu(OAc)<sub>2</sub> (con ATR)

Métodos	OH (cm <sup>-1</sup> )	CH (cm <sup>-1</sup> )	COO <sup>-</sup> (cm <sup>-1</sup> )	CH <sub>3</sub> (cm <sup>-1</sup> )	COO <sup>-</sup> (cm <sup>-1</sup> )
Bandas literatura [2]	3476, 3374, 3272	2988, 2941	1602	1445	1421
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3480, 3300, -	2980, -	1600	1450	1400
CH <sub>3</sub> COOH	3400, 3250, -	2900, 2850	-	1400	-
HNO <sub>3</sub>	3470, 3475, -	2900, 2800	1600	1450	1400

## Conclusiones



Los %R para los métodos  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  y  $\text{HNO}_3$  fueron 14,64%, 2,07% y 22,65%, respectivamente.

Los espectros IR confirmaron la presencia de  $\text{Cu}(\text{OAc})_2$  en las muestras de los 3 métodos de síntesis.

Se descarta el método  $\text{HNO}_3$  por su alta toxicidad y generación de residuos.

Se selecciona el método  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , debido a que muestra mejores valores según el Cuadro 1.

## Bibliografía

Baldé, C., Forti, V., Gray, V., & Stegmann, P. (2019). The Global E-waste Monitor 2019.

Buse, J., Otero, V., y Melo, M. (2019). New Insights into Synthetic Copper Greens. *Infrared Spectroscopy for their characterization in Medieval Artworks. Heritage*, 2(2), 1614-1629.

Cui, J., & Roven, H. (2011). *Electronic Waste*. In *Waste*. Elsevier.

Sancho, Natalia, N. (2016). *Verdigrís, pigmento histórico de cobre. Estudio de su composición y color a partir de la reproducción de antiguas recetas*. [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. Repositorio Institucional de la UCM.

Oblitas, C., Sangay, M., Rojas, E., & Castro, W. (2019). Economía circular en RAEE. *Revista de Ciencias Sociales*, 25(12), 196-208.

# Generación de material cartográfico y geoestadístico de la dinámica de cambio en la cobertura de la Tierra del Refugio Nacional de Vida Silvestre Peñas Blancas

## Méndez, S

Estudiante de Geografía, Universidad Nacional.  
shirley.mendez.cordonero@est.una.ac.cr

## Cedeño, B

Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional.

## Ávila, I

Laboratorio PRIAS, Centro Nacional de Alta Tecnología.



## Introducción

En Costa Rica los cambios en la cobertura de la tierra se originan en su mayoría por las acciones del ser humano, las cuales transforman el espacio geográfico; siendo en algunos casos transformaciones permanentes en el territorio [1]. Dado lo anterior se presentan situaciones como: la pérdida de biodiversidad, erosión de los suelos, expansión de la frontera agrícola, entre otros, por lo que el estudio y monitoreo de la cobertura terrestre resulta ser un aporte importante para la resolución de conflictos relacionados con el ordenamiento del territorio [2].

Por tales razones, y dada la complejidad que implica el estudio de la dinámica de cambio, en la presente investigación se utiliza el algoritmo BFAST para la identificación de cambios de cobertura terrestre en el contexto costarricense. Dado que, permite la identificación de cambios abruptos en las coberturas terrestres, así como la extracción de detalles temporales disponibles en las series temporales de imágenes satelitales, como lo es la temporalidad exacta del cambio abrupto, permitiendo el monitoreo de procesos espacio-temporales, prácticamente en tiempo real [3].

### BFAST FUNCIONAMIENTO



# Metodología



## Área de estudio:

Refugio Nacional de Vida Silvestre Peñas Blancas (RNVS-PB), establecida como área silvestre en 1985.



### Fase I

#### Revisión literaria y datos de soporte

- Artículos científicos
- Base de datos geospaciales
- Búsqueda de requerimientos previos para la implementación de la aplicación BFAST GPU

#### Interacción práctica con la plataforma Sepal

- Registro en la plataforma Sepal.io
- Interacciones prácticas con la herramienta de la plataforma para la creación de series temporales
- Aplicación BFAST GPU acercamiento práctico

### Fase II

- Definición de parámetros para la serie temporal
- Generación de la serie temporal
- Proceso y parámetros de importación de banda (NDVI)

### Fase III

- Definición de parámetros
- Visualización de bandas en Qgis
- Malla de puntos
- Cambio detectados por material cartográfico
- Matriz de confusión

Herramienta BFAST GPU

Trabajo de campo

Áreas de cambio en coberturas de la tierra del RNVS-PB

- Identificación de cambios abruptos y actuales (2017-2019)
- Planificación de recorrido
- Puntos de verificación
- Ficha técnica de los puntos de verificación

- Ubicación
- Magnitud de cambio
- Verificación en campo
- Dinámica del área de cambio

### Fase IV

Generación de material cartográfico y estadístico

Análisis de la dinámica espacio-temporal

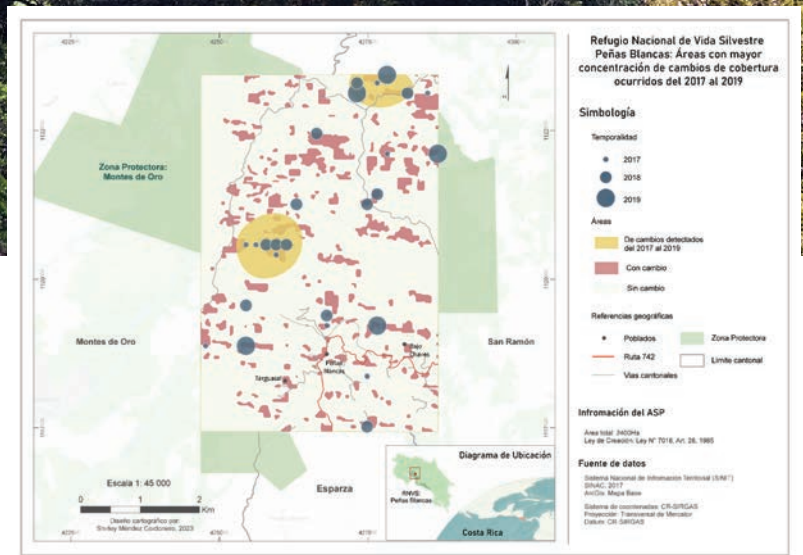




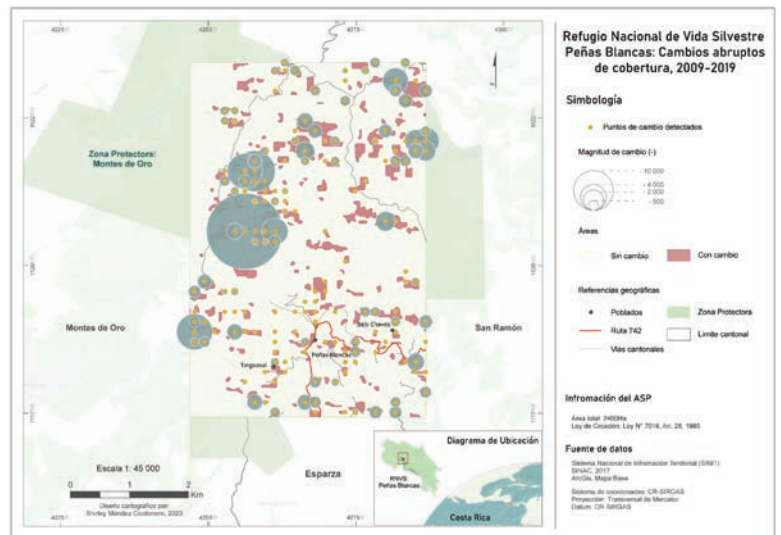
## Resultados y Discusión



De acuerdo con los resultados, se identificaron un total de 157 puntos detectados con cambio de cobertura, presentando ligeramente una mayor concentración el cantón de San Ramón con el 36% de los puntos identificados. Donde el 54% de los puntos detectados con cambio ocurrieron entre los años 2013 y 2014, destacándose la concentración de puntos de cambio ocurridos en los últimos tres años del periodo de estudio (2017-2019) al norte del RNVS-PB. Por otra parte, respecto al patrón o distribución espacial, este se caracteriza por la aglomeración de puntos de cambio de cobertura en zonas bajas del RNVS-PB, sin embargo, las concentraciones de puntos con magnitud de cambio relevante se ubican en áreas al norte del refugio.



Áreas con mayor concentración de cambios de cobertura ocurridos del 2017 al 2019



Áreas con mayor dinamismo de cambio en la cobertura de la tierra



## Conclusiones



Principales dinámicas de cambio identificadas en el refugio:

- Cambio de bosque a pasto
- Crecimiento de infraestructura
- Cambio asociadas a procesos naturales

Las áreas con mayores puntos de cambios abruptos identificados en el refugio, coinciden con cambios asociados a la actividad ganadera y cuyo acceso es restringido, lo cual significaría una limitante en términos de monitoreo.

El porcentaje de cambio en términos de área es de 14%, es decir 343 ha. Lo que implica una pérdida de masa forestal importante en procesos como la fijación de carbón, calidad del agua, así como la pérdida de hábitad para la fauna existente en el refugio.

## Bibliografía

[1] Mas, J.-F., y Flamenco Sandoval, A. (2011). Modelación de los cambios de coberturas/uso del suelo en una región tropical de México. *Geotropico*, 5 (1), Artículo 1: 1-24

[2] Sepúlveda-Varas, Alejandra, Saavedra-Briones, Pablo, & Esse, Carlos. (2019). Análisis de cambio de cobertura y uso de suelo en una subcuenca preandina chilena. *Herramienta para la sustentabilidad productiva de un territorio. Revista de geografía Norte Grande*, (72), 9-25. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022019000100009>

[3] Verbesselt, J., Hyndman, R. J., Newnham, G., & Culvenor, D. S. (2010). Detecting trend and seasonal changes in satellite image time series. *Remote Sensing of Environment*, 114(1), 106–115. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2009.08.014>

# Síntesis y caracterización de puntos cuánticos de carbono por pirólisis asistida por microondas a partir de jugos de cítricos y no cítricos.



## Introducción

Los puntos cuánticos de carbono son nanopartículas con tamaños entre los 2 y 10 nm, estos emiten luz por medio de luminiscencia si son excitados con luz UV y su comportamiento óptico va a depender de la composición química, forma y tamaño [1].

Algunas de las aplicaciones con las que cuentan son: fotocatalisis, procesamiento de información óptica, diodos de emisión de luz, interruptores ópticos, biomedicina, sensores, entre otros [2].

Debido a las características que presentan los CQDs, la gran cantidad de aplicaciones y a que son una alternativa amigable con el ambiente, el objetivo de este estudio es sintetizar los puntos a partir de diferentes jugos de cítricos y no cítricos para determinar de cuál de estos se obtiene una mayor cantidad de puntos cuánticos de carbono fluorescentes, esto por medio de pirólisis asistida por microondas y de la comparación de algunas características ópticas y fotoluminiscentes.

## Sánchez, P

Estudiante de Laboratorista Químico, Universidad de Costa Rica.  
[paola.sancheznavarro@ucr.ac.cr](mailto:paola.sancheznavarro@ucr.ac.cr)

## Paniagua S

Universidad de Costa Rica & Laboratorio de Nanotecnología (LANOTEC), Centro Nacional de Alta Tecnología

## Méndez, J

Escuela de Química, Universidad de Costa Rica

## Solano S

Escuela de Química, Universidad de Costa Rica

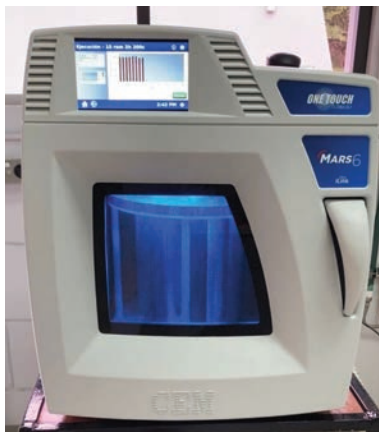


# Metodología

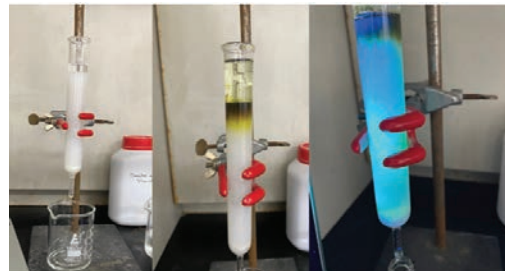


Consta de cuatro fases nombradas a continuación:

## 1 Preparación de fuentes de carbono



## 2 Pirólisis asistida por microondas



## 3 Caracterización



## 4 Purificación



## Resultados y Discusión

Un indicador de mala purificación de los puntos es la presencia de ácido citrazínico (el cuál absorbe a los 344nm [3]); en este caso, las fracciones purificadas de mezclas de reacción limón /urea y piña /urea (10ml/1.5g) no presentan picos entre 300 y 400 nm.

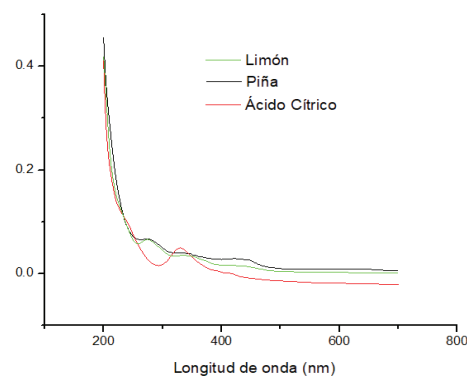
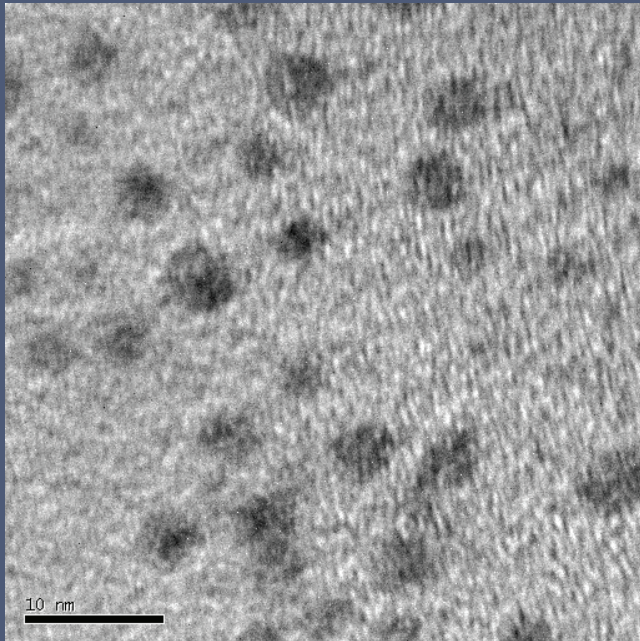


Figura 1. Uv piña, limón y ácido cítrico 4h rxn después de su purificación



La morfología en de los PCs observados en TEM hasta ahora son esféricos, a partir de jugo de Piña con tamaños alrededor de los  $4.8 \pm 0.9$  de diámetro.

Figura 2. Jugo piña 10mL/urea 1.5g 4h rxn

Los puntos cuánticos obtenidos del jugo de limón son más esféricos que los de la piña y tienen tamaños alrededor de los  $4.6 \pm 0.8$  nm.

Figura 3. Jugo limón 10mL/urea 1.5g 4h rxn

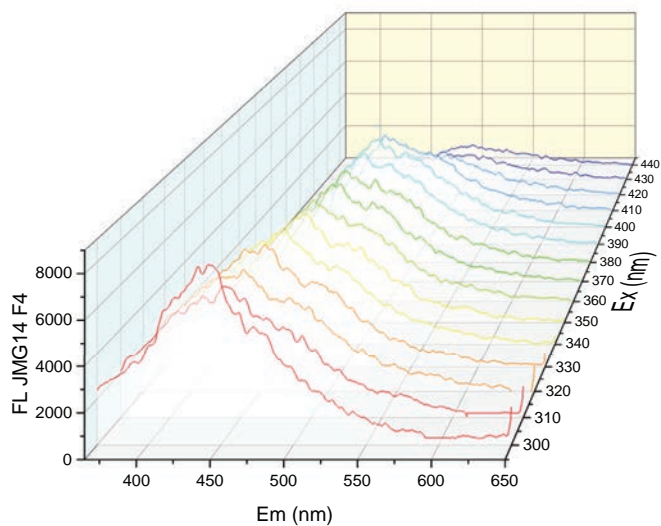
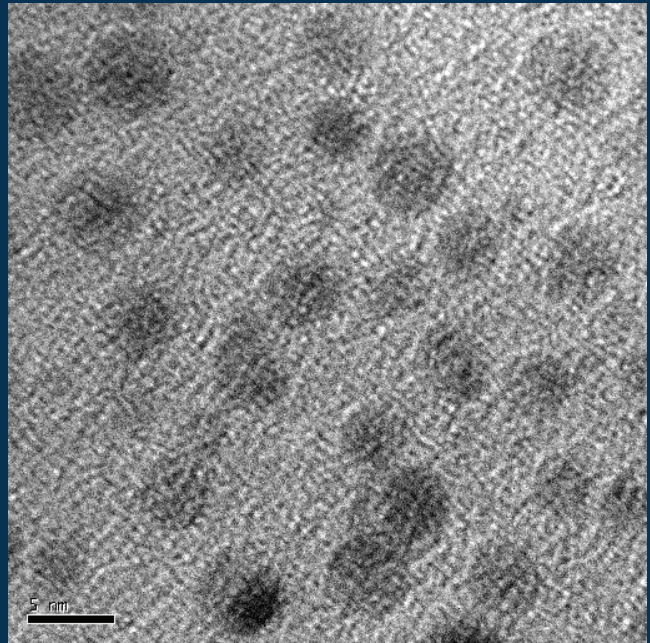


Figura 4. Jugo limón /urea (1 cítrico:10 urea) 4h rxn

Esta muestra tiene un rendimiento cuántico de 2.6% a 457nm, esta muestra presenta fluorescencia de color azul.

## Conclusiones



De los cítricos escogidos, el rendimiento cuántico del limón fue el mejor, siendo este un 2.6% con un fluorescencia máxima 457nm; por otro lado, la piña cuenta con altos contenidos de azúcares, lo que permitió obtener un rendimiento cuántico de 0.7% a 489nm.

Los puntos cuánticos obtenidos son de buena calidad y esto se observa en el gráfico ultravioleta, donde se logró extraer puntos que no tienen presencia de ácido citrazínico, pero, además la redondez que demuestran las partículas y el tamaño, también son indicadores de esta afirmación.



## Bibliografía

Cortés J., Abargues, R., Martínez, J. P., Perales, E., Chorro, E., Marchante Rodríguez, E., ... & Martínez-Verdú, F. M. (2010). Evaluación espectral y colorimétrica de puntos cuánticos como nuevos emisores de luz. <https://bit.ly/3mGTRKR>

Surendran, P., Lakshmanan, A., Priya, S. S., Balakrishnan, K., Rameshkumar, P., Kannan, K., ... & Vinitha, G. (2020). Bioinspired fluorescence carbon quantum dots extracted from natural honey: Efficient material for photonic and antibacterial applications. *Nano-Structures & Nano-Objects*, 24, 100589. <https://bit.ly/3aSHOns>

Mura, S., Stagi, L., Malfatti, L., Carbonaro, C. M., Ludmerczki, R., & Innocenzi, P. (2019). Modulating the optical properties of citrazinic acid through the monomer-to-dimer transformation. *The Journal of Physical*

# Desarrollo de dos productos prototipos innovadores a partir del aceite y expeller de nuez de coyol para el desarrollo sostenible de una comunidad de Abangares

## Ramírez, K

Estudiante de Ingeniería Química, Universidad de Costa Rica.

karina.ramirezmonge@ucr.ac.cr

## Jiménez, S

Universidad Estatal a Distancia.

## Batista, D

Laboratorio de Nanotecnología (LANOTEC), Centro Nacional de Alta Tecnología.

## Campos, A

Gestión Ambiental, Centro Nacional de Alta Tecnología.



## Introducción

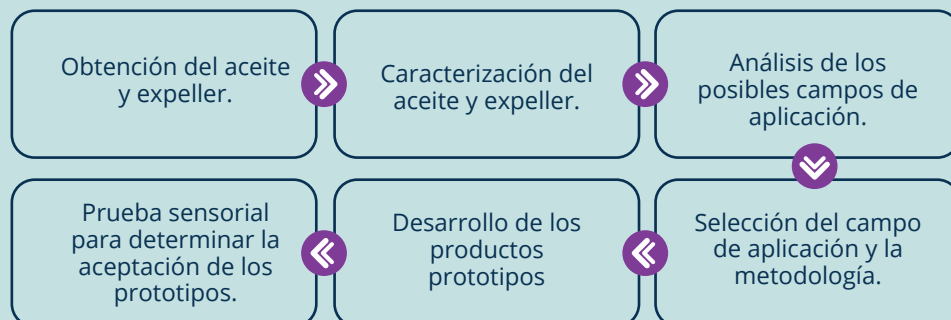
Costa Rica presenta un clima óptimo para la siembra y cosecha de coyol (*Acrocomia spp.*), fruto oleaginoso de una palma con alto potencial económico y agronómico (Lieb et al. 2019). Por esta razón se están desarrollando proyectos de su cultivo e industrialización en el país; como el caso de Agrolajas, asociación que agrupa y busca apoyar a los pequeños productores de Lajas del cantón de Abangares, en Guanacaste Costa Rica.

Los frutos del coyol pueden ser una fuente prometedora de aceite vegetal para fines alimenticios, cosméticos y energéticos, debido a su alta productividad de aceite (4-6 t/ha (da Silva et al., 2022). Sin embargo, su utilización a gran escala en países como Brasil y Paraguay se ha enfocado principalmente para la producción de biodiésel (del Río et al., 2016), y el residuo para alimentación animal.

La presente investigación plantea el desarrollo de dos productos prototipos innovadores empleando el aceite y expeller de nuez de coyol, con el objetivo de brindarle a Agrolajas y la población de Abangares un uso alternativo que se le da actualmente.



## Metodología



## Resultados y Discusión



Figura 1. Corte transversal al fruto de coyol.



Figura 2. Aceite y expeller de nuez de coyol.

Cuadro 1. Principales resultados de las pruebas de caracterización realizadas al aceite y expeller de nuez de coyol.

Aceite de nuez de coyol		Expeller de nuez de coyol	
Humedad (%)	0.37 ± 0.01	Humedad (%)	7.78 ± 0.04
Índice de saponificación (mg KOH/g)	261.74 ± 6.50	Grasa residual (%)	18.82 ± 0.03
pH	6.28 ± 0.02	Ceniza (%)	2.79 ± 0.03
Índice de acidez (mg KOH/g)	0.72 ± 0.04	Fibra cruda (%)	48.32 ± 0.04
Índice de yodo (g I <sub>2</sub> /100g)	22.40 ± 0.20	Proteína (%)	20.92 ± 0.22
Índice de peróxido (meq/kg)	0.00 ± 0.00		

Los datos representan el valor promedio ± la desviación estándar



Cuadro 2. Principales ácidos grasos del aceite de nuez de coyol.

Ácido graso	Porcentaje (%)	Ácido graso	Porcentaje (%)
Láurico (C:12:0)	38.3	Saturados	71.9
Oleico (C:18:1)	24.1	Monoinsaturados	24.3
Mirístico (C:14:0)	13.8	Poliinsaturados	3.5



Figura 3. Cremas productos prototipos empleando aceite de nuez de coyol.



Figura 4. Galletas elaboradas a partir del producto prototipo de harina de nuez de coyol.

## Conclusiones



Se pueden elaborar productos con valor agregado alternativos al biodiesel, a partir del uso del aceite de nuez de coyol, por medio de un proceso sostenible que puede representar un medio para el bienestar social y económico de la población de Abangares, al hacer uso de sus propios cultivos para el desarrollo de productos innovadores; lo cual se ve reforzado con los resultados de la prueba sensorial, donde la crema tuvo una aceptación del 75 %, cuyos puntos a rescatar son la neutralidad del aroma del aceite, que humecta la piel y la deja brillante.

El subproducto de la extracción puede ser empleado como harina de consumo humano, permitiendo la revalorización del residuo del proceso, representando un producto innovador que puede sustituir otras harinas o bien enriquecerlas para la elaboración de nuevos productos de repostería y panadería, lo cual se concluye a partir de las galletas a base de harina de nuez de coyol, las cuales presentan similitudes en las características sensoriales y geométricas con respecto a las elaboradas con harina de coco.



## Bibliografía

Da Silva César, A., de Azedias Almeida, F., Pereira de Souza, R., Clemente Silva, G., and Atabani, A.E. (2015). The prospects of using *Acrocomia Aculeata* (macaúba) a non-edible biodiesel feedstock in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 49. 1213–1220. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.125>.

Lieb, V., Schex, R., Esquivel, P., Jiménez, V., Schmarr, H., Carle, R., and Steingass, C. (2019). Fatty acids and triacylglycerols in the mesocarp and kernel oils of maturing Costa Rican *Acrocomia Aculeata* fruits. *NFS Journal*, 14-15, 6–13. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2019.02.002>

# Desarrollo de dos tipos de nanopartículas acarreadoras de extractos naturales de polifenoles obtenidos de especies vegetales nativas de Costa Rica

## Quesada , R

Estudiante de Maestría Académica en Química, Universidad de Costa Rica.

ricardo.quesadagrosso@ucr.ac.cr

## Irías, A

Universidad de Costa Rica.

## Montes de Oca, G

Laboratorio Nacional de Nanotecnología (LANOTEC), Centro Nacional de Alta Tecnología.



## Introducción

Las micotoxinas son metabolitos fúngicos secundarios, que contaminan los alimentos [1]. Las sintetizadas por *Aspergillus flavus* se han clasificado como carcinógenas por la Agencia Internacional de Investigaciones para el Cáncer (IARC por sus siglas en inglés [2].

Los polifenoles son metabolitos secundarios de plantas, que han mostrado efectos antimicotoxigénicos en pruebas in vitro [1],[3]. Sin embargo, son inestables a cambios de temperatura, luz, pH y humedad [1],[4]. La nanoencapsulación ha mostrado resultados positivos para reducir esta problemática[1].

Las nanopartículas de quitosano/tripolifosfato (CS/TPP) son las más empleadas para este fin. Las de ácido poliláctico y alcohol polivinílico (PLA/PVA), aún no se ha observado en pruebas antimicotoxigénicas con *A. flavus* [1],[5]. Tampoco, el uso de extractos naturales con polifenoles obtenidos de frutas nativas de Costa Rica (marañón, nance y pitaya).



## Metodología

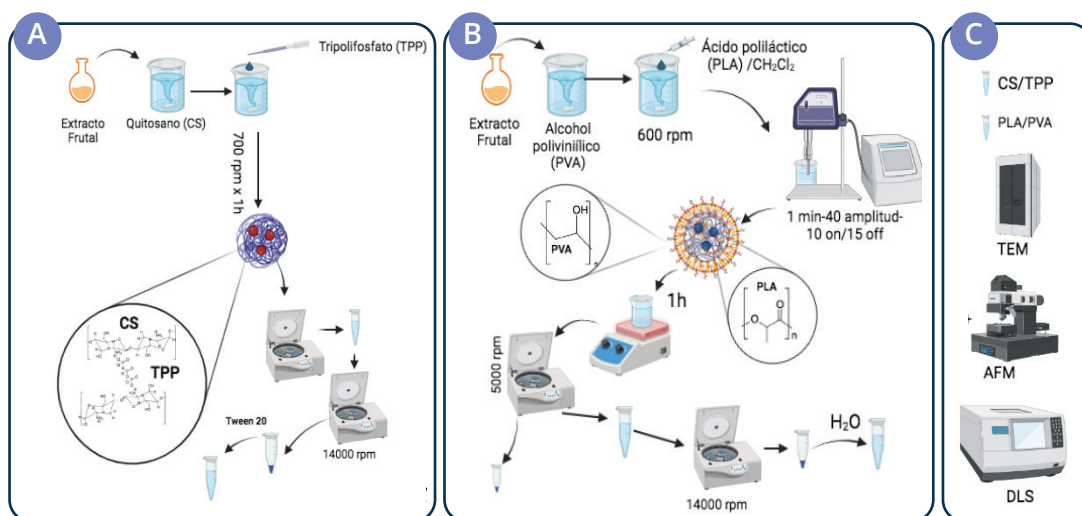


Figura 1. (A) Síntesis de nanopartículas de CS/TPP por gelificación in situ y en (B) de PLA/PVA por el método de evaporación-precipitación. (C) Principales técnicas de caracterización. Imagen generada en BioRender.com.



## Resultados y Discusión



Cuadro I. Resultados obtenidos para los dos tipos de nanopartículas en la encapsulación de cada uno de los tres extractos frutales empleando la técnica de dispersión de luz dinámica (DLS).

Muestra	Tamaño promedio (nm)	Ptencial Z (mV)	PDI
CS/TPP-marañón	130.2±1.5	41.9±2.1	0.441±0.012
CS/TPP-nance	104.1±3.4	26.3±1.5	0.389±0.019
CS/TPP-pitaya	99.4±1.1	11.1±0.7	0.396±0.018
CS/TPP	102.6±1.3	5.44±3.26	0.291±0.031
PLA/PVA	179±1	-44.6±0.2	0.087±0.026
PLA/PVA-marañón	200.0±3.	-21±2	0.076±0.027
PLA/PVA-nance	221.3±3.3	-20.5±2.9	0.124±0.036
PLA/PVA-pitaya	205.7±2.0	19.1±0.4	0.077±0.041

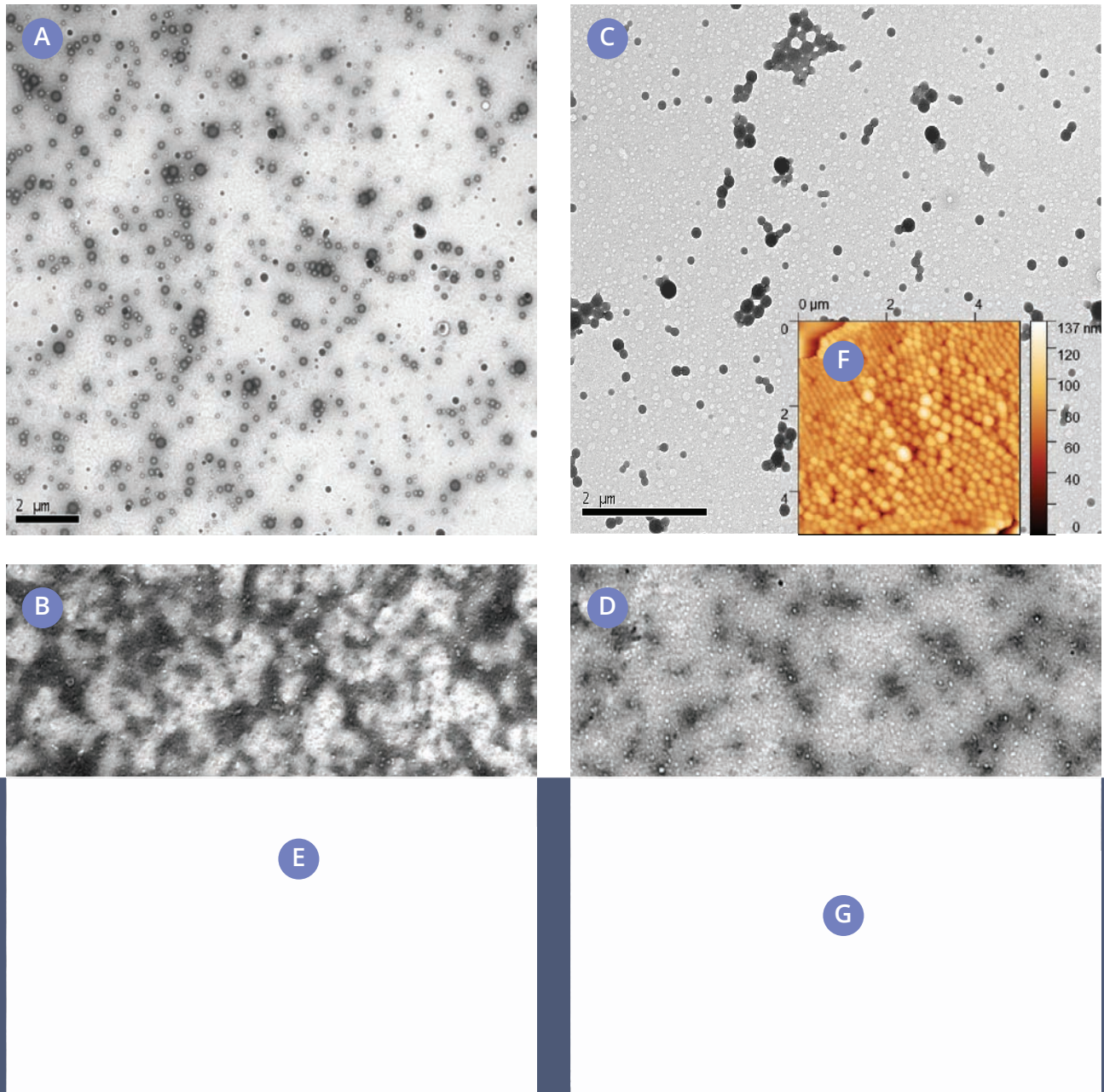


Figura 2. Imágenes tomadas por Microscopía de Trasmisión electrónica (TEM). (A) Extracto de marañón encapsulado en nanopartículas de PLA/PVA, (B) de CS/TPP. (C) Nanopartículas de PLA/PVA sin encapsular y en (D) de CS/TPP sin encapsular. En (E) se observan cristales formados en la encapsulación deL extracto de pitaya en nanopartículas de CS/TPP. (F) Resultado de la encapsulación del extracto de marañón en nanopartículas de PLA/PVA y de CS/TPP en (G), visto por medio de microscopía de fuerza atómica.

## Conclusiones



La síntesis de nanopartículas de PLA/PVA y de CS/TPP que puedan ser empleadas como acarreadores de polifenoles, fue exitosa.

La caracterización de las encapsulaciones evidenció que cada extracto natural posee un comportamiento químico específico que necesita ser estudiado a profundidad.

Las nanopartículas de PLA/PVA se evidenciaron como el acarreador más atractivo para el proceso de encapsulación por su facilidad de síntesis, caracterización y estabilidad.



## Bibliografía

[1] Ahmed, O. S., Tardif, C., Rouger, C., Atanasova, V., Richard-Forget, F., & Waffo-Téguo, P. (2022). Naturally occurring phenolic compounds as promising antimycotoxin agents: Where are we now? *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21(2), 1161–1197. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12891>

[2] Ostry, V., Malir, F., Toman, J., & Grosse, Y. (2017). Mycotoxins as human carcinogens—The IARC Monographs classification. *Mycotoxin Research*, 33(1), 65–73. <https://doi.org/10.1007/s12550-016-0265-7>

[3] Mir, S. A., Dar, B. N., Shah, M. A., Sofi, S. A., Hamdani, A. M., Oliveira, C. A. F., Hashemi Moosavi, M., Mousavi Khaneghah, A., & Sant'Ana, A. S. (2021). Application of new technologies in decontamination of mycotoxins in cereal grains: Challenges, and perspectives. *Food and Chemical Toxicology*, 148, 111976. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2021.111976>

[4] Hu, B., Liu, X., Zhang, C., & Zeng, X. (2017). Food macromolecule based nanodelivery systems for enhancing the bioavailability of polyphenols. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25(1), 3–15. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.11.004>

[5] Fernández, K., Aburto, J., Von Plessing, C., Rockel, M., & Aspé, E. (2016). Factorial design optimization and characterization of poly-lactic acid (PLA) nanoparticle formation for the delivery of grape extracts. *Food Chemistry*, 207, 75–85. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.083>

# Evaluación de inductores y condiciones de fermentación sobre la actividad de las enzimas celulolíticas producidas con el hongo *Penicillium oxalicum* utilizando raquis de banano

**Jiménez, S**

Estudiante de Ingeniería Química,  
Universidad de Costa Rica.  
sheila.jimenez@ucr.ac.cr

**Méndez, J**

Universidad de Costa Rica,  
Instituto de Investigaciones  
en Ingeniería.

**Fernández, S**

Laboratorio de Bioprocesos  
(CENIBIOT), Centro Nacional de  
Alta Tecnología.



## Introducción

En la actualidad es común el uso de **combustibles fósiles como fuente de energía**. Sin embargo, el aumento en la demanda energética y el incremento de los gases de efecto invernadero ha llevado a la búsqueda de **nuevas alternativas** para la **producción de energías renovables**. Una alternativa a ello, es la producción de **biocombustibles** a partir de **biomasa lignocelulósica**, la cual se transforma en productos de alto valor al aprovechar los azúcares que posee [1]. Las **enzimas celulolíticas** permiten **catalizar la hidrólisis** por

medio de la cual se exponen los azúcares de la materia prima para elaborar estos **compuestos de alto valor energético** [2]. No obstante, algunos de los principales **retos** son los elevados costos de proceso y la **eficiencia de cócteles** que se producen con los microorganismos, en virtud de ello se han dirigido esfuerzos enfocados en obtener un proceso más eficiente, desarrollando **diversas estrategias de producción** [3]. Es por ello, que la presente investigación tiene como **finalidad producir un cóctel enzimático** con actividad celulolítica a partir de *Penicillium oxalicum* y raquis de banano disponible en Costa Rica para su **evaluación en un proceso de hidrólisis enzimática**.

## Objetivos

1

Pretratamiento

2

Caracterización

3

Cóctel enzimático

4

Inductores suplementarios  
(matraz)

5

Inductores suplementarios  
(Biorreactor)

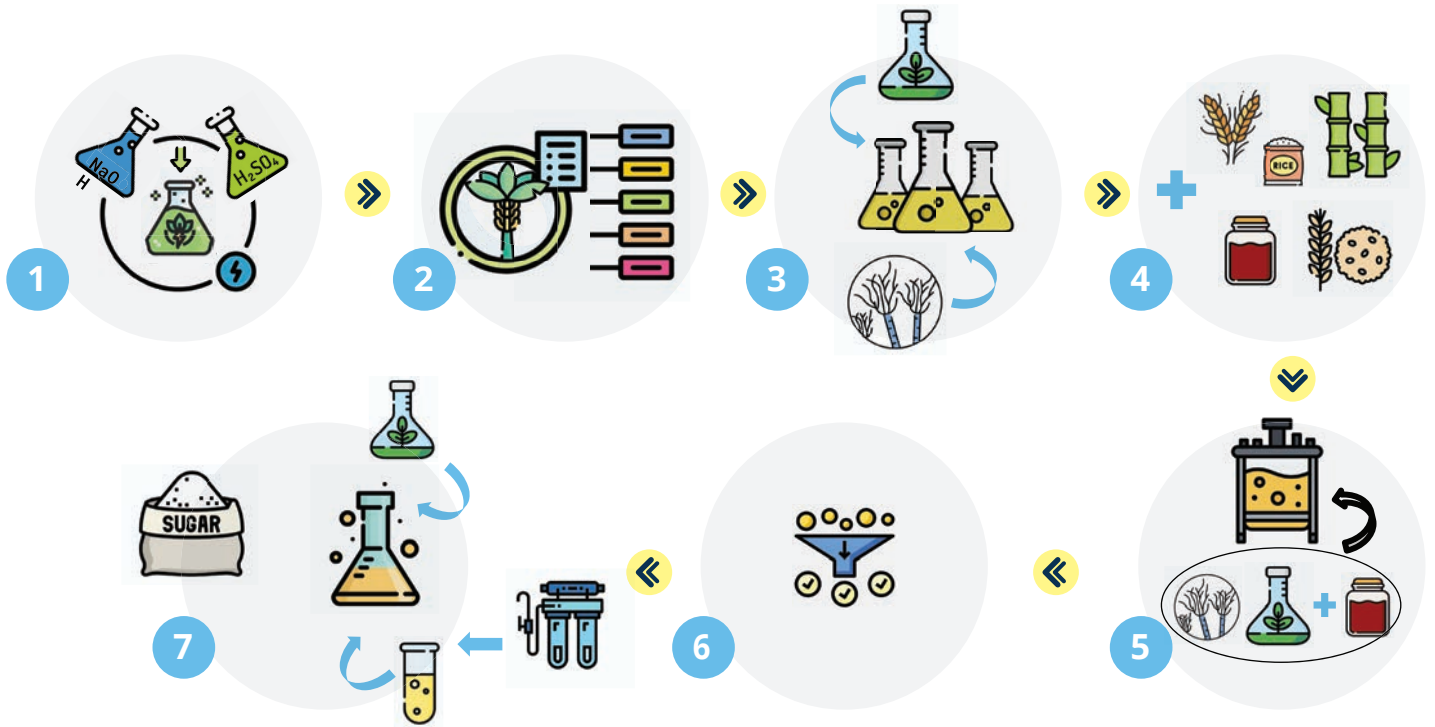
6

Concentración

7

Hidrólisis enzimática

# Metodología



## Innovaciones

Uso de inductores  
suplementarios y su  
escalamiento



Liofilización como  
método de concentración  
de enzimas





## Resultados y Discusión

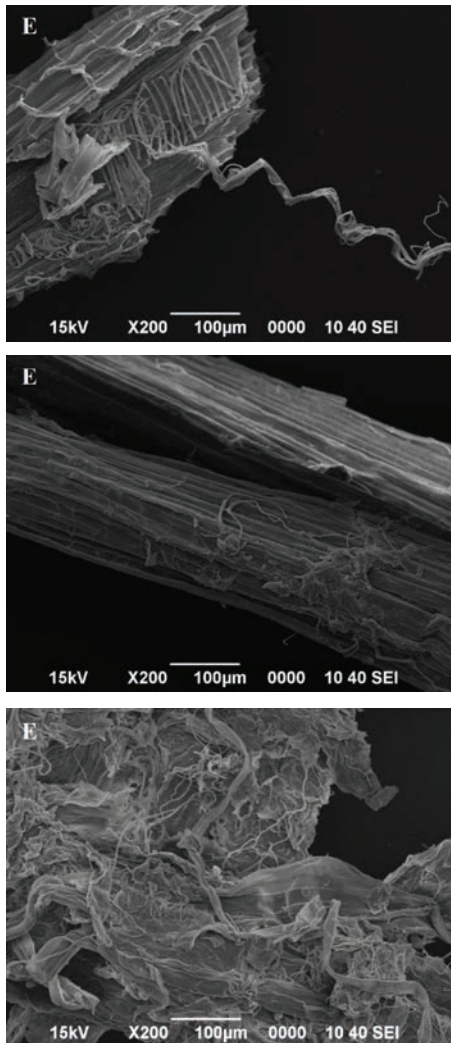


Figura 1. Imágenes de microscopía electrónica de barrido (SEM) de la muestras sin pretratamiento, con pretratamiento ácido y con pretratamiento ácido + alcalino respectivamente.

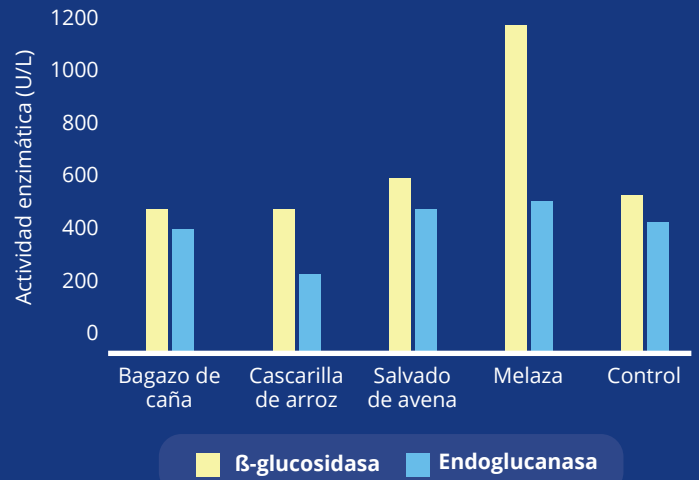


Figura 2. Actividad enzimática de la producción de enzimas en escala matraz empleando distintos inductores suplementarios



La enzima producida se concentró mediante el método de liofilización, dándose una concentración de 100 veces v/v generando un incremento en la actividad enzimática obteniéndose los siguientes resultados:

Muestra	Actividad Endoglucanasa / CMC, (U/L)	Actividad Exoglucanasa / CM, (U/L)	Actividad $\beta$ -glucosidad / CE, (U/L)	Actividad Celulosa / FPU, (U/L)
Cóctel concentrado	10 800,1	7 371,5	27 255,6	2 167,4
Incremento	35,7 x	47,8 x	24,5 x	23,9 x

Cuadro 1. Actividad enzimática obtenida del cóctel concentrado.

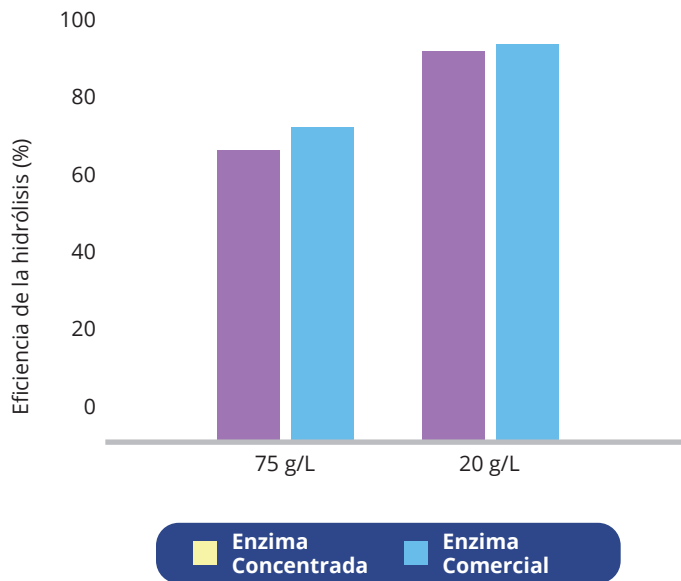
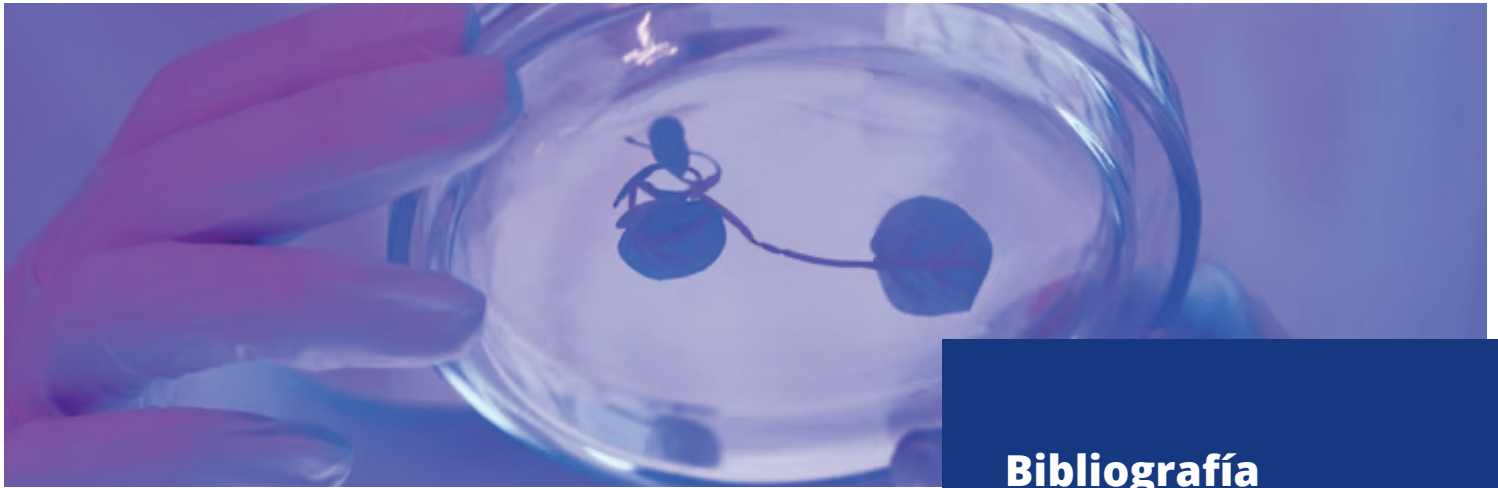


Figura 3. Comparación de las eficiencias obtenidas en la hidrólisis enzimática empleando una carga de sólidos alta de 75 g/L y una baja de 20 g/L, para la enzima concentrada y una enzima comercial.

## Bibliografía

- [1] Singh, Lalit Kumar; Chaudhary, Gaurav. (2019b). Liquid Biofuel Production. John Wiley Sons. <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpLBP00004/liquid-biofuel-production/liquid-biofuel-production>.
- [2] Al-Kinany, Mohammed C., A.-S. A. (2020). 5.2 Lignocellulosic Biomass. IGI Global.
- [3] Vaishnav, N., Singh, A., Adsul, M., Dixit, P., Sandhu, S. K., Mathur, A., Puri, S. K., y Singhania, R. R. (2018). Penicillium: The next emerging champion for cellulase production. Bioresource Technology Reports, 2:131–140.

# Estudio de la biomimética de las hojas y la reflectancia en especies arbóreas del trópico



## Introducción

Los términos *biomímesis* o *biomimética* provienen de las palabras griegas *bios*, que significa "vida", y *mimesis*, que significa "imitar"; por esta razón, la biomimética se define como la abstracción del buen diseño de la naturaleza (Vincent et al., 2006).

El presente estudio plantea como objetivo analizar la función de las hojas de los árboles tropicales desde la perspectiva de la *biomimética*, a través de las estrategias estáticas (sin movimiento de las hojas) y los mecánicos dinámicos (con movimiento) de adaptación a la luz categorizados por López (2017), para comprender mejor la interacción hoja-luz-ambiente y abrir mayor entendimiento de las aplicaciones futuras en el diseño ecológico. Para ello, resulta indispensable comprender la estructura de las hojas y su efecto en las firmas hiperespectrales de especies, generando una base de datos para una biblioteca de firmas, y demostrar que a partir de ellas se pueden realizar novedosos estudios con aplicaciones en otros campos.

## Sánchez, S

Estudiante de Ing. Diseño Industrial, Tecnológico de Costa Rica.  
ssanchez30@estudiantec.cr

## Arias, D

Laboratorio ECOPLANT, Escuela de Ingeniería Forestal, Tecnológico de Costa Rica.

## Aguilar, H

Laboratorio PRIAS, Centro Nacional de Alta Tecnología.

## Zamora, N

Laboratorio ECOPLANT, Escuela de Ingeniería Forestal, Tecnológico de Costa Rica.

## Metodología

Se estudió 10 especies de árboles propios del Área Tropical: *Psidium guajava* (Guayaba), *Cojoba arborea* (Lorito), *Swietenia macrophylla* (Caoba), *Handroanthus ochracea* (Cortez Amarillo), *Dendropanax arboreus* (Fosforillo), *Astronium graveolens* (Ron Ron), *Samanea saman* (Cenízaro), *Myroxilon balsamum* (Bálsamo), *Terminalia oblonga* (Surá), y *Simarouba glauca* (Aceituno). Se tomó información de firmas hiperespectrales, área y peso foliar, pigmentación y nutrición foliar, así como información de sus estomas y tricomas.

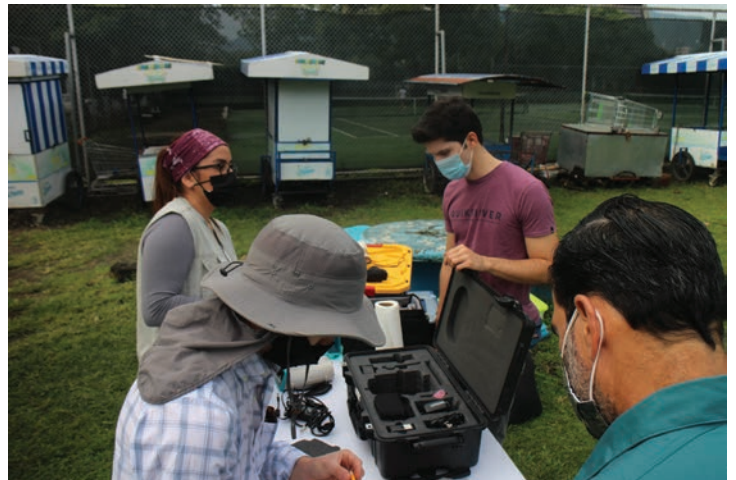


Figura 1. Equipo de investigadores en gira de campo en Parque Metropolitano La Sabana.

El muestreo se realizó en al menos 4 árboles por especie y 10 hojas por árbol en 3 sitios dentro de la Gran Área Metropolitana: Parque Metropolitano La Sabana, Parque Ecológico de Santo Domingo de Heredia, y Centro de Conservación Santa Ana. Dentro del equipo utilizado se resalta el uso del espectroradiómetro FieldSpec® Handheld2 con su Plant Probe y Clip para obtener firmas hiperespectrales en hojas; y el microscopio electrónico de barrido Hitachi TM-3000 para la visualización de estomas y tricomas a nivel foliar.



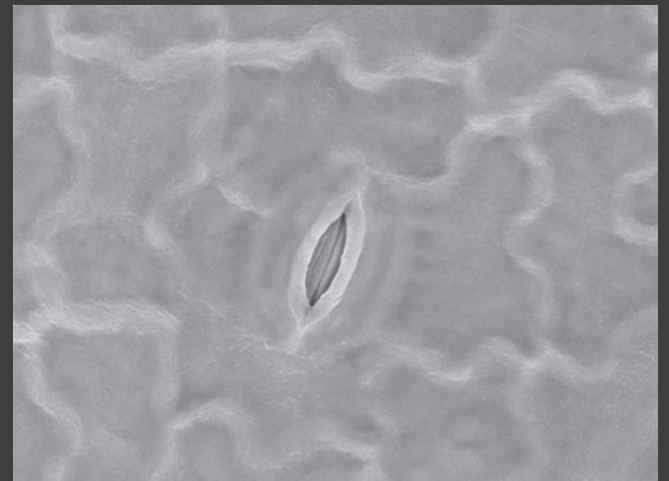
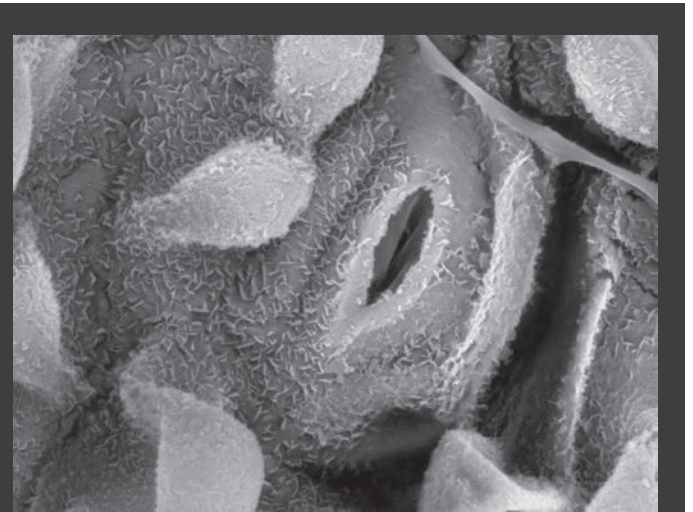
Figura 2. Becario analizando tricomas en Laboratorio de Microscopía Electrónica TEC.

## Resultados y Discusión

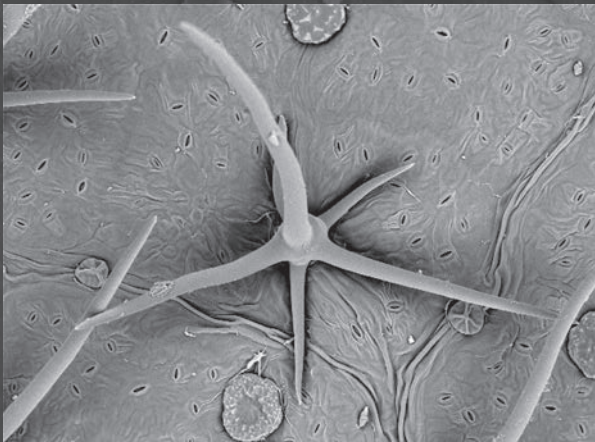


Como era esperado, cada una de las 10 especies ofreció mecanismos de adaptación totalmente diferentes y que son consecuentes con sus parámetros fisiológicos. Destacan el área foliar, la concentración de clorofilas, el espesor, la cantidad de los estomas y otras estructuras, así como la reflectancia a la luz y su fisiología. Se obtuvo al menos 1200 firmas hiperespectrales para las 10 especies en estudio.

Se logró obtener fotografías microscópicas de los estomas y tricomas presentes en las especies, permitiendo así caracterizar su forma y su presencia en haz/envés; estas fotografías son las primeras documentadas de dichas especies para su uso en Costa Rica. En su conjunto, lograr ver estas estructuras que normalmente están ocultas al ojo humano permitió una mayor comprensión de su función.



Figuras 3 y 4. Visualizaciones microscópicas de estoma de *Samanea saman* y *Terminalia oblonga*, respectivamente.



Figuras 5 y 6. Visualizaciones microscópicas de tricoma de *Samanea saman* y *Handroanthus ochracea*, respectivamente.

Por último, se logró desarrollar un Taller de Co-Ideación mediante el cual se logró concretar colaborativamente dos propuestas iniciales de diseño ecológico: (1) una parada de autobuses con envoltante viva, y (2) una membrana para empaque y embalaje, tomando como referencia los resultados obtenidos del estudio de las hojas.



Figura 7. Participantes del Taller de Co-Ideación.



Figura 8. Proceso colaborativo de Co-Ideación.



Figura 9. Propuesta, Equipo Mobiliario Urbano que considera las adaptaciones de las hojas.

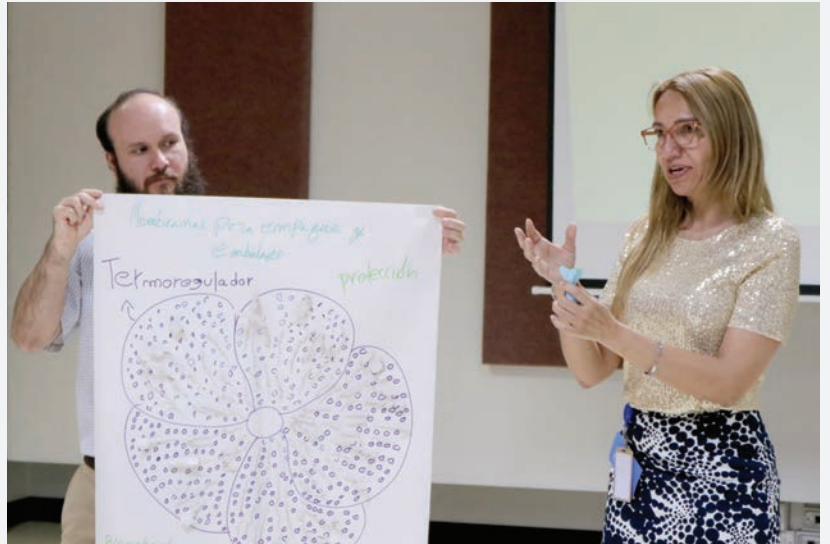


Figura 10. Propuesta, Equipo Empaque/Embalaje que considera las estructuras biológicas a nivel micro.

## Conclusiones



En perspectiva internacional, es el primer estudio que relaciona los rasgos biomiméticos de hojas y las firmas hiperspectrales de especies tropicales para aplicaciones futuras de diseño ecológico, que se logra mediante el uso de la tecnología, revelando los mecanismos poco estudiados a nivel de hoja.

Las firmas hiperspectrales ofrecen una riqueza de información no solamente para obtener los conocidos índices de vegetación (NDVI), sino también para comprender como las hojas hacen frente a las condiciones climáticas adversas.

Las estructuras anatómicas presentes en las hojas brindan una perspectiva para el diseño sostenible poco explotada a nivel tropical.

## Bibliografía

López, M. (2017). Envoltentes arquitectónicas vivas que interactúan con su entorno. Naturalizando el diseño. [Tesis de doctorado Universidad de Oviedo]. Repositorio Institucional de la Universidad de Oviedo. <https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/45074>

Vincent J, Bogatyreva O, Bogatyrev N, Bowyer N, Pahl K. (2006) Biomimetics: its practice and theory. JR Soc Interface; 3(9):471-82. <http://dx.doi.org/10.1098/rsif.2006.0127>

# Inventario y evaluación integral de geositios para la promoción de una ruta turística en Coto Brus Costa Rica

## Quesada Valverde, M

Estudiante de Geografía, Universidad de Costa Rica.  
michael.quesadavalverde@ucr.ac.cr

## Quesada Román, A

Universidad de Costa Rica.

## Aguilar Arias, H

Laboratorio PRIAS, Centro Nacional de Alta Tecnología.



## Introducción

Aborda el tema del inventario y evaluación de geositios relacionados con el geopatrimonio y el geoturismo, herramientas para promover la geoconservación y el desarrollo socioeconómico local. Aunque se han realizado numerosos estudios la investigación en países tropicales, como Costa Rica, es escasa. Este estudio representa un primer acercamiento a la comprensión de la geodiversidad de los bosques tropicales en Coto Brus, analizando los diversos procesos de formación presentes en estos ecosistemas. Además de contribuir a la protección y preservación de la geodiversidad, el estudio promueve la geoconservación y el turismo sostenible en Coto Brus, generando beneficios económicos y culturales para la comunidad local.

## Metodología



Contexto geográfico Cantón Coto Brus

Recolección de datos Mediante consulta bibliográficas, procesamiento geomático y trabajo de campo

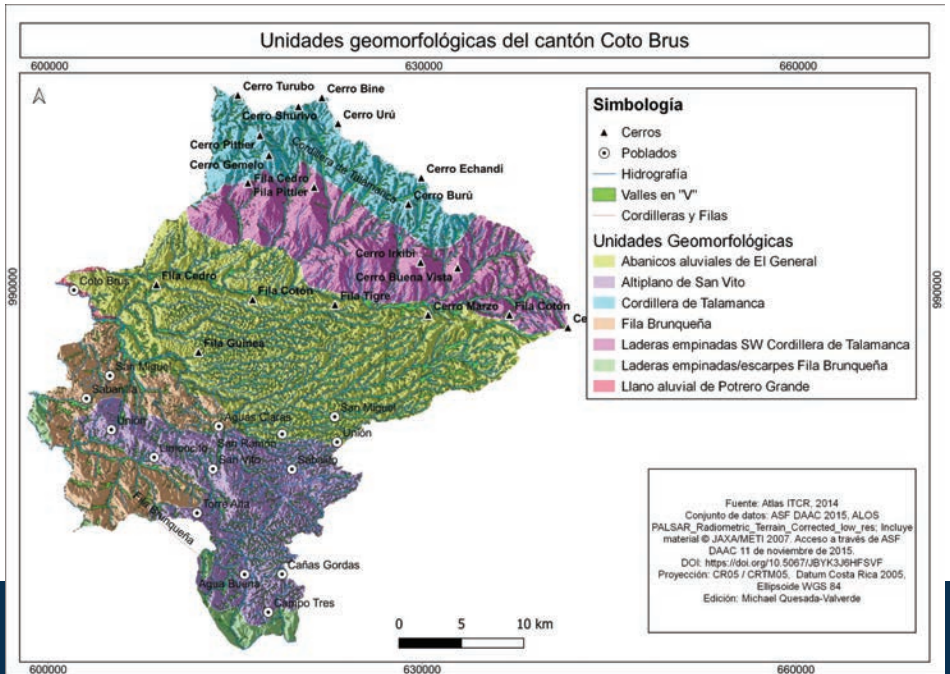
Selección de geositios Representativos de cada contexto geomorfológico identificado

Caracterización de sitios considerando aspectos geomorfológicos, intereses asociados y problemas de uso y manejo

Evaluación cuantitativa centrada en el potencial de uso científico, educativos y geoturístico. Además de las condiciones de visita y riesgos de degradación

Generación de propuestas y recomendaciones en relación a la promoción de la ruta turística y recomendaciones en la gestión de los sitios

# Resultados y Discusión



## Contextos geomorfológicos

Procesos activos

Procesos heredados

Fluvio

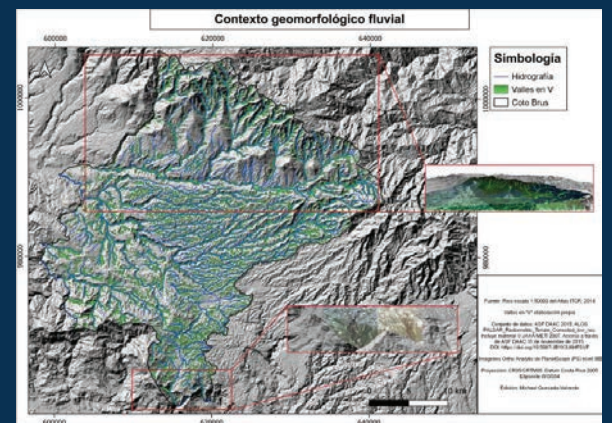
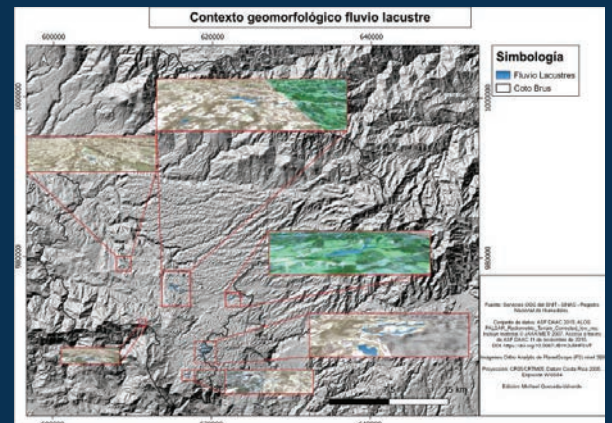
Lacustre Volcánico

Fluvial

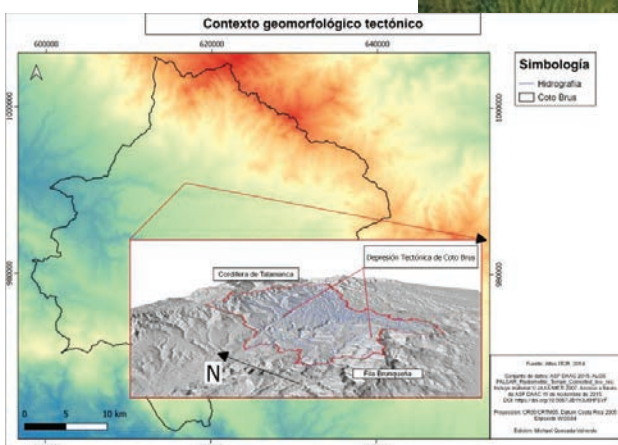
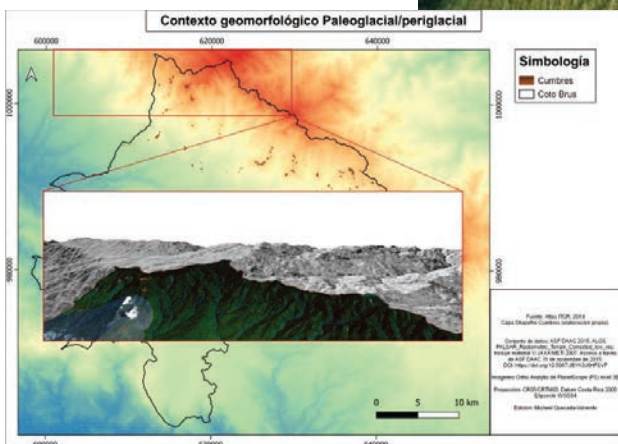
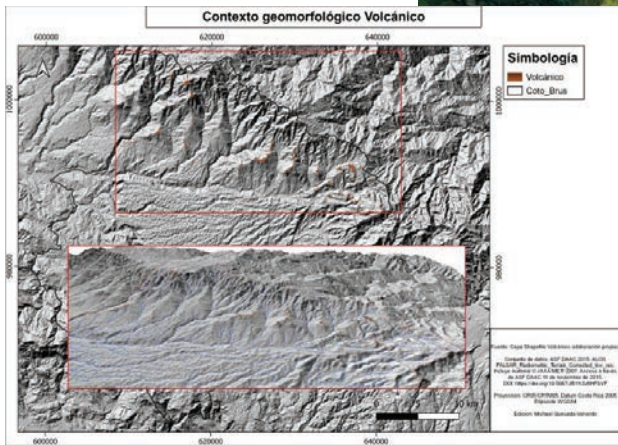
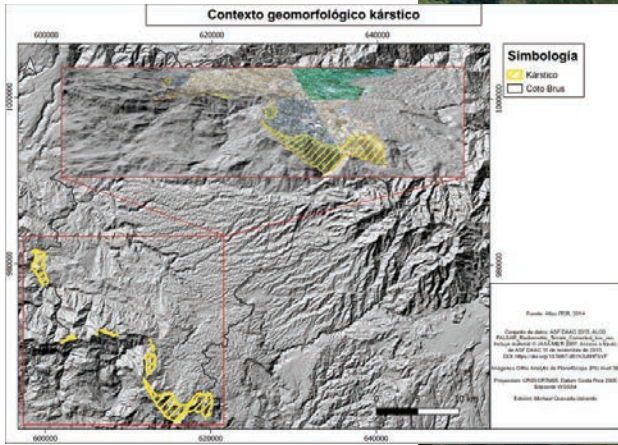
Paleoglacial/Peri glacial

Kárstico

Tectónico

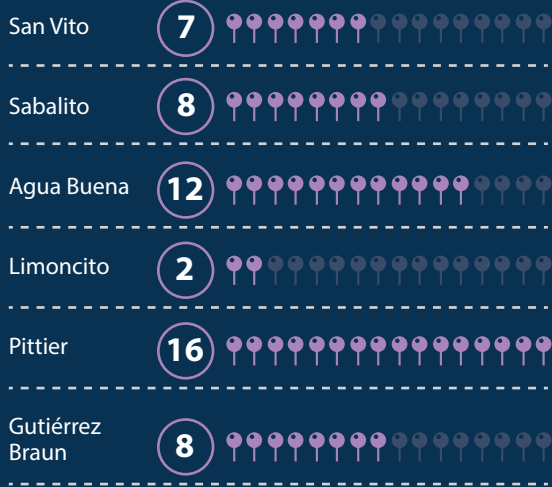




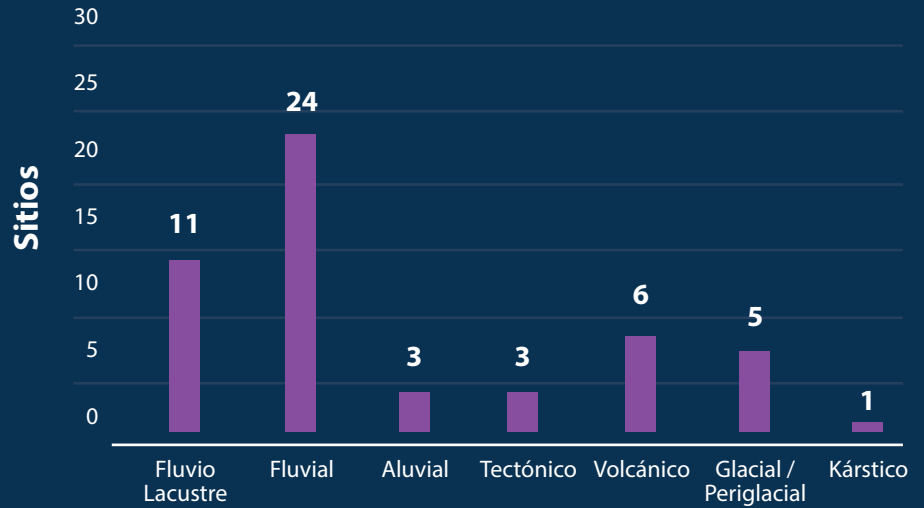


## Inventario preliminar de geositios

### Cantidad de sitios por distritos



### Sitios por contexto de la lista preliminar

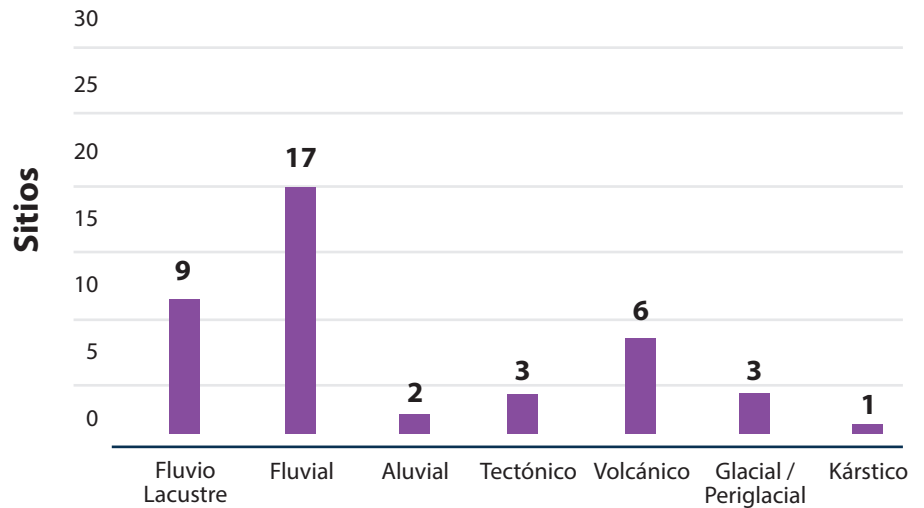


## Inventario final de geositios

### Cantidad de sitios por distritos



### Sitios por contexto geomorfológico del inventario



## Geositorios más relevantes de cada distrito

### San Vito



Sitio Arqueológico Piedra Pintada



Sitio Arqueológico Piedra Pintada

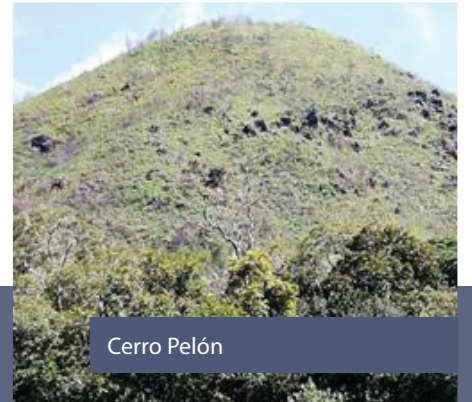
### Sabalito



Cascada La Neblina



Catarata Salto del Ángel



Cerro Pelón

### Limoncito

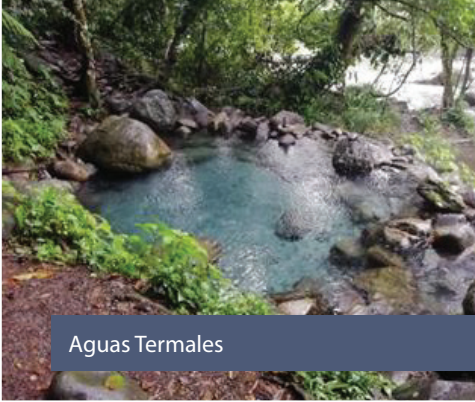


Localidad Fósilífera de San Gerardo

### Localidad Fósilífera San Gerardo



**Distrito Pittier**



Aguas Termales



Catarata Farallón

**Gutiérrez Braun**



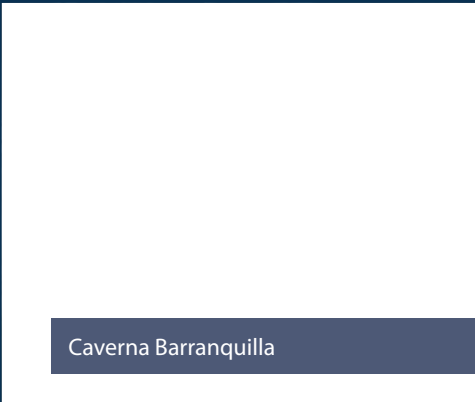
Catarata El Pedregal



Cerros Chaí Irkibi

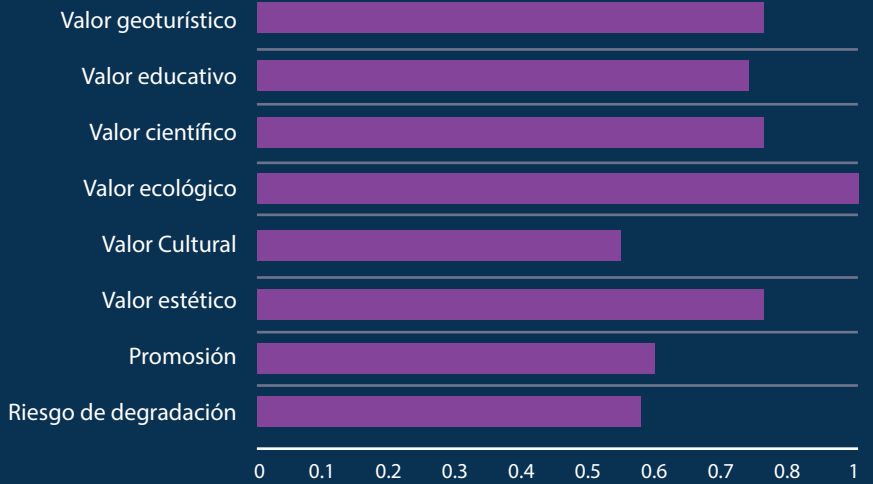


**Agua Buena**



Caverna Barranquilla

**Caverna Barranquilla**





## Recomendaciones y propuestas

Promoción de los geositios relevantes mediante estrategias de marketing como folletos, videos y páginas web que resalten sus atributos únicos

Mejora de la infraestructura turística en los geositios con potencial, incluyendo la construcción o mejora de senderos, miradores, señalización interpretativa y medidas de seguridad

Implementación de programas de educación ambiental y capacitación para guías turísticos, comunidades locales y autoridades, con el objetivo de fomentar prácticas sostenibles y generar conciencia sobre la geoconservación

Adopción de medidas de gestión de riesgos para geositios con alto riesgo de degradación, como limitar el acceso, instalar barreras de protección y establecer programas de monitoreo

Promoción de la cooperación interinstitucional entre el gobierno local, el sector turístico, las organizaciones ambientales y las comunidades locales

Realización de investigaciones científicas y monitoreo continuo para expandir el conocimiento sobre la geología, geomorfología y valor científico de los geositios

Enfoque en la sostenibilidad en todas las acciones y actividades relacionadas con la promoción de la ruta turística, garantizando la conservación del patrimonio natural y cultural, la satisfacción de los turistas y el beneficio socioeconómico para las comunidades locales



## Conclusiones



Se logró un inventario de geositios en Coto Brus a través de una evaluación basada en la identificación de contextos geomorfológicos

La evaluación del inventario de geositios reveló su potencial de uso, las condiciones de promoción y los riesgos de degradación asociados.

Se identificaron los sitios más relevantes en términos de geoturismo, valor científico y educativo, así como los riesgos que enfrentan, como la degradación ambiental

Los resultados del inventario de geositios se integraron con la promoción de la ruta turística en Coto Brus a través de la formulación de recomendaciones y propuestas específicas

## Bibliografía

Santos, D S Mansur, K L Seoane, J C Mucivuna, V C Reynard, E 2020 Methodological proposal for the inventory and assessment of geomorphosites an integrated approach focused on territorial management and geoconservation Environmental management, 66 476 497 Laurito,

C A Valerio, A L 2016 Camellos laminos del mioceno tardío henfiliano temprano) de la formación curré, San Gerardo de Limoncito, cantón de Coto Brus, provincia de Puntarenas, Costa Rica Revista Geológica de América Central, 54 7 55

# Remoción de fármacos en agua residual a través de reactores con microorganismos inmovilizados



## Introducción

Los fármacos son contaminantes emergentes pseudo-persistentes en ambientes acuáticos que amenazan los ecosistemas y la salud humana. En Costa Rica se evidenció la falta de capacidad de las tecnologías de tratamiento empleadas para la remoción de estos contaminantes en el agua residual [1]. A nivel mundial, la oxidación avanzada y la adsorción en carbón activado son tratamientos efectivos que han sido aplicados comúnmente para la remoción de estos contaminantes. Sin embargo, su complejidad y alto costo de inversión y de operación y mantenimiento desfavorecen su sostenibilidad en el contexto de Latinoamérica y el Caribe. Por lo tanto, en este proyecto se evaluó reactores con microorganismos inmovilizados para la remoción de fármacos en aguas residuales como una solución con un costo razonable y sostenible en Latinoamérica y el Caribe.

## Torres -Solano, A.

Estudiante de Ingeniería Química, Universidad de Costa Rica  
antony.torressolano@outlook.com

## Rodríguez-Rodríguez, C.E.

Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA), Universidad de Costa Rica (UCR)

## Charpentier-Alfaro, C.

Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas (CENIBiot), Centro Nacional de Alta Tecnología (CENAT)

## Araya-Mattey, J.

Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas (CENIBiot), Centro Nacional de Alta Tecnología (CENAT)

## Metodología



### Modo Secuencial por Lotes (SBR, por sus siglas en inglés)

Remoción de fármacos

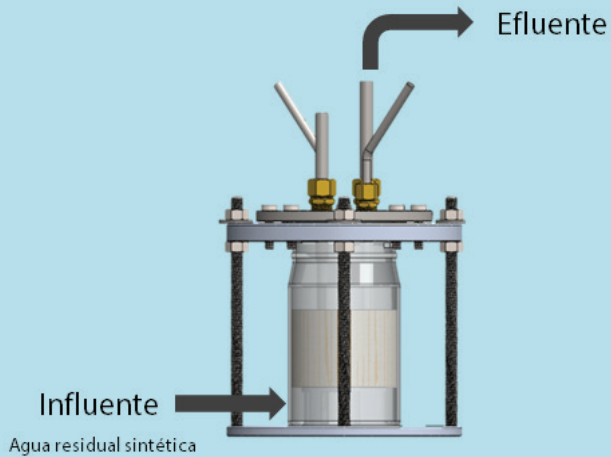
Condiciones de Operación



## Modo Continuo

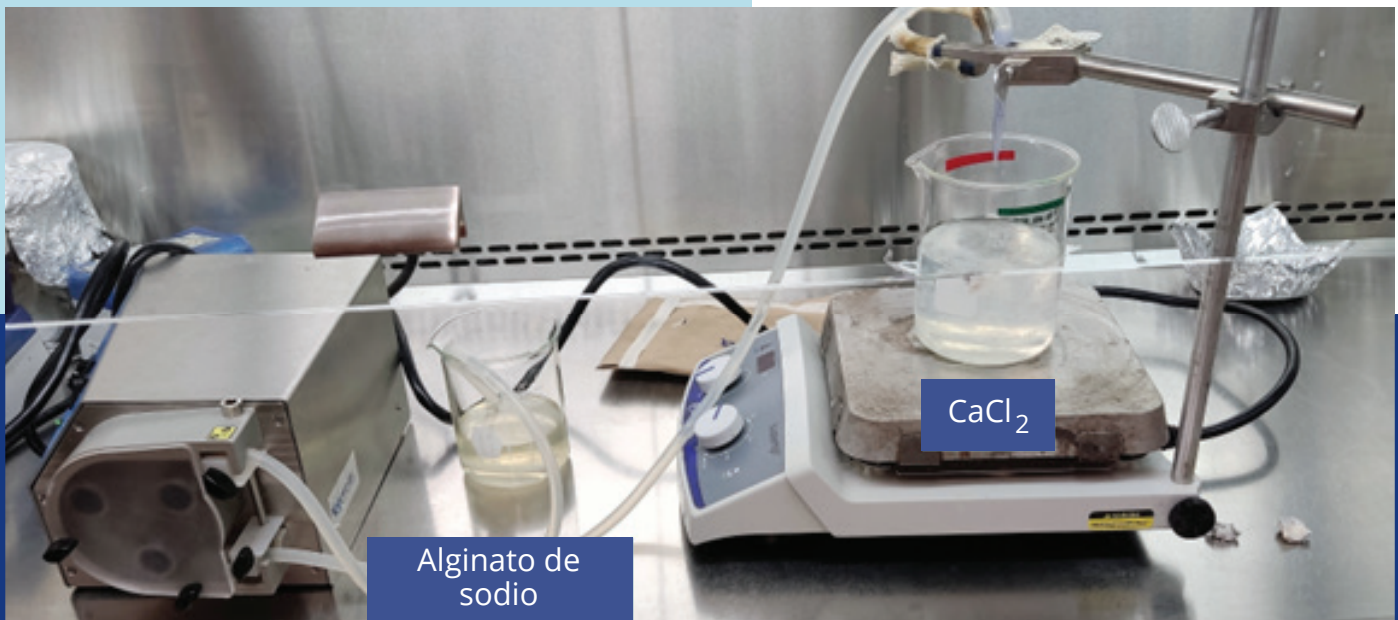
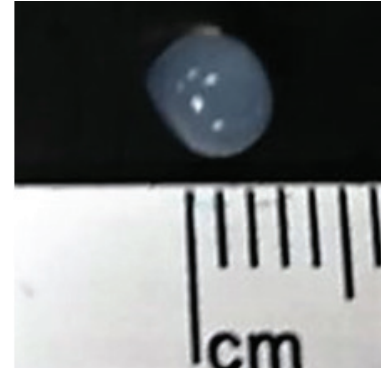
Remoción de DQO | Producción de sólidos

TRH=14 h



Lodo aerobio inmovilizado en cápsulas de alginato de calcio

Tamaño promedio:  
**(3.10±0.23) mm**



## Cápsulas preparadas

Formación de cápsulas de alginato de calcio (gelación)

Cápsulas  
"inoculadas"



Lodo aerobio inmovilizado en  
cápsulas preparadas



# Resultados y Discusión

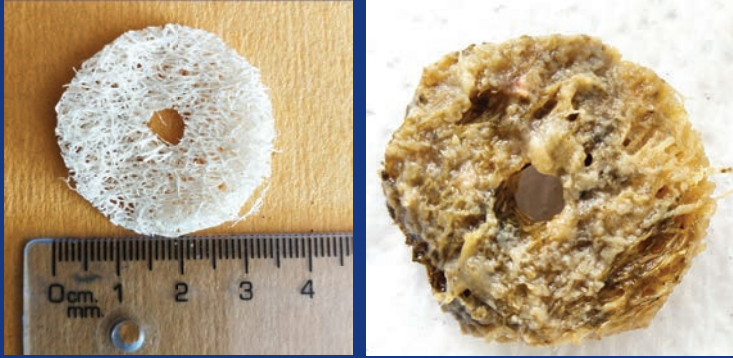


Figura 1. Aspecto de soportes de esponja vegetal antes y después de operación en prototipo de reactor de biopelícula con soportes naturales

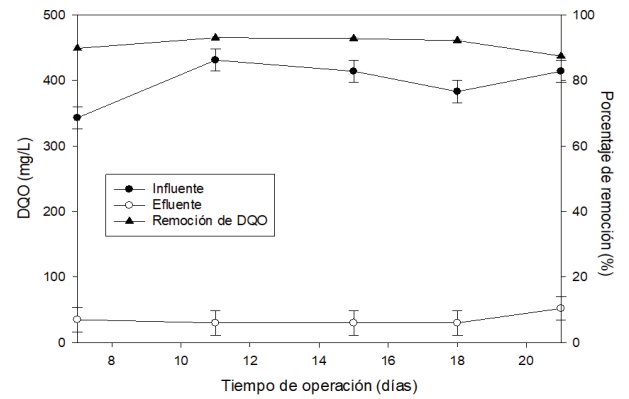


Figura 2. Remoción de DQO en modo continuo a través de un prototipo de reactor de biopelícula con discos de esponja vegetal como soporte

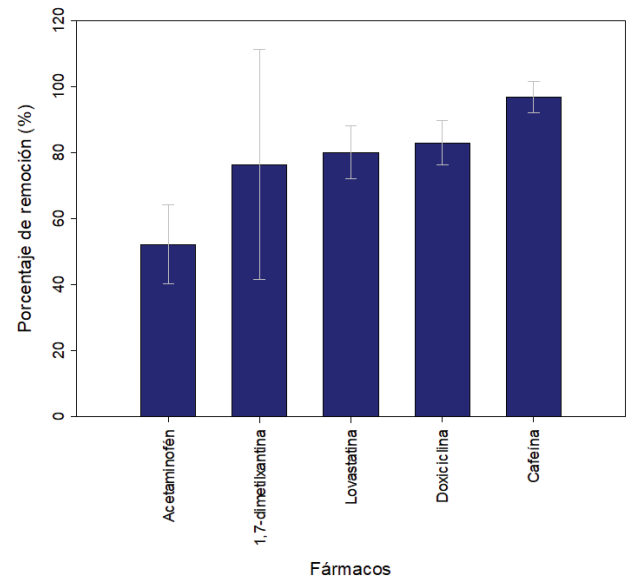


Figura 3. Remoción de fármacos a través de un prototipo de reactor de biopelícula con discos de esponja vegetal como soportes

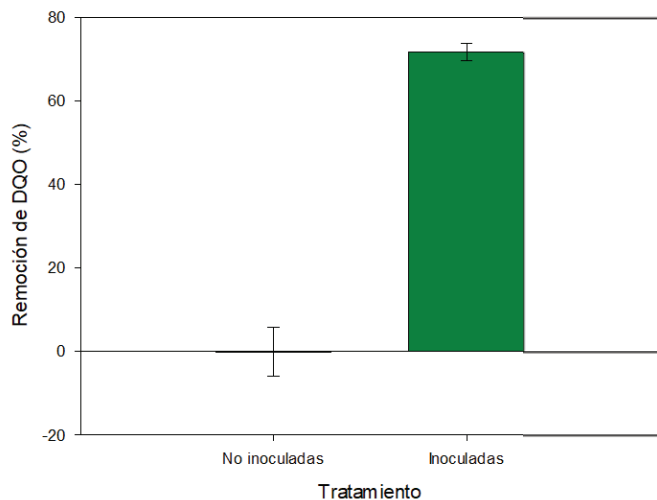


Figura 4. Remoción de DQO al aplicar cápsulas de alginato de calcio inoculadas y no inoculadas con lodo aerobio

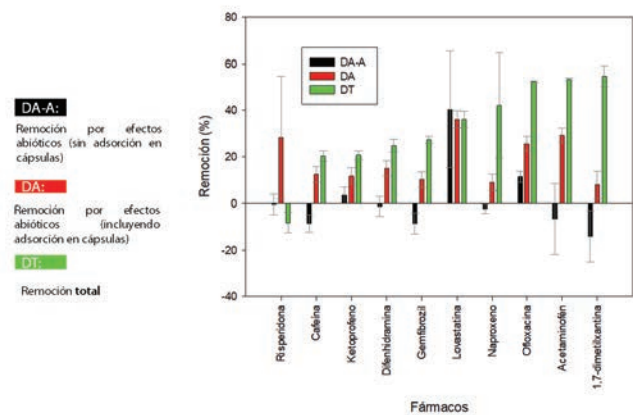
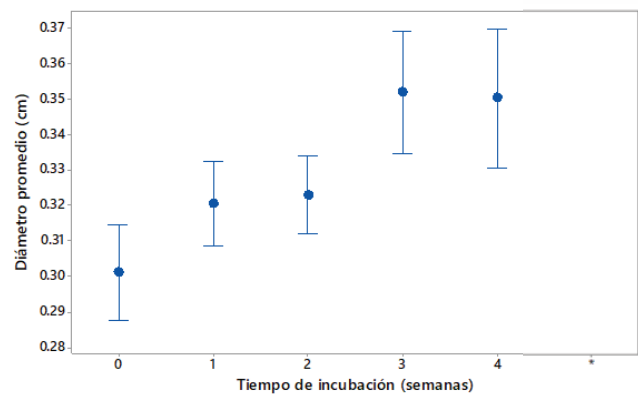


Figura 5. Remoción de fármacos en agua residual sintética al aplicar lodo aerobio inmovilizado en cápsulas de alginato de calcio a 200 rpm



Las desviaciones estándar individuales se utilizaron para calcular los intervalos.

Figura 6. Tamaño de cápsulas inmovilizadas con lodo aerobio con respecto al tiempo



## Conclusiones



El prototipo de reactor aerobio de biopelícula de lecho sumergido con soportes de esponja vegetal tiene alto potencial para el tratamiento secundario de aguas residuales en la región de Latinoamérica y el Caribe y como medida de mitigación del riesgo ecológico provocado por la liberación de residuos de lovastatina, cafeína, doxiciclina, 1,7-dimetilxantina y acetaminofén

El encapsulamiento de lodo aerobio en cápsulas de alginato de calcio es un método activo sencillo de inmovilización el cual puede ser aplicable para reducir la amenaza de la liberación de naproxeno, ofloxacino, acetaminofén y 1,7-dimetilxantina al ambiente, por vertido de aguas residuales



## Agradecimientos

Beca CeNAT-CONARE, CENIBiot, CICA-UCR y Programa de Ingeniería Ambiental del TEC

## Bibliografía

[1] Ramírez-Morales, D., Masís-Mora, M., Montiel-Mora, J. R., Cambroner-Heinrichs, J. C., Briceño-Guevara, S., Rojas-Sánchez, C. E., Méndez-Rivera, M., Arias-Mora, V., Tormo-Budowski, R., Brenes-Alfaro, L., & Rodríguez-Rodríguez, C. E. (2020). Occurrence of pharmaceuticals, hazard assessment and ecotoxicological evaluation of wastewater treatment plants in Costa Rica. *Science of The Total Environment*, 746, 141200. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141200>



Divulgación  
**Programa de**  
Becas CeNAT-CONARE

## Divulgación Programa de Becas CeNAT-CONARE

En el 2013 cuando inicia el Programa de Becas CeNAT-CONARE se realizan los primeros esfuerzos de divulgación enfocados especialmente a los medios institucionales de las universidades públicas. Con el transcurso de los años y el impulso del trabajo de comunicación en el Centro Nacional de Alta Tecnología, en el 2016, se fortalece la divulgación de los procesos de concurso de las becas.

A partir de esto se amplía la presencia en medios de comunicación, lo que permite dar a conocer el Programa al público académico y sociedad costarricense.



Gestión de divulgación  
**en números**  
(2016-2022)



**12**

Comunicados  
de Prensa



**6**

Videos  
Producción  
de material  
audiovisual



Más de

**100**

Notas y  
entrevistas

# Campañas 2019-2022

2019

**Concurso Becas CeNAT-CONARE 2020**

Si eres estudiante de alguna universidad pública y estás a punto de comenzar tu pregrado de grado o maestría, te invitamos a participar en el primer concurso de becas que organiza CeNAT.

**Del 14 de noviembre al 20 de octubre del 2019 se realizará la convocatoria para las becas CeNAT-CONARE, un programa que pone a tu disposición financiamiento, uso de laboratorios de punta y asesoría especializada en los siguientes ámbitos:**

- Geomática y Observaciones
- Biología
- Química
- Física
- Matemáticas
- Mecánica
- Ingeniería
- Ciencias de la Tierra
- Nanotecnología
- Computación Avanzada
- Ciencias Ambientales
- Observaciones de la Tierra
- Nanotecnología
- Computación Avanzada
- Ciencias Ambientales

Las bases y el reglamento del concurso están publicados en el sitio web del Centro Nacional de Alta Tecnología en la sección "Becas CeNAT-CONARE".

Para mayor información: [postulacion@cenat.org](mailto:postulacion@cenat.org)

2020

**Concurso Becas CeNAT-CONARE 2021**

Si eres estudiante de alguna universidad pública y estás a punto de comenzar tu pregrado de grado o maestría, te invitamos a participar en el primer concurso de becas que organiza CeNAT.

**Del 18 de noviembre del 2020 al 28 de febrero del 2021 se realizará la convocatoria para las becas CeNAT-CONARE, un programa que pone a tu disposición financiamiento, uso de laboratorios de punta y asesoría especializada en los siguientes ámbitos:**

- Geomática y Observaciones de la Tierra
- Biología
- Química
- Física
- Matemáticas
- Mecánica
- Ingeniería
- Ciencias de la Tierra
- Nanotecnología
- Computación Avanzada
- Ciencias Ambientales
- Observaciones de la Tierra
- Nanotecnología
- Computación Avanzada
- Ciencias Ambientales

Las bases y el reglamento del concurso están publicados en el sitio web del Centro Nacional de Alta Tecnología en la sección "Becas CeNAT-CONARE".

Para mayor información: [postulacion@cenat.org](mailto:postulacion@cenat.org)

2021

**Concurso Becas CeNAT-CONARE 2022**

Si eres estudiante de alguna universidad pública y estás a punto de comenzar tu pregrado de grado o maestría, te invitamos a participar en el primer concurso de becas que organiza CeNAT.

**Del 18 de febrero del 2022, a las 5 p.m.**

Se abre la convocatoria para las becas CeNAT-CONARE, un programa que pone a tu disposición financiamiento, uso de laboratorios de punta y asesoría especializada en los siguientes ámbitos:

- Geomática y Observaciones de la Tierra
- Biología
- Química
- Física
- Matemáticas
- Mecánica
- Ingeniería
- Ciencias de la Tierra
- Nanotecnología
- Computación Avanzada
- Ciencias Ambientales
- Observaciones de la Tierra
- Nanotecnología
- Computación Avanzada
- Ciencias Ambientales

Las bases y el reglamento del concurso están publicados en el sitio web del Centro Nacional de Alta Tecnología en la sección "Becas CeNAT-CONARE".

Para mayor información: [postulacion@cenat.org](mailto:postulacion@cenat.org)

2022

**Concurso Becas CeNAT-CONARE 2023**

Si eres estudiante de alguna universidad pública y estás a punto de comenzar tu pregrado de grado o maestría, te invitamos a participar en el primer concurso de becas que organiza CeNAT.

**Del 28 de noviembre del 2022 al 07 de marzo del 2023 se realizará la convocatoria para las becas CeNAT-CONARE, un programa que pone a tu disposición financiamiento, uso de laboratorios de punta y asesoría especializada en los siguientes ámbitos:**

- Geomática y Observaciones de la Tierra
- Biología
- Química
- Física
- Matemáticas
- Mecánica
- Ingeniería
- Ciencias de la Tierra
- Nanotecnología
- Computación Avanzada
- Ciencias Ambientales
- Observaciones de la Tierra
- Nanotecnología
- Computación Avanzada
- Ciencias Ambientales

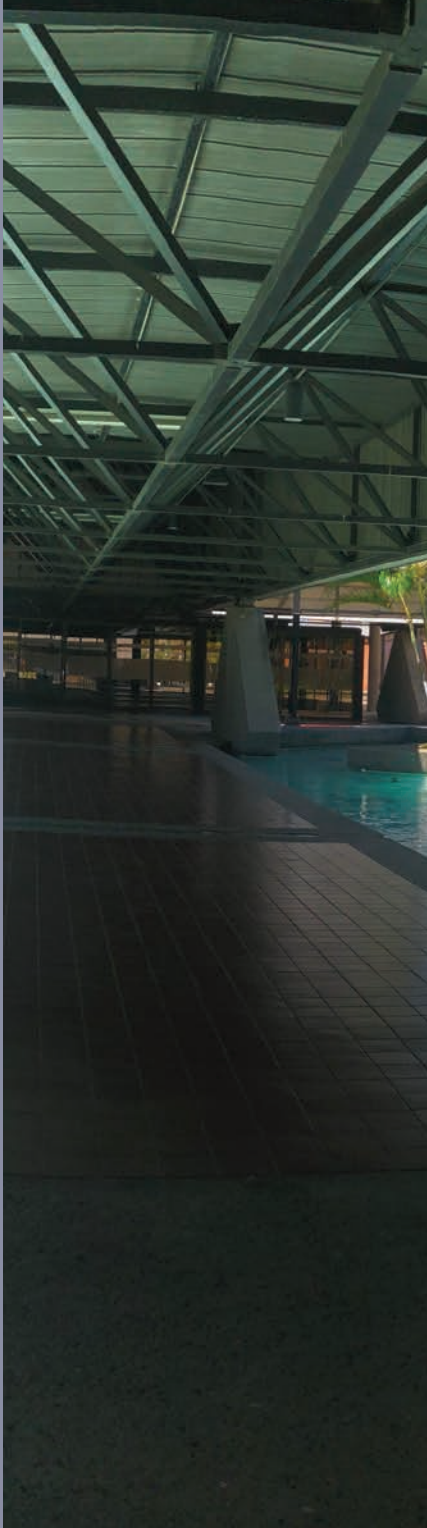
Las bases y el reglamento del concurso están publicados en el sitio web del Centro Nacional de Alta Tecnología en la sección "Becas CeNAT-CONARE".

Para mayor información: [postulacion@cenat.org](mailto:postulacion@cenat.org)





Histórico  
**de integrantes**  
de la Subcomisión



Para poder desarrollar y asegurar un proceso ordenado y transparente, los Vicerrectores de Investigación de las universidades miembro de CONARE conformaron la Subcomisión de Becas CeNAT-CONARE, que está constituida por el director general del CeNAT/CONARE o su representante y al menos un delegado de cada universidad, designado por las Vicerreorías de Investigación.

Además, cuentan con el apoyo de un integrante de la División de Coordinación de CONARE, la encargada de Comunicación del CONARE para la difusión de los concursos y el personal técnico y de soporte del CeNAT que sea requerido.

Esta Subcomisión se encarga de sentar las bases y reglamentos de los concursos anuales de selección de las becas, difundir el concurso a lo interno de las universidades, apoyar a los concursantes durante la fase de concurso, evaluar las propuestas presentadas, junto con los directores de los Laboratorios del CeNAT y emitir las recomendaciones finales de asignación de becas a los Vicerrectores de Investigación.



A lo largo de estos 10 años de las becas han sido miembros de esta Subcomisión:





#### CeNAT/CONARE

- |  |   |
|--|---|
|  Eduardo Sibaja Arias |  Karol Palma Odio        |
|  Allan Campos Gallo   |  Rubén Padilla Hernández |

#### Universidad de Costa Rica - UCR

- |   |  |
|---|--|
|  Filiberto Vega Cascante |  Fabián Herrera       |
|  Cristina Alvarado Ulloa |  Génesis Durán Zúñiga |
|  Jorge Pérez Astúa       |  |






#### Tecnológico de Costa Rica - TEC

- |  |  |
|--|--|
|  Erick Mata Montero       |  Teodolito Guillén Quirós |
|  Miguel Rojas Chaves      |  Laura Calvo Castro       |
|  Carmen E. Madriz Quirós |  Randall Chacón Cerdas   |
|  Edgar Ortiz Malavassi  |  Ricardo Starbird Pérez |

#### Universidad Nacional - UNA

- |  |  |
|--|--|
|  Gabriela Pino Chacón   |  Susana Méndez Alfaro |
|  Silvia Arguello Vargas |  |

#### Universidad Estatal a Distancia - UNED

- |   |  |
|---|--|
|  María Isabel Di Mare Hering |  Andrés Segura Castillo     |
|  Carlos Campos Vargas        |  Rodolfo Hernández Chaverri |
|  Laura Sánchez Calvo         |  |

#### Universidad Técnica Nacional - UTN

- |   |   |
|---|---|
|  Francisco Romero Royo |  Jéniffer Sánchez Acosta |
|  Maynor Vargas Vargas  |   |





CONSEJO NACIONAL  
DE RECTORES



**CeNAT**

Centro Nacional de Alta Tecnología

# MEMORIA

PROGRAMA DE BECAS

## CeNAT - CONARE

☎ (506) 2519-5835 | Fax: (506) 2232-0423  /centro.nacional.de.alta.tecnologia

✉ cenat@cenat.ac.cr  www.cenat.ac.cr

📍 1.3 km. norte de la Embajada de los Estados Unidos. Pavas, San José, Costa Rica