

# ALMA MATER

UNA INNOVADORA APLICACIÓN PARA EL LACTOSUERO  
SOBRANTE DEL QUESO.

**PP. 4-5**

UN NUEVO COLORANTE DESCUBIERTO POR UN  
INVESTIGADOR DE LA UDEA.

**PP.10-11**

MÁS ALLÁ DEL PAPEL MONEDA, LOS BILLETES SON  
COMO UNA OBRA DE ARTE.

**PP. 12-13**

PATENTAN PROCESO QUÍMICO PARA OBTENER  
BIOCRUDO A PARTIR DE ALGAS.

**PP. 16-17**

## Las raíces profundas de la guerra

A partir de sus recorridos por el Magdalena Medio tras los vestigios de la guerra, el artista Juan Manuel Echavarría encontró múltiples cementerios con tumbas de NN —del latín *nomen nescio*: «desconozco el nombre»—. Lo sorprendió un rito particular en Puerto Berrío, Antioquia, donde los pobladores adoptan NN —o sus ánimas— para pedirles favores. El autor hace una profunda lectura del conflicto armado en Colombia en una exposición que se encuentra en el Muua.

**PP. 18-19**



Las relaciones entre los hongos y los cánceres humanos son múltiples, se dan para bien y para mal y muchas veces a escala microscópica, más allá de lo evidente, incidiendo en el crecimiento o la disminución de procesos que derivan en esta enfermedad. Además, algunos componentes de hongos como la psilocibina pueden ser benéficos para sobrellevar los efectos psicológicos que generan las radio o quimioterapias en los pacientes.



**NATALIA PIEDRAHITA TAMAYO**  
Periodista  
natalia.piedrahita@udea.edu.co

## #UDEACIENCIA

# Encuentros y desencuentros de los hongos y el cáncer

**Los hongos** —el reino fungi— pueden relacionarse con muchos organismos de la naturaleza para generar asociaciones benéficas. Algunos ejemplos célebres son *Saccharomyces cerevisiae* o levadura que propicia la fermentación del pan y la cerveza para consumo humano; también *Penicillium chrysogenum* o *notatum*, mejor conocido como el hongo del que se extrae la penicilina, el antibiótico que cambió el curso de la historia del tratamiento de las enfermedades humanas. Asimismo, gracias a las levaduras se han conocido muchas particularidades de los cánceres en humanos.

En algunas circunstancias, los hongos también se relacionan con los mecanismos de expansión de enfermedades crónicas como el cáncer, ya que poseen unos componentes llamados micotoxinas, mohos productores de toxinas que inhiben o aceleran su crecimiento. En Colombia existe una regulación para productos que las contienen como el arroz, las carnes procesadas y el alcohol, que, en situaciones de consumo recurrente, pueden derivar en cánceres como los de hígado, cuello uterino o mama.

«El consumo crónico de alcohol puede alimentar una levadura que se llama *Candida* y que se nutre de los restos de azúcares de las bebidas alcohólicas que quedan en la boca y las transforman en una especie de carcinoma bucal o digestivo. Cuando la *Candida* se sale de control en la boca o en el páncreas puede atacar. El cáncer en este último órgano es uno de los de más altos índices de mortalidad», puntualizó Jessica Sepúlveda Rivera, bióloga, investigadora y egresada de la Universidad de Antioquia, quien en la actualidad estudia, en su proyecto de maestría, la caquexia, que es un síndrome asociado al cáncer que provoca la pérdida de músculo esquelético y grasa.

La investigadora aseguró que algunos hongos que producen micotoxinas como *Aspergillus spp.* y *Fusarium spp.* pueden estar relacionados con el surgimiento de los cánceres humanos. Es una relación —véase destacado— que se da a escala microscópica e incide en el crecimiento o la disminución de ciertos procesos que derivan en patologías relacionadas con esta enfermedad.

Para buscar soluciones, según Sepúlveda Rivera, es importante reconocer el carácter cambiante del cáncer y estudiar cómo evade los ataques del sistema inmune: las células implicadas en estos procesos se dividen, se desplazan y pueden colonizar otros órganos —metástasis—.

Aunque es difícil encontrar una cura para esta enfermedad, «esa búsqueda nos habla de lo específico; ningún cáncer es igual a otro, cada cuerpo lo desarrolla de un modo singular. Algunos sistemas inmunes son avasallados por su presencia y se quedan, otros, terminan derrotándolo. A escala global se investiga la cordicepina como inhibidor de la producción de sustancias proinflamatorias que se activan en el caso de enfermedades crónicas como esta. En otras culturas, del Medio Oriente, se consumen grandes cantidades de champiñones portobello, ya que creen que puede matar las células cancerígenas».



Las relaciones entre los hongos y los cánceres humanos han sido estudiadas en institutos y academias de países como Estados Unidos e Inglaterra; no son tan investigadas en Colombia. Se destacan trabajos como *Terapia asistida por psilocibina para el tratamiento de la ansiedad relacionada con el cáncer en pacientes con cáncer metastásico*, del Consorcio de Cáncer de la Universidad de Washington, el Centro Médico Johns Hopkins Bayview y el Instituto de Cáncer Dana Farber.



Imagen de referencia. Hongos alucinógenos. Foto: PXhere.

En el caso de la Universidad de Antioquia se destaca el reconocimiento de la funga local que se ha dado en medio de análisis de grupos como el de Taxonomía y Ecología de Hongos —Teho—, BioMicro y de Microbiología y de la Asociación Colombiana de Biología Evolutiva —Colevol—, entre otros.

### Aportes de los hongos a la investigación del cáncer

Existen unos hongos en particular que han llamado la atención de varios investigadores en el mundo; se trata de los psilocibios, que por sus propiedades alucinógenas han sido especies estigmatizadas, pero que, vistas desde sus usos clínicos, podrían tener un enorme valor.

«Comúnmente conocidos como hongos alucinógenos, estas especies de funga contienen componentes como psilocina y psilocibina, que son estructuralmente muy similares a la oxitocina, un neurotransmisor que regula los estados de ánimo y de ahí viene su potencial terapéutico», explicó Carolina Chegwig Angarita, docente e investigadora de la Universidad Nacional de Colombia en el área de química de macromicetos.

En los años recientes ha crecido el interés en los hongos psicodélicos por su potencial terapéutico para los tratamientos para la depresión y trastornos psiquiátricos, entre otras afecciones médicas. De hecho, la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos —Food and Drug Administration, FDA, por sus siglas en inglés— publicó este año la primera guía preliminar de medicamentos psicodélicos, con consideraciones básicas para el desarrollo de fármacos a partir de «psicodélicos clásicos», tales como el LSD, el MDMA —metilendioximetanfetamina, también conocida como éxtasis— o la psilocibina.

Este año, Australia se convirtió en el primer país del mundo en clasificar los psicodélicos como medicamentos. A partir del primero de julio de 2023, psiquiatras autorizados pueden recetar en ese país MDMA para el tratamiento del trastorno de estrés postraumático y de psilocibina para la depresión persistente. En Colombia, aún en el tema de los psicotrópicos —como el yagé, que también es común—, no hay regulación. A pesar de que los tratamientos con psilocibina y otros medicamentos alucinógenos aún son experimentales, ha habido avances.

«En la historia del tratamiento del cáncer el paciente es el menos consultado. Jamás le preguntan a alguien si quiere tener una cirugía, la mayoría de las veces se hace para remover lo que haya que remover. Debemos reaprender el arte de curar: en Occidente peleamos contra el cáncer, en Oriente lo asumen. Son pocos los organismos de la tierra a los que no les da cáncer: la vida de los multicelulares está marcada por él. Y en este punto aparece la psilocibina como esperanza», aseveró Sepúlveda Rivera, quien también es miembro de Colevol.

En los últimos años se ha demostrado que cuando alguien es diagnosticado, la radioterapia mata no solo las células cancerígenas, sino las normales, y con ello se debilita el sistema inmune. Ambos investigadores explicaron que, al ser un proceso personalizado, muchas veces los diagnósticos y tratamientos —radioterapia y quimioterapia— por lo general afectan el sistema nervioso. En medio de esto, la psilocibina es un potencial reductor de la ansiedad y la depresión, con dosis controladas y fines médicos.

Normalmente se toma una cápsula de psilocibina en ayunas, se descansa dos días y se vuelve a tomar. El tratamiento dura dos meses y se establecen tiempos entre uno y otro para evitar la resistencia a la psilocibina. Esto se conoce como el método James Fadiman. En Colombia no se sabe mucho de la química de los hongos nativos, pero urge que estos sean analizados, no tanto porque curen, sino porque ayudarían a mejorar la salud mental y, así, la calidad de vida de las personas con cáncer. **ALMAMATER**

El lactosuero, residuo de la leche que se genera en la elaboración del queso, es la materia prima de unos empaques y envases que están en pruebas piloto, en el marco de un proyecto desarrollado por investigadores de tres unidades académicas de la UdeA. El desarrollo también puede servir para ayudar en la disposición final de este desecho que, por ser muy contaminante, debe cumplir con normas estrictas.



**CARLOS OLIMPO RESTREPO S.**  
Periodista  
olimpo.restrepo@udea.edu.co

## #UDEACIENCIA

# Un envase para que el queso fresco dure más tiempo

**Si en** pocos días el queso fresco que usted tiene en la nevera empieza a oler feo, así no haya pasado su fecha de vencimiento, no es que esté malo, pero seguramente nadie se lo va a comer. Esto es producto de la oxidación —descomposición natural de los alimentos al someterse al oxígeno o a la luz, entre otros elementos— que se acelera a veces con los recipientes en los que se guardan o con los envases plásticos en los que se venden.

Este problema podría quedar pronto atrás gracias a un proyecto en el que participan tres investigadores de distintas unidades académicas y una estudiante de maestría, todos de la Universidad de Antioquia, quienes ya tienen muy avanzados los desarrollos de bandejas y envases a partir de lactosuero, el residuo de la elaboración de queso, cuajada y otros derivados de la leche.

Este residuo líquido es de difícil disposición final y no se debe llevar a rellenos sanitarios y, mucho menos, tirar por alcantarillados o arrojar en espacios naturales. Por ello, las compañías lecheras evaporan el agua, lo cual deja como resultado un polvo que es con el que trabajan los investigadores de la UdeA para este proyecto.

Todo surgió en una conversación de amigos en 2021. Diana Granda, docente de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias —Cifal— de la UdeA, lleva varios años trabajando con diferentes materiales que pueden usarse como envases biodegradables para alimentos, y en ese momento trabajaba en un proyecto para formular un compuesto a partir de los lactosueros, que le sirviera a sus investigaciones.

«Aquí unimos la línea de investigación de residuos agroindustriales y le ponemos diferentes compuestos para que estos sirvan de conservante natural para los alimentos. Y ahí empezamos a cruzarnos con diferentes profesores», recordó la investigadora del grupo Biotecnología de Alimentos.

Por esos días conversó con Felipe Otálvaro, profesor del Instituto de Química de la UdeA, quien mencionó que tenía un producto con alta capacidad antioxidante, que estaba desarrollando en el grupo de investigación Síntesis y Biosíntesis de Metabolitos Naturales —SIN-BIO-ME-NA— pero no tenía dónde aplicarlo, para saber realmente para qué servía esa capacidad antioxidante.



Los profesores esperan iniciar en unos meses el proyecto piloto, paso previo para llevar a la producción industrial. Fotos: Dirección de Investigación y Desarrollo

«Tengo un compuesto que quiero evaluar, úsalo en tus envases a ver si sirve», dijo Otálvaro sobre el antioxidante, del que tenía apenas unos microgramos. A la profesora Granda esto le abrió una nueva posibilidad y le aceptó la propuesta, solo que necesitaba cuatro gramos para la escala del proyecto.

En la conversación también estaba Ricardo Mesías, candidato a doctor en Ingeniería de Materiales, quien desarrolla proyectos similares a partir de residuos de plantas y frutas. «Mi línea de investigación en el Grupo de Materiales Poliméricos, desde la maestría y ahora en el doctorado, es trabajar con residuos poscosecha del cacao, el café, la piña, el plátano, etc. Por eso, cuando se dio esta conversación les planteé que ya tenía buena experiencia en este campo y que contaba con los equipos para trabajar en el laboratorio y para escalar el proyecto a piloto», explicó el investigador de la Facultad de Ingeniería de la UdeA.

Decidieron entonces presentarse a una convocatoria del Comité para el Desarrollo de la Investigación —CODI— en 2021, con el fin de conseguir recursos para su proyecto, y lograron ser aceptados en el mismo. «Desarrollo de una bandeja biodegradable con la incorporación del antioxidante natural *Lachnanthocarpon* como envase activo para alimentos lácteos» fue el nombre que le dieron.

### Bases para el trabajo

Lo primero que motivó a la investigadora Granda y a los investigadores Otálvaro y Mesías, junto con la estudiante de maestría en Ciencias Farmacéuticas y



n de Comunicaciones / Alejandra Uribe F.

Alimentarias Milanyela Ramírez, fue su interés por desarrollar productos respetuosos con el medioambiente, como lo muestran algunos de sus proyectos anteriores. Y a esto le agregaron que, en 2022, cuando ya avanzaban en su nuevo estudio, se promulgó la Ley 2232 sobre plásticos de un solo uso, que busca incentivar la utilización de envases y envolturas biodegradables más amigables con el ambiente o que se puedan reciclar.

Para el caso de los lácteos, los científicos empezaron a estudiar y probar la inocuidad del envase y las bandejas, pero también a buscar un producto que ayudara en la preservación de quesos, cuajadas, leche líquida y en polvo sin alterar su composición ni sabor, y que a la vez cumpliera con la Ley 2232 y diferentes normas sobre lactosueros, algo esencial para poder ofrecérselo a la industria lechera.

«Trabajamos con la infraestructura y la experiencia del profesor Ricardo para hacer materiales a partir de residuos y aplicamos eso con lo que teníamos en el laboratorio de Biotecnología de Alimentos de Cifal», anotó Diana Granda, quien precisó que se trataba de almidones de yuca y proteínas provenientes del lactosuero.

A partir del lactosuero y el almidón de yuca combinados empezaron a hacer pruebas y lograron crear diferentes modelos hasta llegar a definir la formulación para lograr dos formatos de materiales para el envase: una lámina —similar al papel plástico de cocina— y una bandeja, a las que le sumaron el antioxidante desarrollado por Felipe Otálvaro.

Como se dijo antes, para la prueba se necesitaban cuatro gramos del antioxidante desarrollado en SIN-BIO-ME-NA, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. «En una investigación de ciencia básica encontramos un compuesto que superaba casi en el doble a la vitamina E en su capacidad antioxidante, lo sintetizamos en tubos de ensayo, pero para obtener la cantidad que Diana dijo necesitábamos hacer una investigación aparte, entonces me puse a trabajar en esto, para poder llevar el compuesto a una escala más grande, en la que los ingenieros pudieran aplicarlo», señaló Otálvaro.

«Obtuvimos lactosuero suministrado por una empresa de Antioquia para hacer nuestros envases y bandejas con diferentes formulaciones más el antioxidante, luego tomamos un queso fresco comercial de la misma marca, lo dividimos en tres partes iguales, dejamos una de ellas en el envase comercial y las demás en las bandejas y en las láminas elaboradas para probar su comportamiento», explicó la docente Granda.

«Quedamos muy sorprendidos porque vimos que el desempeño del antioxidante fue muy bueno. Cuando comparamos la degradación del queso en su empaque original con los que estaban en el nuevo material obtenido el resultado fue de aproximadamente un 60 % o más en su conservación», anotó Mesías.

La prueba se hizo durante un mes, en el que los tres bloques del mismo queso estuvieron expuestos a la luz directa de una bombilla, en la misma parrilla de una nevera en el laboratorio de Biotecnología de Alimentos. Al destaparlos, el del envase comercial tenía un olor muy fuerte, pero los demás —el de la lámina y la bandeja— conservaban casi el mismo aroma del día en que empezó la prueba.

«Hicimos una medición en el laboratorio de compuestos volátiles —gases— en el cromatógrafo, que ayuda a identificar con precisión sus características. Y también hicimos un estudio de un panel sensorial compuesto por personas que huelen y comen el queso, pertenecientes al Laboratorio de Análisis Sensorial de Cifal, y con esto confirmamos la efectividad de la formulación que incluyó el antioxidante», precisó Diana Granda.

Por ahora, el proyecto finalizó su etapa de estudio en el laboratorio y espera pasar en los próximos meses a etapa piloto, donde se harán bandejas y láminas más grandes. La fase previa a la producción industrial con el fin de llevar un nuevo producto a la economía del país y contribuir a la disminución de la contaminación del planeta. **ALMAMATER**



Los investigadores Diana Granda y Ricardo Mesías durante una parte del armado de los envases y las bandejas en escala pequeña.

Algunos árboles son maestros de resiliencia, y ante situaciones desfavorables despliegan inesperadas dinámicas de supervivencia. Este es uno de los hallazgos del grupo de investigación en Ecología Aplicada de la Facultad de Ingeniería, que a través del proyecto Siccus Andes se ha focalizado en el estudio de las respuestas de cinco especies nativas ante la sequía generada por los efectos del cambio climático en las montañas.



**NATALIA PIEDRAHITA TAMAYO**  
Periodista  
natalia.piedrahita@udea.edu.co

#UDEACIENCIA

# Reacciones del bosque tropical andino ante la sequía



Montaje experimental en campo en el corregimiento de San Félix, en Bello, Antioquia. El suelo de los árboles fue cubierto con plástico para simular la falta de lluvia.  
Fotos: cortesía Laura Victoria Cano Arboleda.

**La biota** del bosque montano de los Andes del norte —es decir, el del norte de Suramérica, territorio en el que está Colombia— tiene reacciones diversas ante eventos de extrema sequía. En muchos casos las especies tienden a extinguirse, en otros pueden desplegar estrategias de supervivencia con las que modifican su funcionamiento y dinámicas para adaptarse a las condiciones del estrés hídrico derivado de cambios en las condiciones ambientales, como las procedentes del calentamiento global.

A través del proyecto Siccus Andes, del grupo de investigación en Ecología Aplicada, de la Facultad de Ingeniería, en alianza con la Universidad CES, los académicos estudian árboles como el drago —*Croton magdalenensis*—, el amarabollos —*Meriania nobilis*—, el chachafruto —*Erythrina edulis*—, el roble de

tierra fría —*Quercus humboldtii*— y el chagualo —*Clusia sp.*—, que representan la alta diversidad de los bosques andinos, para describir las respuestas que estas especies de bosque tropical exhiben y así enfrentar los potenciales efectos de sequías que ocurren en ellos. *Siccus* es la raíz latina de la palabra seco, condición que se está instalando —cada vez más— en los bosques andinos.

«En términos globales, se ha analizado, a través de observatorios meteorológicos, que los cambios de temperatura se manifiestan más rápidamente en las regiones de montaña, ya que en zonas planas la temperatura es más constante que en

las elevaciones. La región norte de los Andes es una de las más biodiversas del mundo y con el cambio climático muchas de sus especies se ven más amenazadas», dijo Juan Camilo Villegas Palacio, profesor e investigador de la Escuela Ambiental de esta Facultad.

El experimento se desarrolló en dos ambientes: el invernadero de la Universidad CES y en San Félix, corregimiento de Bello-Antioquia, bajo condiciones naturales, y en ellos se investigan las características morfológicas, fisiológicas (como la fotosíntesis y la respiración) y anatómicas de los árboles para identificar sus respuestas ante la sequía. Hasta hoy se han observado diversas reacciones que evidencian que, ante el estrés, ciertos árboles despliegan su plasticidad —propiedad de los seres vivos para adaptarse a situaciones imprevistas— para sobrevivir. Las respuestas varían en el caso de estas cinco especies.

«La medición nos ha mostrado como resultado preliminar que el chachafruto, el roble de alta montaña y el chagualo modifican sus funcionamientos y son más resilientes, mientras que el amarrabollos es altísimamente vulnerable a la sequía. Si una especie evolucionó para vivir bajo ciertas condiciones ambientales y, de repente, estas cambian abruptamente, esta especie podría incluso llegar a extinguirse, pero algunos árboles nos dan sorpresas, ya que ante la sequía, modifican su funcionamiento para aclimatarse. Sin embargo, esta capacidad no es infinita», precisó Villegas Palacio, quien en la actualidad participa también en un proyecto sobre aclimatación de bosques montanos y respuesta al cambio de temperatura de la Universidad de Exeter, Reino Unido.

Una de las estrategias «plásticas» de estos árboles para responder a cambios en la temperatura es la aclimatación, es decir, que modifican su forma física o sus funciones para adaptarse a los cambios ambientales. Esto se traduce en que en algunos casos crecen más lentamente y se demoran para llegar a la madurez reproductiva; también pueden modificar las características de sus hojas o la proporción de biomasa entre las raíces y las partes aéreas —tallos y hojas— para buscar más agua, o modificar la absorción de dióxido de carbono y la transpiración nocturna para no

Este proyecto se formuló con la Universidad CES, en el marco de «SOS-Cuenca: sostenibilidad de sistemas ecológicos y sociales en la cuenca Magdalena-Cauca bajo escenarios de cambio climático y pérdida de bosques», del cual ha salido una tesis de doctorado y tres de maestría asesoradas por los docentes de ambas universidades.

tener que intercambiar gases con la atmósfera en el día. Todo depende de las capacidades de cada especie, y en los casos de las que las aplican les permite sobrevivir.

#### ¿Quién es el más resistente ante las condiciones del cambio climático?

Los resultados preliminares evidencian que, entre las especies evaluadas, los dragos, el roble de tierra fría y el chagualo son resilientes a la sequía. Y en el caso del amarrabollos —una especie icónica de nuestras montañas—, es más vulnerable y puede verse afectado de manera más amplia por perturbaciones ambientales como la sequía. Ante un incremento de temperatura, puede extinguirse rápidamente.

«Todas las especies tenemos un nicho ecológico donde podemos funcionar, crecer y reproducirnos. El nicho climático tiene que ver con la distribución de especies en el territorio. Una de las manifestaciones de las especies resilientes es que amplían su nicho climático, pero no pueden desbordar unas capacidades en ningún caso. Hay especies que se reproducen muy despacio pero certeramente, otras lo hacen rápido, pero tienen poca resiliencia ante estos eventos», concluyó Laura Victoria Cano Arboleda.

Las investigaciones del grupo de investigación en Ecología Aplicada permiten proyectar el impacto del cambio climático en los bosques de los andes colombianos. Aunque por ahora se han tenido hallazgos respecto al aumento de temperatura y déficit de agua, en el futuro se plantean trabajos sobre el impacto de eventos extremos de calor y otras perturbaciones asociadas con el cambio climático actual. **ALMAMATER**



Montaje experimental con plántulas ubicado en invernadero de la Universidad CES.

Integrantes del Grupo de Investigación en Salud Mental proponen un artículo de divulgación sobre la relación entre diferentes indicadores de salud mental y biomarcadores cardiometabólicos, para predecir posibles riesgos de enfermedades a corto y largo plazo en estudiantes de regiones de Antioquia expuestos al conflicto armado.



**DIANA GÓMEZ,  
TATIANA HERRERA Y  
NATALIA TRUJILLO**  
diana.gomez@udea.edu.co

## #ANÁLISISACADÉMICO

# Estrés asociado al conflicto armado colombiano en la salud de estudiantes

**En el** marco del conflicto armado, la exposición a situaciones como el reclutamiento, el desplazamiento y la desaparición forzada, los secuestros de individuos, familiares o conocidos han sido un factor desencadenante de estrés en la población colombiana.

Para hacer frente a la tensión que provocan estos eventos, nuestro cuerpo tiende a adaptarse mediante la activación de respuestas corporales que permiten la «lucha» o «huida» como mecanismo de supervivencia. Algunas de estas son la secreción de hormonas desde el sistema endocrino como la adrenalina y el cortisol, la elevación de la presión arterial y otros efectos a nivel cardiovascular y desde el sistema metabólico, generando, por ejemplo, una mayor producción de azúcar —como fuente de energía— que viaja por el torrente sanguíneo. Las múltiples respuestas desde los diferentes sistemas del cuerpo se desencadenan con el fin de protegernos, pero tan pronto se elimina la amenaza, el mismo cuerpo se encarga de producir sustancias químicas para que podamos volver a un estado normal.

Mientras tanto, cuando la respuesta al estrés no se «apaga» adecuadamente durante un largo período de tiempo se genera un estrés crónico cuya respuesta tiende a ser desadaptativa,



Los investigadores encontraron que la exposición de los estudiantes de la UdeA al conflicto armado puede conducir a una mayor sensación de soledad y una disminución en sus redes de apoyo sociales. Foto: María Camila Monsalve Ardila.



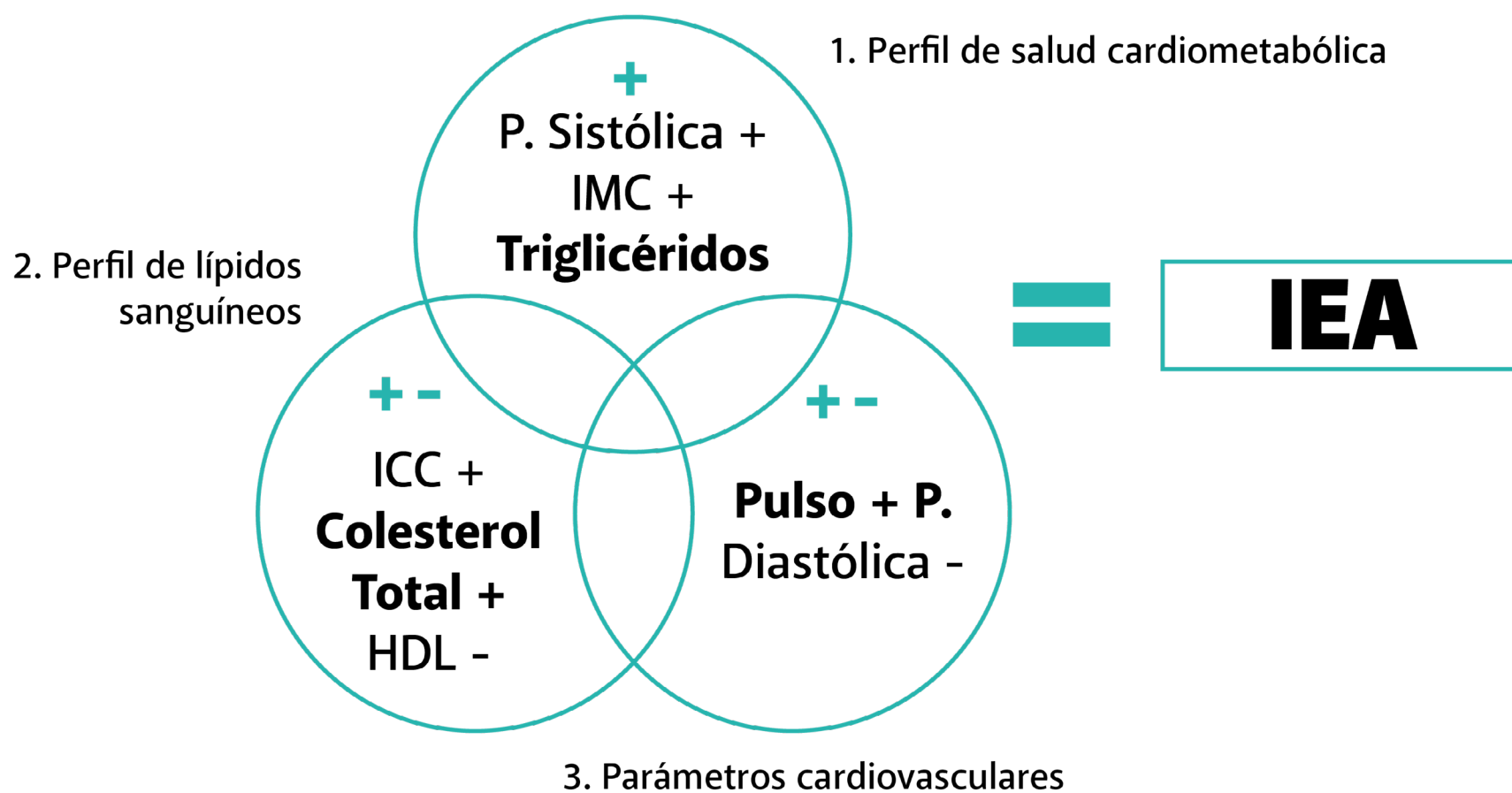


Figura 1. Agrupación de los biomarcadores cardiometabólicos que constituyen el IEA según un análisis de los componentes principales

lo cual se conoce como «carga alostática», término que hace referencia a un desgaste progresivo del cuerpo debido a la exposición prolongada al estrés. Esto se puede evidenciar en poblaciones crónicamente expuestas al conflicto armado colombiano, el cual se ha caracterizado por su larga duración. La carga y sobrecarga alostática produce un descontrol en varios sistemas del organismo, siendo esto un factor significativo que contribuye al envejecimiento acelerado y a la mala salud de las personas, ocasionando, por ejemplo, un mayor riesgo de aparición y progresión de enfermedades del corazón como la alta presión sanguínea, elevación de los niveles de azúcar en la sangre —diabetes *mellitus*—, obesidad, taponamiento de las arterias —aterosclerosis—, riesgo de trombosis, arritmias cardíacas, infarto, así como trastornos mentales como ansiedad y depresión.

Por ello, un grupo de investigadores de alto nivel vio necesario entender el efecto producido de la carga alostática en los jóvenes de comunidades expuestas al conflicto armado en las diferentes regiones de Antioquia. Así, se espera tener una base científica para proponer intervenciones adecuadas a los decisores políticos para reducir sus efectos.

El equipo, que ya ha hecho investigaciones sobre grupos directamente expuestos al conflicto, consta de investigadores adscritos a varios grupos de investigación de la Universidad

de Antioquia y del Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín —ITM—, en alianza con investigadores de la Universidad Adolfo Ibáñez de Chile, que, apoyados por el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, evaluaron a estudiantes de la Alma Mater de regiones geográficas de Antioquia con alta y baja exposición a la violencia en el marco del conflicto armado, para analizar si esta exposición pudo originar factores de riesgo para su salud —principalmente cardiometabólica y mental— desde la búsqueda de marcadores biológicos de estrés.

Con la intención de medir la carga alostática asociada a la exposición al conflicto armado y entender cómo factores estresantes externos afectan a nuestro cuerpo, se ha calculado un índice de estrés alostático —en adelante IEA—, ajustado a nuestra población. En este sentido, para calcular el IEA se analizaron específicamente variables biológicas asociadas al sistema cardiovascular y metabólico: presión arterial —diastólica y sistólica—, frecuencia del pulso, circunferencia de la cintura y la cadera —para calcular el índice cintura/cadera —ICC—, la talla y el peso —para calcular el índice de masa corporal —IMC—, niveles de colesterol total, triglicéridos séricos y lipoproteínas de alta densidad —HDL—.

Para el análisis de tales marcadores biológicos de estrés y calcular el IEA, a los estudiantes que voluntariamente participaron del estudio

se les tomaron muestras biológicas de sangre y saliva, medidas antropométricas y datos del perfil cardiovascular. Adicionalmente, para indagar por aspectos relacionados con la salud mental, se aplicó un cuestionario psicológico. El objetivo de este estudio fue establecer la utilidad del biomarcador IEA en la predicción de desenlaces en salud mental y cardiometabólica, en individuos de regiones geográficas de Antioquia con alta y baja exposición a la violencia en el marco del conflicto armado.

Cabe preguntarse, ¿cuál es la relevancia de indagar por este índice de estrés? Pues bien, el tema cobra importancia por el hecho de que el IEA tiene el potencial de ser una herramienta útil para evaluar la salud de manera integral y, mediante la combinación de biomarcadores, es decir, diferentes medidas biológicas —presión arterial, colesterol—, facilita la identificación del estrés acumulado en el cuerpo, ayudando a realizar una predicción efectiva de algunos factores de riesgo que podrían surgir del estrés crónico.

Los referidos biomarcadores cardiometabólicos fueron posteriormente transformados en puntajes resumidos, en los que los valores más altos, de acuerdo con los puntos de corte clínicos estandarizados, indican una mayor evidencia de tensión en el sistema corporal en respuesta a los factores estresantes, y los valores más bajos indican una adaptación más exitosa a estos. [ALMAMATER](#)

A finales de 2023, la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos aprobó el uso y la comercialización del colorante azul de jagua, un pigmento desarrollado por la empresa colombiana Ecoflora Cares a partir del descubrimiento hecho por Luis Fernando Echeverri, doctor en Ciencias Químicas e investigador del grupo de Química Orgánica de Productos Naturales —QOPN— de la Universidad de Antioquia.



**ANDREA CAROLINA VARGAS MALAGÓN**  
Periodista  
acarolina.vargas@udea.edu.co

**#UDEACIENCIA**

# El azul de jagua, el colorante natural que se descubrió en la UdeA

**Si tuviera** que mencionar los alimentos y las bebidas de color azul que conoce, ¿cuántos cree que lograría enunciar? Probablemente le tome algo de tiempo hacer el ejercicio mientras intenta recordar, y al final bastarían los dedos de ambas manos, si no es que menos, para contarlos, y es que este color en particular es muy difícil de encontrar en la naturaleza, por ello, el que se haya logrado extraer un pigmento de esta tonalidad a partir del jugo de una fruta nativa del trópico americano es un hito para la ciencia y la industria alimentaria.

«Hace muchos años unos estudiantes de un curso de fitoquímica —química de productos naturales—, del que soy profesor, hicieron una salida de campo a La Jagua de Ibirico, un municipio del Cesar. A su regreso llegaron al laboratorio todos manchados y con unas frutas en las manos diciendo, emocionados, “profe, vea este fruto que mancha la piel”. Tomé la jagua y mezclé su jugo con un aminoácido; lo que obtuve fue un color espectacular», narró Echeverri sobre cómo fue ese primer acercamiento con el que, más de 20 años después, sería el primer pigmento azul 100 % natural hecho en Colombia que le daría un vibrante color a la industria de alimentos, bebidas y cosméticos.

En el laboratorio permaneció el color azul de jagua descubierto por Echeverri como objeto de estudio más por curiosidad, pasatiempo y el disfrute de encontrar novedades en su área de conocimiento. Según contó el investigador, pasaron más o menos 10 años desde la obtención de ese primer tinte hasta que, sin buscarlo, coincidió con una investigadora de una empresa de Medellín dedicada al desarrollo de soluciones tecnológicas y servicios derivados de la biodiversidad para las industrias de alimentos, cosméticos y cuidado personal, quien se interesó en aquel color azul extraído de la jagua.

«Una investigadora de Ecoflora, Sandra Zapata, vino a tomar un curso que yo estaba impartiendo, y en el transcurso del mismo ella me comentó que en la empresa estaban teniendo dificultades con un material para tatuajes —también derivado de la jagua— que estaban exportando a Europa; lo estudiamos, hicimos ensayos y le dimos solución. Allí recordé lo que había logrado años atrás y con el excedente de uno de esos ensayos, junto a una mayor diversidad de reactivos del laboratorio, se repitió la misma reacción de aquella vez y de nuevo apareció un intenso y vibrante azul de jagua», contó Echeverri.

A partir de ese momento, y tras el interés del gerente y cofundador de Ecoflora, Nicolás Cock Duque, por el logro obtenido, dicha empresa realizó una alianza con la UdeA que le permitió iniciar un largo proceso de estudios, investigaciones y trámites administrativos que dieron lugar a la consolidación del colorante natural azul de jagua que se caracteriza no solo por tener una alta y brillante coloración, sino que además es inoloro, carente de sabor, cuenta con estabilidad al pH y la temperatura, es soluble al agua y completamente seguro para su uso según la reciente aprobación de la FDA —véase recuadro—.

Fueron más de 15 años de investigación de la mano de un equipo multidisciplinario de ingenieros químicos, biotecnólogos, químicos, agrónomos, biólogos e investigadores del grupo QOPN que arrojaron como resultados un trabajo de maestría sobre las estructuras del pigmento, un trabajo doctoral sobre la producción, estabilidad y propiedades del colorante, la obtención de dos patentes

—ambas propiedad de Ecoflora— y, finalmente, «la luz verde» para ingresar al mercado de la industria alimentaria y cosmética en diversos países, incluyendo Estados Unidos.

La primera patente estadounidense otorgada a este descubrimiento se obtuvo en 2011, relacionada con el método de preparación del colorante azul producto del jugo crudo sin procesar obtenido de la pulpa de la *Genipa americana*, mejor conocida como jagua, mezclado con glicina o con glicina más



Las especies de microalgas usadas para la elaboración de biocrudo por licuefacción hidrotérmica alcanzadas por Alejandra Uribe F.



### **Genipa americana**

Nombre científico de la fruta que comúnmente se conoce como jagua. Según un reporte publicado por el Instituto Humboldt en 2020, esta es una especie nativa de América tropical y en Colombia se encuentra con relativa abundancia en la región Pacífica y en Antioquia. Su cultivo ha demostrado un potencial para la recuperación de suelos degradados por la minería y el sobrepastoreo, protección de fuentes hídricas y ecosistemas naturales.

almidón para lograr su presentación en polvo. La glicina es el más pequeño de los aminoácidos que se pueden encontrar en el cuerpo humano.

Cinco años más tarde, en 2016, se obtuvo la segunda patente; en esa oportunidad, por el aislamiento de los compuestos del tinte que permitió plantear una propuesta de la estructura de la molécula del principal producto obtenible, un polímero azul. «La estructura de la molécula es la secuencia en la que se organizan

los átomos. Particularmente, la de este azul es muy compleja porque el color está compuesto de 4-5 sustancias minoritarias y una abundante», comentó Echeverri.

Frente al papel de la universidad en el desarrollo de esta invención, que ya se comercializa en diferentes países, el doctor Echeverri comentó, «la universidad es una fábrica de conocimientos y desarrollar este tipo de estudios permite brindar un servicio a la comunidad. Primero, porque pone a la biodiversidad al servicio de la sociedad; segundo, porque se le da una utilidad, más allá de contemplar un árbol y decir simplemente ¡ay, tan lindo!, y tercero, porque permite involucrar a las comunidades y generar más posibilidades sociales y económicas».

### **Aprovechar la biodiversidad con responsabilidad es posible**

La manera como la empresa Ecoflora ha dispuesto el modelo de negocio para la producción responsable y la comercialización del colorante azul es un ejemplo de que es posible aprovechar la biodiversidad de forma sustentable, pues no se trata de un proceso extractivista, por el contrario, las plantaciones comerciales de este árbol —para obtener la materia prima— contribuyen a la recuperación de los suelos degradados por otras actividades económicas como la minería y la ganadería.

Además, la empresa reconoce la importancia cultural que tiene la jagua para algunas comunidades, como los indígenas embera katio, quienes usan el jugo azul oscuro de la fruta para la elaboración de sus tatuajes, por lo que, siguiendo los parámetros del Convenio sobre la Diversidad Biológica —véase recuadro—, firmó acuerdos de distribución de los beneficios con varios grupos de la comunidad embera para producir el fruto de la jagua y que ellos también reciban beneficios —monetarios y no monetarios— de cualquier comercialización del colorante azul y de sus aplicaciones. **ALMAMATER**



Luis Fernando Echeverri, doctor en Ciencias Químicas e investigador miembro del grupo de Química Orgánica de Productos Naturales, quien descubrió el pigmento azul a partir de la jagua.

### **Administración de Alimentos y Medicamentos**

La FDA —Food and Drug Administration, por sus siglas en inglés— es la agencia gubernamental de Estados Unidos encargada de proteger la salud pública y de asegurar que los alimentos, excepto la carne de ganado, aves de corral y algunos productos de huevo regulados por el Departamento de Agricultura de EE. UU. sean seguros, saludables y sanitarios. Así mismo, debe garantizar que los medicamentos humanos y veterinarios, productos biológicos y dispositivos médicos destinados al uso humano cumplan con los mismos requisitos.

Hay quienes creen que el arte y el dinero son elementos opuestos; sin embargo, en los billetes confluyen los valores monetarios y la iconografía más fidedigna de nuestros próceres y otros personajes que guardan la memoria de los cambios culturales y políticos, así como fragmentos de emblemas y símbolos naturales que son comunes en el territorio nacional.



**NATALIA PIEDRAHITA TAMAYO**  
Periodista  
natalia.piedrahita@udea.edu.co

## #UDEACULTURA

# Los billetes son como galerías de la memoria

**Tome un** billete de \$ 2000 y observe cómo está representado: un grabado con el rostro de la artista envigadeña Débora Arango Pérez reluce en el anverso o cara principal. A su lado, en el centro, está una imagen más completa de ella, en la que se ve de cuerpo entero. Los azules son el color predominante; los trazos oscilan entre tonos índigos y aguamarinas. Antes de llegar al margen superior izquierdo en el que está el valor de la denominación en letras, números y el código Braille y el nombre de la moneda, se ven una hoja, una flor de lechoso —*Perebea xanthochyma*— y una colorida María Mulata.

En el reverso está el paisaje de Caño Cristales, en la Serranía de La Macarena, transitado por cardenales, aves de Suramérica y sus geografías. A su lado, en el margen superior derecho, el nombre de la pintora Arango Pérez y el logotipo es del Banco de la República. Todos estos elementos identifican a los colombianos porque hacen parte del patrimonio cultural de la nación.



### Un billete reivindicativo

Buena parte del material analizado por el investigador proviene de la colección de estampillas, monedas y billetes de su padre, que cuando Osorio Orozco era niño, le ayudó a clasificar. Mientras separaba las imágenes de avifauna, flora y monumentos fue adquiriendo el gusto por el dibujo y eso nutrió sus estudios de arte y, posteriormente, esta investigación.

Su billete preferido es el de Policarpa Salavarrieta, el de \$10 000 emitido en 1995, que se basó en un retrato que realizó el artista José María Espinosa Prieto. También el de Eulalia Tapí, joven indígena emberá katío, realizado por la diseñadora Liliana Ponce de León, que circuló a partir de 1992. Este último es el único billete de la historia de Colombia que no es homenaje póstumo.

«Los hechos fundamentales de la historia colombiana están allí. La reivindicación de la mujer como participe de la democracia y su derecho al voto, la grandeza de los pueblos indígenas, las conquistas de la libertad. Más recientemente, se han destacado artistas como Débora Arango y creo que estamos en mora de hacer un billete de Fernando Botero», opinó.

### Billete de \$10 000

#### Policarpa Salavarrieta.

Sobresale en el anverso del billete un grabado con la efigie de Policarpa Salavarrieta Ríos, más conocida como La Pola, basado en un óleo de José María Espinosa Prieto, que se guarda en el Museo Nacional de Bogotá. En el reverso se ve una panorámica de la plaza de Guaduas, Cundinamarca. La imagen se basa en una acuarela del inglés Edward Walhouse Mark. El material de impresión original de este se realizó con Thomas de la Rue & Co, en Inglaterra y Malta; posteriormente, la impresión fue local.



### Billete de \$10 000

#### Eulalia Tapí.

Fue el primer billete de 10 000 pesos y conmemoró el quinto centenario del descubrimiento de América. En el anverso se ve a la indígena de la comunidad emberá katío; a su derecha, aparece un poporo de oro quimbaya. En el centro del papel moneda se aprecia un dibujo de dos carabelas tomadas, a su vez, de un grabado italiano en madera de 1493, que representa la llegada de Colón a América. En el reverso se ve un conjunto de aves y, en la parte central, se observa un fragmento del primer mapa completo de la Tierra —1507— de Martín Waldseemüller, impreso en el monasterio de Saint-Dié, en Lorena, Francia.



Más allá de su valor monetario, y así no sean apreciados en detalle, los billetes son como una obra de arte: «Por la manera en la que técnicamente se hace, un billete es un grabado a punta seca tipo Francisco de Goya o Maurits Cornelis Escher, referentes internacionales de esta práctica. La viñeta de cada uno está extraída del arte plástico nacional: los retratos que conocemos de los próceres se basan en las obras de José María Espinosa Prieto, pintor santafereño que participó en las batallas de independencia de la Nueva Granada», comentó Jorge Juan Osorio Orozco, historiador del arte e investigador de la Facultad de Artes de la Universidad de Antioquia.

En sus pesquisas de notafilia —rama de la numismática que se dedica al estudio de billetes— publicó la investigación *Presencia de las artes plásticas en la notafilia colombiana* (2018), en la que el también artista plástico detalla por qué el papel moneda es una galería.

«Un billete articula y ambienta una historia con base en personajes, lugares y símbolos para generar una memoria cultural en aras de una cohesión social, es decir, que una persona en el Amazonas y otra en La Guajira se sientan colombianos por igual al ser tan diversos culturalmente y no conocer todas las latitudes del país. Es también un discurso hegemónico del Estado. Son personas que quedan en la memoria colectiva como protagonistas del surgimiento de una nación», sintetizó Osorio Orozco.

### Una historia de papel

1923 fue el año que el investigador puso como fecha de inicio del objeto de su estudio porque en ese momento Colombia unificó su banca, dejando un solo emisor de moneda oficial. Aunque hoy circulan billetes unificados para todo el territorio

colombiano, hubo una época en la que existieron muchos bancos con diferentes denominaciones de papel moneda.

«En las diversas repúblicas que fue Colombia hubo muchos billetes que emitían bancos privados como el de Pamplona, el de Facatativá y el de Jericó. Con toda la devaluación monetaria derivada de estos sistemas se tuvo que integrar una junta de conversión para nivelar la economía del país. En ese momento, el que fue otrora Banco Nacional se convirtió en el Banco de la República, con lo cual se unificó la banca en Colombia y se prohibió la emisión de billetes por parte de privados», explicó.

De 1923 a 1958 los billetes colombianos se hacían en su mayoría en Thomas de la Rue & Company Limited, en Londres. Como galería de arte, los billetes concentraron sus elementos nacionales, pero también mantuvieron sus visos de mestizaje cultural. Mario Baiardi, grabador y escultor italiano, fue quien instruyó a los primeros grabadores para que hicieran un papel propio, que denominaron «papel Colombia», para billetes en la imprenta de Paloquemao, en Bogotá, con lo cual se nacionalizó la fábrica en 1959, pero las tintas siguieron siendo extranjeras.

Las anécdotas que Osorio Orozco ha encontrado son determinantes para comprender la historia nacional y los imaginarios de los colombianos sobre sus próceres: «El artista José María Prieto pintó a estos héroes famélicos, sucios, flacos, después de las batallas. En 1923, el Banco de la República envió estas imágenes a las litografías de Monsieur Lemercier y Maurin, en Francia, y allí las retocaron y las devolvieron impecables, pulcras y limpias, como las pintaba Jean-Auguste-Dominique Ingres, con aires napoleónicos. Asimismo, se tomó la representación de la Mariana de la Libertad, como símbolo de las nuevas repúblicas latinoamericanas, y el gorro frigio, que simbolizaba la lealtad», narró. **ALMAMATER**

### Billete de \$ 20 000

#### Julio Garavito Armero.

Fue el primer billete de 20 000, diseñado por el artista Juan Cárdenas. En el anverso se observa el grabado del astrónomo Julio Garavito, acompañado de una cara de la luna vista desde la tierra sobre un fondo de la superficie lunar y sus cráteres. En el reverso se aprecia una imagen de la tierra vista desde la luna, Ambas imágenes se basan en fotografías tomadas en misiones espaciales en la década de 1960. Así mismo, se ve una pequeña viñeta del Observatorio Astronómico de Bogotá, del que Julio fue director por 27 años.



### Billete de \$ 2 000

#### José Celestino Mutis y Bosio.

Este billete reemplazó al famoso papel moneda de 200 pesos, conocido popularmente como «El Cafeterito». El anverso resaltó una imagen de la Expedición Botánica de José Celestino Mutis que se inspira en un retrato al óleo de Ricardo Gómez Campuzano. En el reverso se ve una parte del texto de la real cédula de Carlos III que dio origen a la Expedición y el monograma de Mutis en tono lila, realizado con una flor de clavellina —*Mutisia clematis*—, especie endémica descubierta por este científico español.



Cientos de millones de animales pequeños y medianos mueren cada año en cacerías de perros y gatos, tanto de los domésticos como de los que crecen en relativa libertad y de los ferales. Los seres humanos, que los han domesticado por siglos, tienen una gran parte de la responsabilidad en esta situación.



**CARLOS OLIMPO RESTREPO S.**  
Periodista  
olimpo.restrepo@udea.edu.co

## #UDEAANÁLISIS



Los gatos son unos grandes depredadores y, por tal razón, se debe tener una vigilancia mayor cuando viven en ambientes naturales, a fin de evitar problemas para los animales silvestres.  
Foto: Pixabay.

# Las mascotas ponen en riesgo a muchas especies silvestres

**Los gatos** son unos cazadores cuyo instinto, a pesar de la domesticación, permanece casi intacto. Los perros caseros no lo conservan con tanta fuerza, pero cuando se les da libertad o se les abandona en zonas naturales su descendencia puede recuperar las habilidades primarias y convertirse en animales ferales. Ambos son las mascotas más comunes en nuestro medio, y, de estas, los gatos figuran entre los depredadores que más animales pueden matar; por tal razón, pueden poner en riesgo la existencia de otras especies.

La alerta la han dado desde diferentes centros de investigación de Estados Unidos, Australia, Israel, Nueva Zelanda, México o Brasil, por citar solo algunos, que señalan el peligro que implica para la biodiversidad este comportamiento, pues entre las presas de los gatos figuran roedores, reptiles, insectos, aves, peces y hasta mamíferos medianos.

Este comportamiento no es solo atribuible a perros y gatos ferales —con vida e instintos silvestres—, pues también los que viven con alguna libertad entre sus casas y zonas naturales ocasionalmente atacan a otros animales.

En Colombia, según un informe presentado en el Congreso de la República el 30 de enero de 2023, hay alrededor de tres millones de mascotas abandonadas, cuya alimentación depende en gran medida de lo que ellos mismos cacen, y en la naturaleza encuentran una gran despensa, en especial los gatos, como muestra un estudio de 2022 publicado en la revista *Avian Conservation & Ecology* (<https://ace-eco.org/vol17/iss2/art16/>).

«Los animales ferales son los que implican un mayor riesgo para la fauna silvestre, pero los domésticos también son una amenaza, porque cada vez hay más encuentros entre domésticos y silvestres», dijo la profesora Claudia Ceballos, de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UdeA.

Esta investigadora atribuyó lo anterior a que las zonas urbanas se expanden más hacia ecosistemas y a que los gatos mantienen sus instintos muy bien preservados. El docente Alejandro Ramírez agregó que en el Valle de Aburrá, y en las áreas similares, se ha incrementado la presencia de zonas verdes y boscosas, «lo cual amplía la posibilidad de encuentros entre el mundo urbano y el silvestre».

El experto en fauna silvestre recordó que «los más abundantes son depredadores, que además tienen unas condiciones favorables para la cacería muy por encima de cualquier depredador silvestre, porque tienen personas que los ayudan, les proveen refugio y alimento, que les atienden sus enfermedades, entonces surge la condición ideal para cazar, de manera efectiva, todo el año».

Además de esto también hay riesgos epidemiológicos para la fauna silvestre por la contaminación generada por las mascotas, pues estas pueden transmitir virus, bacterias o parásitos a animales que no están preparados para contrarrestarlos.

### Investigaciones en desarrollo

Viviana Hernández Montoya, profesora de parasitología de la Escuela de Medicina Veterinaria, señaló que una investigación que se adelanta en el Valle de Aburrá ha encontrado parásitos de perros y gatos en las heces de algunas zarigüeyas, en especial en las que viven en zonas urbanas, lo que da una idea de la contaminación de espacios verdes por parte de las mascotas.

«Se puede estar dando un fenómeno de pseudoparasitismo en el que la zarigüeya no se contamina, sino que transporta los huevos de un sitio a otro y esto puede traer problemas para otras especies. Pero otros parásitos de nuestras mascotas sí pueden, eventualmente, afectar a las zarigüeyas», anotó la investigadora.

Y agregó que dentro de su estudio han atrapado perros y gatos, y hasta un conejo, en parques del Valle de Aburrá, «entonces debemos preguntarnos, como población, ¿qué es lo que estamos haciendo con nuestras mascotas, con nuestro ambiente y con los demás animales?, ¿cuál es el manejo que les damos y cuál es el efecto que causamos con esa tenencia en la naturaleza?».

Sara Salomé Muñoz, docente de la Facultad de Ciencias Agrarias y quien trabaja en conservación y manejo de fauna silvestre, también adelantó una investigación en áreas naturales protegidas del Valle de Aburrá, mediante la cual encontró

que enfermedades como el distemper, o moquillo, y el parvovirus, muy comunes en los perros, se han empezado a observar en zorroporros, especie silvestre que habita en algunos corredores verdes de esta región.

«Todas son consideradas áreas de recreación, por eso la gente puede ir allí con sus mascotas, muchas personas no les ponen trailla ni bozal a los perros, los dejan moverse libremente, no recogen sus heces. Este comportamiento puede llevar a que haya muchos animales silvestres afectados, aunque no hay estudios concluyentes», resaltó la investigadora.

La docente Claudia Ceballos indicó que, además, entidades ambientales como el Área Metropolitana y Cornare reportan cientos de animales silvestres atacados por perros, principalmente, «lo cual es un problema de bienestar muy difícil de manejar».

### En la UdeA no se deben tener mascotas

La mayoría de los espacios de las sedes y seccionales de la Universidad de Antioquia son propicios para la fauna silvestre, tanto para la permanente como para la migratoria, y con el fin de protegerla no está permitido el ingreso de mascotas, aunque a finales de 2023 se aprobó el protocolo para autorizar la entrada de perros de apoyo emocional (consulte s en la UdeA).

Las áreas de Gestión Ambiental y Seguridad a Personas y Bienes se encargan de atender las situaciones que se generan con las mascotas en los diferentes campus, con el fin de evitar afectaciones a la vida silvestre.

En alianza con el Área Metropolitana y el Centro de Bienestar Animal La Perla, el personal de vigilancia y de gestión ambiental de la UdeA trabaja para atrapar perros y gatos abandonados en la Ciudad Universitaria, para proteger a la fauna silvestre que se mueve por este corredor verde, comprendido entre el cerro El Volador y el Jardín Botánico de Medellín.

Es importante tener en cuenta no acercarse a las especies silvestres, ni siquiera para tomarse fotos, no tratar de cogerlas, acariciarlas o suministrarles alimentos; además, evitar que los perros autorizados para ingresar estén sin control en áreas donde habitan otras especies. **ALMAMATER**

«Dentro de las especies más afectadas por la depredación de perros y gatos pueden estar las aves migratorias, que después de miles de kilómetros de recorrido llegan por aquí muy debilitadas y eso las hace presas fáciles».

Alejandro Ramírez



**Fauna silvestre:** «conjunto de organismos de especies terrestres y acuáticas que no han sido objeto de domesticación, mejoramiento genético, cría regular o que han regresado a su estado salvaje». Artículo 1, Ley 611 de 2000.

**Animales domésticos:** «los que pertenecen a especies que viven ordinariamente bajo la dependencia del hombre». Artículo , Código Civil.

Aunque en la normatividad colombiana —leyes y sentencias de altas cortes— se habla indistintamente de *mascotas* y *animales de compañía*, no hay una definición clara. En proyectos de ley recientes se propone que mascotas se refiera solo a animales domésticos que conviven con humanos, con los cuales se establece un vínculo emocional, a los cuales se les brinda techo, alimento, medicina y se les atienden otras necesidades para garantizar su bienestar.

Para el caso de los animales de compañía se propone que la definición se refiera a aquellos destinados a acompañar, guiar, proteger y apoyar a las personas en sus actividades rutinarias.

Después de más de 9 años de investigación, los miembros del grupo Procesos Químicos e Industriales —PQI—, adscrito a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia, en alianza con Cementos Argos, llevaron a cabo un proceso termoquímico con el que se obtiene biocrudo a partir de la biomasa generada por microalgas. Un desarrollo tecnológico al que se le otorgó patente en Estados Unidos.



**ANDREA CAROLINA VARGAS MALAGÓN**

Periodista  
acarolina.vargas@udea.edu.co

**#UDEACIENCIAS**



Las especies de microalgas usadas para la elaboración de biocrudo por licuefacción hidrotérmica alcanzan la captura de 300 toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea al año.  
Fotos: Dirección de Comunicaciones UdeA / Alejandra Uribe F.

# Biocombustible a partir del **CO<sub>2</sub> capturado por microalgas**

**Un 2050** libre de emisiones de carbono es el compromiso adquirido a nivel mundial, a través del Acuerdo de París, que tiene como fin mitigar los efectos del cambio climático. Un pacto que lleva a todos los actores involucrados a buscar alternativas que permitan la descarbonización de la atmósfera y generar el menor impacto negativo posible en la productividad. En otras palabras, el objetivo es descarbonizar la economía de manera sostenible.

Es aquí donde la «Licuefacción hidrotérmica de microalgas con alta captura de CO<sub>2</sub>», el desarrollo tecnológico del grupo de investigación Procesos Químicos e Industriales —PQI— de la UdeA, con el acompañamiento de Cementos Argos, toma relevancia, al ser una alternativa económicamente viable que contribuye a mitigar la emisión de dióxido de carbono —CO<sub>2</sub>— de

la industria cementera y abre las puertas a la obtención de biocombustibles que en un futuro podrían sustituir a los combustibles fósiles.

Esta invención, que recibió la patente Solvothermal Liquefaction Process from Biomass for Biocrude Production Usp2022/000022, finalizando 2023, a través de la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos —USPTO, por sus siglas en inglés—, permite «utilizar la biomasa generada por las microalgas que capturan el CO<sub>2</sub>, que emite el proceso de fabricación del cemento, para crear un biocrudo con características similares a las del petróleo y posteriormente usarlo en la producción de biocombustibles líquidos tipo diésel, gasolinas y *jet fuel*, este último, combustible de aviación», explicó David Ocampo, doctor en Ingeniería Ambiental, miembro del PQI y líder de la investigación.

La obtención de esta patente da cuenta de la madurez de la tecnología desarrollada por los investigadores de la UdeA y del avance significativo hacia su aplicación en la industria. «Este documento le otorga a la Universidad unos





Una tonelada de CO<sub>2</sub> equivale a 2.4 barriles de combustible renovable.  
Foto: cortesía David Ocampo.

derechos patrimoniales sobre la tecnología y le permite dar una mejor valoración al momento de negociar de cara a una eventual comercialización», añadió Ocampo.

Por su parte, Gabriel Jaime Vargas, líder de investigación y desarrollo de Cementos Argos, comentó que el trabajo realizado junto al PQI contribuye en el propósito de avanzar hacia la meta que trazó la compañía de entregar concreto carbono neutro al mercado para 2050. «La concesión de la patente en Estados Unidos es una muestra de que vamos por muy buen camino y es un gran estímulo para continuar con este importante desarrollo», puntualizó Vargas.

### Capturar el dióxido de carbono como primer paso, y ¿luego qué?

De acuerdo con la Asociación Mundial de Cemento y Hormigón —GCCA, por sus siglas en inglés—, el cemento es la segunda sustancia más consumida por el ser humano después del agua, y, según cifras de la Agencia Internacional de la Energía —AIE—, la industria cementera es responsable de alrededor del 8 % de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub>, pues en la fabricación de este material es inevitable la producción de este gas incoloro e inodoro.

«La reacción química para producir el cemento es una oxidación de carbonato de calcio, por lo que, sí o sí, se emite dióxido de carbono. La química del cemento no va a cambiar y por ello

las cementeras buscan otras alternativas que les permitan mitigar el impacto ambiental de su industria», afirmó Ocampo.

En el caso de Cementos Argos, el primer paso que dio la compañía hacia dicha reducción fue la alianza gestada con la Universidad Eafit, de la que resultó el desarrollo de una tecnología que usa microalgas para capturar el dióxido de carbono; sin embargo, estos organismos unicelulares, al tener el metabolismo similar al de cualquier planta, con el proceso de absorción de dióxido de carbono aumentan su tamaño, por lo que surgió un nuevo reto: ¿qué hacer con este material vegetal en crecimiento?

Allí es cuando Cementos Argos se interesa en la investigación que ya venía adelantando el PQI sobre la licuefacción hidrotérmica de biomasa, una vez que los miembros del grupo de investigación evaluaron las microalgas producidas por la cementera y encontraron en ellas el potencial para transformarlas en biocrudo.

«La fabricación de este elemento cobra aún más relevancia al tener propiedades que le permiten utilizar la infraestructura actual de refinación del petróleo en función de obtener los combustibles finales», expresó Ocampo.

### ¿Cómo se obtiene el biocrudo?

El petróleo, como se conoce hoy día, es producto de un proceso que tardó varios millones de años en los que el material vegetal y la materia orgánica se fueron enterrando y con el paso del tiempo formaron el crudo. Según Ocampo, la licuefacción hidrotérmica lo que hace es imitar ese fenómeno. «Se trata de un proceso termoquímico que somete a altas temperaturas y presión a las microalgas transformándolas en un biocrudo, en cuestión de minutos, y que luego puede convertirse en algún combustible final», explicó el investigador.

Si bien el desarrollo tecnológico se llevó a cabo pensando en el aprovechamiento de las microalgas, el líder de la investigación aseguró que esta es una tecnología que podría adaptarse al uso de otros residuos orgánicos. «La licuefacción hidrotérmica también podría aplicarse para el aprovechamiento de residuos agroindustriales, como los obtenidos por la producción de café, residuos del banano o material de follaje», indicó Ocampo.

### De sistema piloto a planta precomercial

Tras desarrollar la tecnología y comprobar su funcionamiento con un sistema piloto de licuefacción hidrotérmica, ahora el enfoque se encuentra en el escalamiento del proyecto con la construcción de una planta precomercial de licuefacción hidrotérmica en una de las plantas de cemento de Cementos Argos, ubicada en Cartagena, donde ya se cuenta con sistemas para la producción de microalgas que luego serán transformadas para producir el biocrudo a partir de las emisiones reales de la industria cementera.

«El propósito es obtener el biocrudo en entorno real, para que luego sea incorporado en procesos de coprocesamiento con crudo convencional por Ecopetrol, en las instalaciones del Instituto Colombiano del Petróleo, esto enmarcado en el desarrollo del programa de investigación Biofactoría Precomercial para la Obtención de Bioproductos de Microalgas a partir de la valorización del CO<sub>2</sub> de fuentes industriales financiado por Minciencias», explicó el investigador.

Con la participación de Ecopetrol y Minciencias se completa la tríada Universidad-Empresa-Estado, en un proyecto que abre las puertas a un modelo de negocio sostenible que da cuenta de que es posible impulsar el desarrollo económico libre de carbono por el cuidado del planeta.

«Cementos Argos necesita capturar el CO<sub>2</sub>, Ecopetrol es quien le dará el uso final al biocrudo producido y la UdeA se encargará de la transferencia de tecnología y conocimiento para que todo sea posible», concluyó Ocampo. **ALMAMATER**

«Las microalgas capturan el dióxido de carbono que se obtiene de los gases residuales industriales derivados de la calcinación del cemento, liberan el oxígeno y crecen en tamaño, es decir, generan más microalgas». Gabriel Jaime Vargas, líder de investigación y desarrollo de Cementos Argos.

La tradición oral y la cultura popular ayudaron a Juan Manuel Echavarría a encontrar un camino diferente a la literatura, y a través de ellas pudo acercarse a la intimidad de hombres y mujeres que vivieron —y aún sufren— en primera persona, como víctimas y victimarios, el conflicto armado colombiano desde diferentes orillas, y con construir, a lo largo de tres décadas, una obra que hoy se puede apreciar en la exposición antológica que estará en el Museo Universitario de la Universidad de Antioquia hasta mayo.



**CARLOS OLIMPO RESTREPO S.**  
Periodista  
olimpo.restrepo@udea.edu.co

**#UDEACULTURA**

# Juan Manuel Echavarría agita la conciencia sobre la violencia en Colombia

**En 2001**, cuando trabajaba en un proyecto con víctimas del secuestro de un grupo de feligreses en la iglesia de La María, en Cali, ocurrido en 1999, Juan Manuel Echavarría escuchó que entre los captores había muchos menores de edad, entonces «ahí se sembró la idea de que algún día tenía que oír relatos desde la otra orilla, ¿cómo sería la historia de ellos?, ¿por qué va un niño a la guerra?, ¿qué se lleva un adolescente a la guerra?».

Cinco años después, en una visita a La Ceja, fue a una exposición de excombatientes de grupos paramilitares donde pudo ver algunas pinturas de estos en sus años en las autodefensas. Después de varios viajes a ese municipio del oriente de Antioquia pudo convencer a tres de ellos para que lo acompañaran a unos talleres de pintura, para aprender.



*Réquiem NN* es una obra elaborada a lo largo de siete años en el cementerio de Puerto Berrío, donde están sepultadas cientos de víctimas del conflicto armado.  
Fotos: Dirección de Comunicaciones UdeA / Alejandra Uribe F.



Estos maniqués abrieron la mente de Juan Manuel Echavarría para empezar a plasmar, desde diferentes técnicas, la violencia en el país.



Echavarría se encontró con este caballo en el desierto de Tatacoa y le dio el nombre *El Testigo* a la fotografía.

«Son muchachos que no tuvieron ninguna educación, sin oportunidades, crecieron en un ambiente de maltrato. Uno de ellos, Caliche, del oriente antioqueño, me contaba que cuando era niño pintaba con las flores las paredes de su casa y su papá se sacaba la correa y le decía: “Me vuelve a pintar la casa como estaba”. Él entró a las AUC a los 16 años», recordó el artista.

El resultado de esto es *La guerra que no hemos visto*, un proyecto que duró dos años y que ocupa hoy la mayor parte de la exposición antológica *Cuando la muerte empezó a caminar por aquí*, la cual estará en el Museo Universitario de la Universidad de Antioquia —Muua— hasta el 18 de mayo de 2024 y la cual preparó con Fernando Grisalez, también artista plástico, quien lo ha acompañado desde 2005 en la búsqueda de comprender y expresar la violencia en Colombia a partir del arte.

«Aquí hay relatos viscerales, que lo desbaratan a uno, y a mí, con mi obra, me gusta afectar emocionalmente al espectador», resaltó con voz pausada. «Que la obra logre abrir una grieta de luz en la conciencia del espectador, eso es lo que más quiero», añadió.

*Retratos, La María, Silencios, Bocas de ceniza, Ríos y silencios, Corte de florero, Réquiem NN, ¿De qué sirve una taza?* son otras de las obras de Echavarría en formatos como video, audio, pintura y fotografía, en los cuales deja escuchar las voces con las que se encontró en lugares como los Montes de María, Caquetá, Bogotá, Puerto Berrío, el río Atrato, por mencionar algunos, y que se pueden apreciar en esta exposición.

### Un giro en la vida del artista

Hasta 1996, Juan Manuel Echavarría escribía, se definía y se sentía escritor, luchaba días, semanas, para encontrar la palabra perfecta, no solo la que se ajustara más o menos a lo que buscaba decir, sino la precisa para ese fin. Publicó dos libros, cada uno con un tiraje de 1000 ejemplares, de los cuales conserva más de 900 de cada publicación, y ante este «nafragio con la palabra escrita», como lo define, empezó a buscar otras vías de expresión.

El empujón definitivo se lo dieron las artistas Ana Tiscornia, de Uruguay, y Liliana Porter, de Argentina, quienes le regalaron una cámara fotográfica como respuesta a su pregunta: «¿qué hago con mi vida? A los 50 años no puedo ser profesor, astronauta, químico, comerciante, narcotraficante. ¿Qué hago?», y lo impulsaron a soltar su creatividad a partir de la sensibilidad artística que observaron en él.

«Yo pensaba que la cámara era algo para tomar fotos de la familia, de refrescos, de los niños, de la mamá y el papá, no me imaginé que a los 50 años me llegara esa herramienta que fue el principio para investigar la violencia de nuestro país», relató Echavarría.

Con ella se fue a caminar por Bogotá, donde encontró la que sería la base para su primera exposición: unos maniqués en las aceras de una calle comercial, con prendas nuevas, con los rostros rotos. «Veía que la gente caminaba entre ellos, pero nadie se fijaba en ellos. Y me preguntaba ¿por qué, si es que a este “niño” le dieron un tiro en el ojo? Me dije: pero si este he sido yo, que no he querido mirar la violencia en el país, le he dado la espalda, yo soy uno de esos transeúntes. Y desde ese momento empecé a investigar y a mostrar la violencia en nuestro país a través del arte», recordó.

### Entre bóvedas y selvas

Diez años después de sus inicios se enteró de que en Puerto Berrío se hablaba de tumbas milagrosas y decidió irse hasta ese municipio del Magdalena Medio antioqueño para conocer de cerca dicha historia.

«NN se repetía en la mayoría de ellas, en muchas había mensajes de agradecimiento. En la primera visita tomé algunas fotografías, pero los viajes se repitieron y empecé a hablar con la gente, primero con el sepulturero, luego con otras personas que visitaban a quienes estaban en esas tumbas y así se amplió este proyecto, durante siete años, hasta llegar a lo que es hoy», recaló.

Esas bóvedas, en fotografías del mismo tamaño que las originales, reconstruyen fielmente una parte del cementerio del puerto fluvial. Como también son muy vívidas las imágenes y los audios de campamentos abandonados en los que la selva poco a poco ha ido borrando las huellas de los combates que allí ocurrieron.

«Nosotros llegamos a estos lugares 15 o 20 años después, cuando ya no se veía el horror que otros vieron, porque si yo veo el horror me petrificaría y no quiero que los espectadores se petrifiquen. Son campamentos después del bombardeo, donde quedaron objetos abandonados que trajimos con las fotografías, y trajimos también los olores de la selva. El canto de las aves hoy ya es una experiencia con la naturaleza», aseguó.

En estas dos obras la inmersión del espectador es muy fuerte, tanto o más que cuando escucha o lee los relatos serenos, tranquilos, de antiguos guerrilleros, paramilitares y militares retirados que acompañan las pinturas sobre las atrocidades que infligieron y presenciaron. Trabajos artísticos que difícilmente dejan indiferente y que tocan la conciencia de quienes los ven, como pretende Juan Manuel Echavarría. **ALMAMATER**

Betsy Lorena Ramírez Gallego, diseñadora gráfica, fotógrafa y estudiante de Licenciatura en Artes Plásticas de la Universidad de Antioquia, fue una de las ganadoras del concurso de fotografía Huawei Xmage Awards 2023, con una espectacular captura de una flor esparciendo polen.



**RONAL CASTAÑEDA TABARES**  
Periodista  
ronal.castaneda@udea.edu.co

## #ORGULLOUDEA

# Violeta cósmica

**A Betsy** Lorena Ramírez Gallego le gusta capturar el instante con su celular, algo que no le permite la cámara réflex. 10 años atrás se interesó en tomar fotografías de la naturaleza, aunque poco después comenzó a dedicarse a registrar flores.

Un día ocurrió una casualidad fotográfica. Se levantó y vio un brote en flor que nació en el balcón de su casa, cuando vivía en el municipio de Bello, a las 6 de la mañana, y capturó la inflorescencia de la *Ipomoea violacea*. Fue una instantánea vida

«cósmica»; no utilizó luz artificial ni hizo ningún tipo de edición. Aprovechó los altos contrastes predeterminados del dispositivo móvil, todo estaba en la imagen.

Fueron varias coincidencias afortunadas de una «vida superfugaz», ya que las flores de esta planta nacen y se marchitan en pocas horas. Ella solo tenía un tiempo instantáneo para registrar la expulsión del polen con el que busca darle sentido a su existencia.

«Cuando vi el polen esparcido por el viento y esos increíbles colores cósmicos en la forma de estrella de la flor, solo quise tomar una fotografía».