



$$1 \text{ nm} = 10^{-9}$$

Nanobiociencia

las moléculas bajo la lupa nanométrica

El análisis de los procesos biológicos con ayuda de la nanotecnología busca dar respuesta a preguntas centrales sobre el funcionamiento del organismo humano y de otros seres vivos (págs. 2 y 3).



Leonardo Lesser, investigador del Centro de Investigación en Ciencias Atómicas, Nucleares y Moleculares (Cicanum) de la UCR, y Alejandro Martínez, estudiante de la Maestría en Ingeniería en Dispositivos Médicos del TEC, realizan una investigación sobre las algas rojas que viven en el fondo marino, con apoyo financiero del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (foto: Laura Rodríguez).

La nanobiociencia contribuye a dilucidar el origen de enfermedades como el alzhéimer

El análisis de las moléculas biológicas es el principal objetivo de un nuevo campo de investigación que se ubica en la frontera de varias disciplinas.

Patricia Blanco Picado
patricia.blancopicado@ucr.ac.cr

Una molécula puede proporcionar información clave para encontrar la respuesta a interrogantes sobre diversos fenómenos que ocurren en el organismo humano y de otros seres vivos. Por ejemplo, estudiar qué ocurre en el cerebro a nivel molecular podría llevar a que muy pronto conozcamos el origen del alzhéimer y se empiecen a buscar terapias para su tratamiento.

Estudios realizados por un equipo de científicos en la Academia Sinica de Taiwán

y el Instituto Max Planck en Düsseldorf, Alemania, con la participación del costarricense Leonardo Lesser Rojas, investigador de la Universidad de Costa Rica (UCR), se encaminan a explicar el posible mecanismo molecular que produce esta enfermedad. La hipótesis prevalente es que unas pequeñas moléculas, llamadas beta amiloides, son las responsables de bloquear los canales de comunicación o transmisión sináptica de las neuronas.

“El mecanismo del alzhéimer posiblemente es molecular”, considera Lesser. Según explicó, al igual que ocurre con el cáncer, hay un factor genético que funciona como un disparador de la enfermedad y que está asociado a condiciones ambientales y psíquicas. “El estrés emocional o laboral, una alimentación inadecuada y pocas horas de sueño propician la reacción de un gen que genera unos neuropéptidos (moléculas), pero con una distorsión en

su forma, causantes del bloqueo de las sinapsis”, detalló el investigador.

Por lo tanto, al bloquearse los canales de comunicación de las neuronas, se comienzan a producir efectos como problemas en el movimiento, pérdida de la memoria y, en general, un proceso de deterioro de la salud.

Nueva mirada

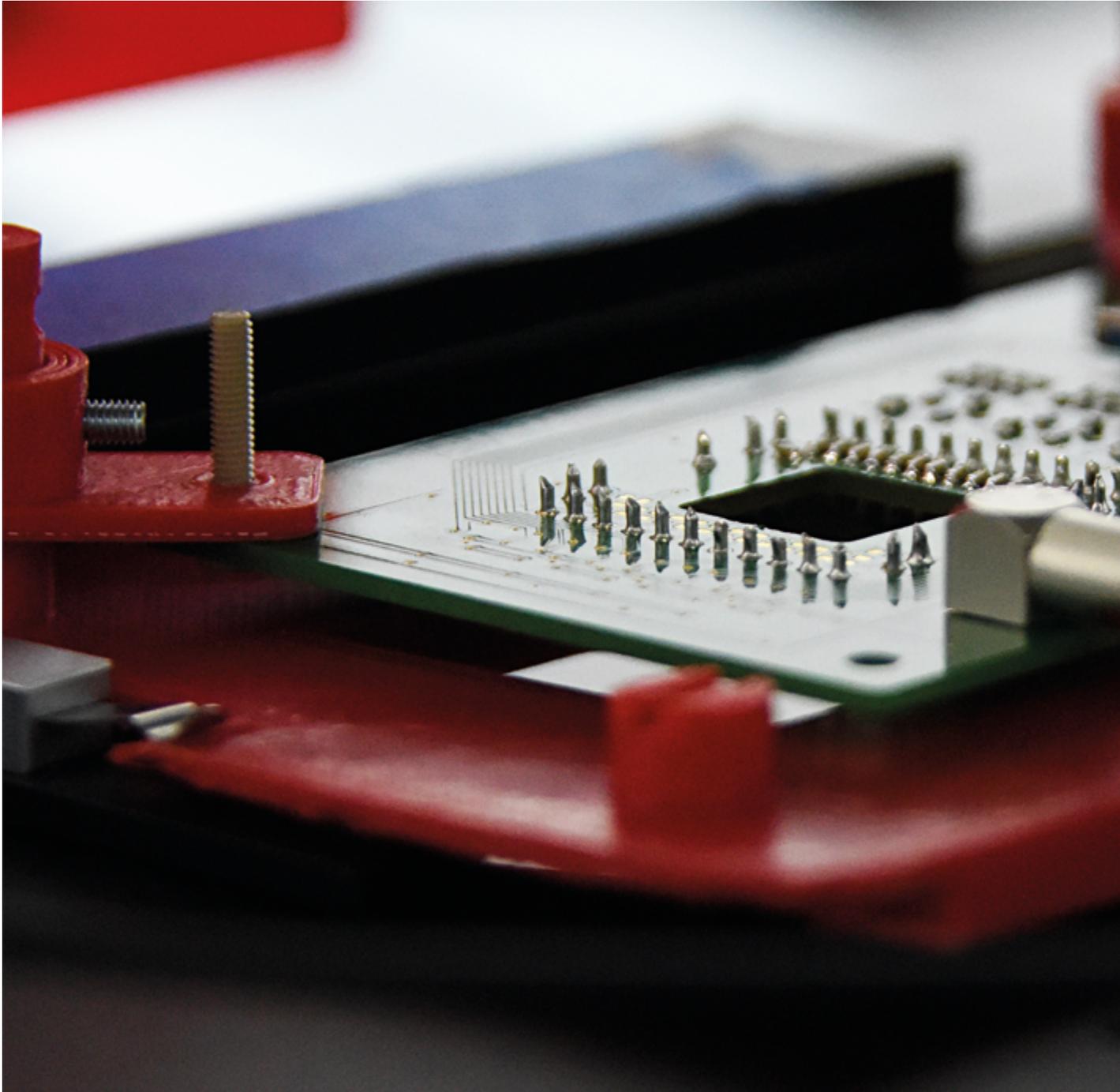
Estos estudios sobre el alzhéimer son el resultado de una especialidad de gran auge en el mundo, la nanobiociencia, que combina varios saberes y pone su atención en el análisis de procesos biológicos a escala nanométrica, que aún son desconocidos para la ciencia.

De acuerdo con los especialistas, se trata de entender mecanismos biológicos mediante técnicas experimentales de la

biofísica y, al mismo tiempo, de la nanotecnología, para aumentar la resolución espacial que por métodos convencionales de la biología molecular no es posible lograr.

“En la física se tiende más a usar la matemática y las herramientas de la física experimental para cuantificar los fenómenos y traducirlos en tendencias, números y en patrones que siguen leyes”, expresó Lesser, investigador del Laboratorio de Nanobiosistemas del Centro de Investigación en Ciencias Atómicas, Nucleares y Moleculares (Cicanum), de la UCR.

Como parte de su doctorado en nanociencias en Taiwán, Lesser construyó una herramienta para el estudio de las moléculas biológicas y sus propiedades, basada en técnicas de la industria de los semiconductores. La innovación consiste en un sensor portátil en un chip con electrodos espaciados a menos de diez nanómetros entre sí (un nanómetro es una millonésima parte de



Tarjeta electrónica del sensor de nanoelectrodos espaciados en un chip, a menos de diez nanómetros entre sí, que sirve para el estudio de las moléculas biológicas y que fue diseñado por el investigador de la UCR, Leonardo Lesser (foto: Laura Rodríguez).

un milímetro), capaz de detectar partículas biológicas en bajo número de copias (o incluso de moléculas individuales) de manera óptica, eléctrica y espectroscópica.

Mediante el uso de la técnica desarrollada, se realizan análisis que pueden ayudar a revelar el mecanismo de la enfermedad de Alzheimer.

“Es ciencia de primer mundo hecha en Costa Rica”.
Leonardo Lesser,
investigador del Centro de Investigación en Ciencias Atómicas, Nucleares y Moleculares (Cicanum), de la UCR.

En la actualidad, los estudios sobre el alzhéimer continúan y Lesser colabora desde Costa Rica con el grupo científico internacional.

Ciencia nacional

La nanobiociencia se dedica además a entender el funcionamiento y las propiedades de las moléculas de plantas, animales y de otros seres vivos. En esta área del conocimiento no solo se puede hacer ciencia básica, sino también ciencia aplicada.

Uno de los proyectos se desarrolla en el país con la participación de especialistas de la UCR y del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), el cual cuenta con el apoyo financiero del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (Micit).

En el estudio se analizan proteínas comerciales provenientes de algas rojas que viven en el fondo marino expuestas a muy poca luz. Se busca entender cuáles son y cómo funcionan los mecanismos de obtención y trasiego de energía a través de dichas proteínas.

De acuerdo con Alejandro Martínez Brenes, estudiante de la Maestría en Ingeniería en Dispositivos Médicos del TEC, la partícula que eligieron para detectar con el dispositivo diseñado y fabricado por Lesser es la biomolécula R-Ficoeritrina, la cual es un complejo de proteína y pigmento que cosecha energía por fotocaptación y se encuentra presente en las algas rojas.

¿Qué se encontró?

Los investigadores encontraron en el análisis de biomoléculas de algas rojas que hay un patrón de conductancia electrónica que se debe a que la luz excita los mecanismos cuánticos de fluorescencia de la molécula.

“Esta alga tiene unos centros de recepción o acopio de energía, en donde la luz que llega se concentra en unas organelas formadas por proteínas. En el interior de la proteína hay unas pequeñas moléculas que al recibir luz se excitan y experimentan unos fenómenos foto físicos, los cuales ayudan a que a través de esas proteínas haya trasiego o movilidad de cargas de electrones”, explicó Leonardo Lesser, de la UCR.

El interés por conocer las moléculas fotoactivas de estas algas radica en que ayudan a comprender las estructuras de recepción y de trasiego de energía que existen en la naturaleza. En el futuro, este conocimiento podría traducirse en el desarrollo de dispositivos de tercera generación que contengan material biológico con propiedades fotoeléctricas similares.

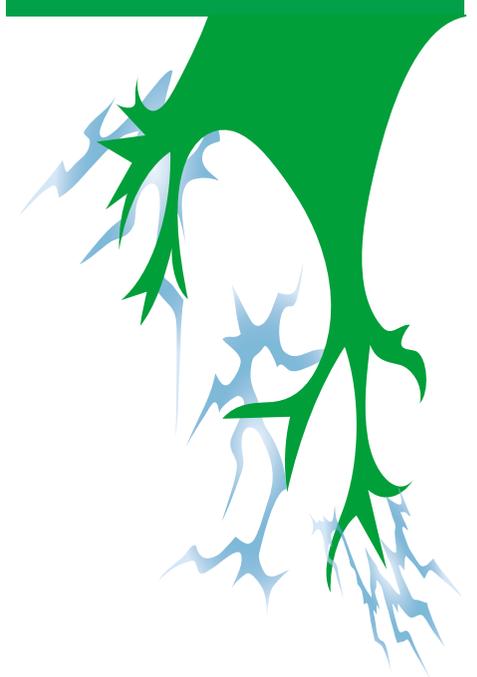
Para Alejandro Martínez, del TEC, los hallazgos del estudio demuestran que el sensor diseñado por Lesser “es especial para dos futuras aplicaciones: la caracterización eléctrica y óptica de moléculas únicas, que permite comprender los mecanismos biológicos fundamentales, y la detección de biomarcadores en ultrabaja concentración, para aplicaciones en el diagnóstico temprano de enfermedades”.

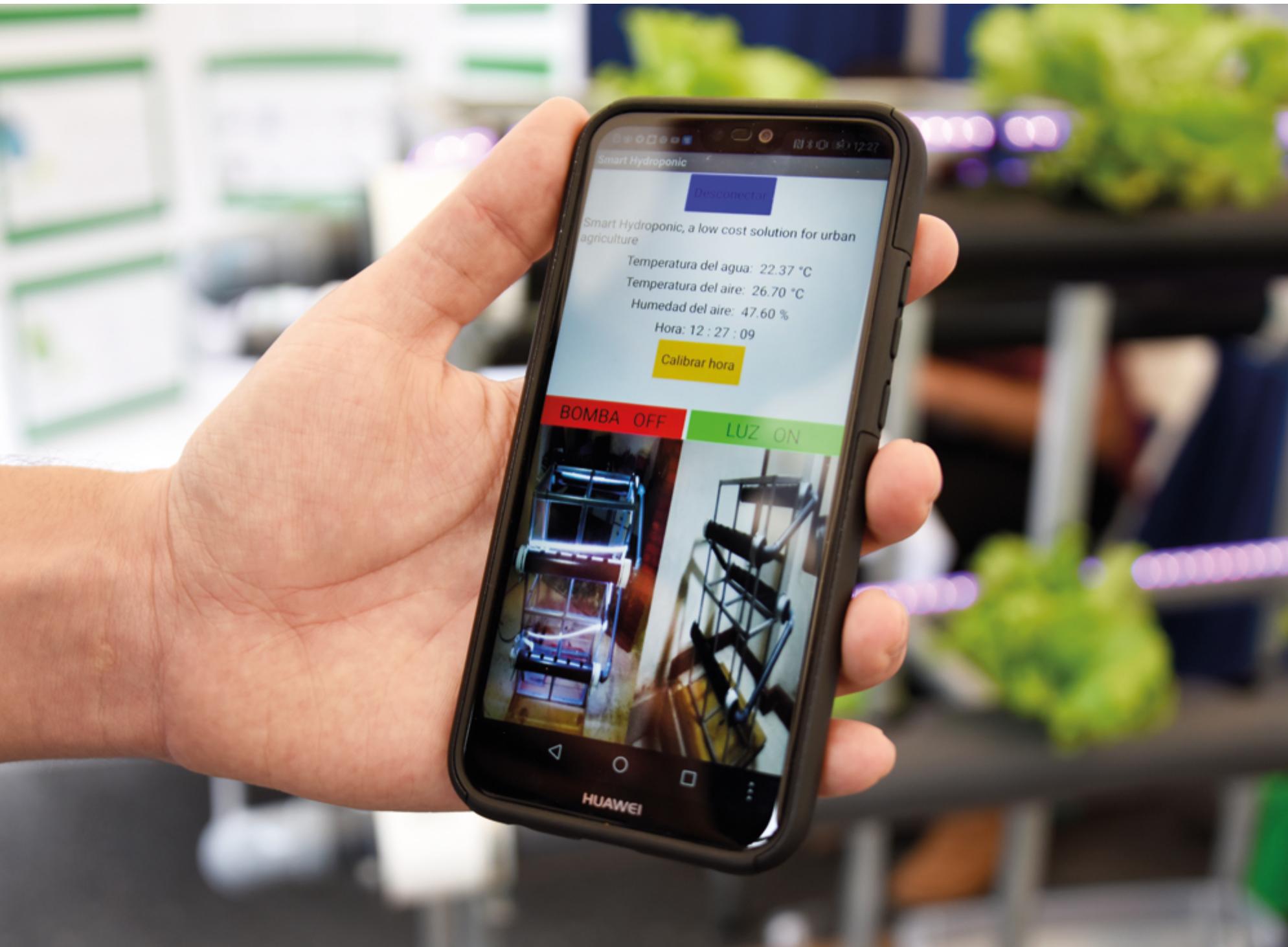
“Esta proteína era conveniente estudiarla para lograr demostrar y confirmar las capacidades del dispositivo en cuanto a poder detectar biomoléculas de apenas diez nanómetros de diámetro”, especificó Martínez.

“Es ciencia de primer mundo hecha en Costa Rica”, apuntó Lesser, quien forma parte del estudio junto con Martínez y el profesor Jorge Cubero Sesin, de la Escuela de Ciencia e Ingeniería de los Materiales del TEC. Además, cuentan con la colaboración del Instituto de Física de la Academia Sinica y de un investigador de Japón.

Para Martínez, este tipo de colaboraciones internacionales son deseables para potenciar la calidad de la investigación que se realiza a nivel nacional, a la vez que se promueven los intercambios estudiantiles, como en su caso, que realizó una pasantía del 15 de julio al 1.º de diciembre de 2018 en Taiwán.

Allí fue presentada la investigación, en la Conferencia Internacional sobre Sistemas Miniaturizados para Química y Ciencias de la Vida (MicroTAS), en noviembre pasado, la única presentación de Latinoamérica que resultó una novedad entre 700 trabajos expuestos. ■





El sistema de hidroponía inteligente, creado por estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la UCR, se maneja por medio de una aplicación para teléfonos celulares (foto: Laura Rodríguez).

Hidroponía inteligente pensada para la ciudad



Estudiantes de Ingeniería Industrial crean un sistema inteligente de hidroponía para su uso en hogares urbanos.

Otto Salas Murillo
otto.salasmurillo@ucr.ac.cr

Verduras, frutas y hortalizas frescas se convierten en alimentos sanos, nutritivos y libres de plaguicidas. Esta es una receta que todos queremos en nuestra mesa, un ideal alimenticio que no es para nada inalcanzable.

Estudiantes de la Escuela de Ingeniería Industrial (EII) de la Universidad de Costa Rica (UCR) diseñaron una propuesta de

huerta hidropónica, que podría convertirse en una alternativa viable, sobre todo en los espacios urbanos.

El proyecto "Hidroponía inteligente: una solución de bajo costo para la agricultura urbana" tiene como objetivo ofrecer a las personas que viven en las ciudades la posibilidad de cultivar alimentos, en áreas con poco o nada de espacio, luz y tierra, de manera productiva y amigable con el ambiente.

La ventaja de esta iniciativa es que garantiza que los resultados serán exitosos. "Con este sistema automatizado simplificamos el proceso hidropónico de la agricultura vertical para aprovechar al máximo el espacio que ofrecen los entornos urbanos, pues en menos de un metro

cuadrado se pueden producir más de 20 tipos de plantas en sitios con recursos naturales limitados", indicó Fabián Benavides, uno de los promotores.

Los beneficios del diseño de "Hidroponía inteligente" son el ahorro de agua, porque apenas se utiliza el 10 % del líquido que requieren las plantas cultivadas en la tierra; la obtención de productos saludables, ya que no se emplean agroquímicos como ocurre en la agricultura tradicional; la independencia de los factores naturales, pues estos no determinan que el fruto crezca, incluso sin importar la estación del año.

Se puede obviar también la falta de luz solar, ya que el proyecto cuenta con luces especiales para el crecimiento de

las plantas. Por tanto, estas no ameritan ubicarse en un sitio particular para que les lleguen los rayos del sol.

Además, esta propuesta optimiza el espacio, porque al estar pensada para zonas urbanas, no es necesario contar con porciones grandes de terreno para que crezcan los frutos.

Finalmente, los cultivos hidropónicos son de alto rendimiento, pues se les suministran constantemente los nutrientes que requieren para germinar de manera adecuada. El mercado ofrece diferentes tipos de fertilizantes con características orgánicas, sintéticas o combinaciones de ambas. Estos se revuelven con agua y contienen nitrógeno, fósforo y potasio.



Los creadores de un sistema hidropónico, diseñado sobre todo para las ciudades, son David Vargas, Sebastián Mejías, Brayan Arias, Diego Navas y Fabián Benavides (foto: Laura Rodríguez).

“Procuramos que las ideas sean emprendedoras. La meta es que identifiquen un problema y le busquen soluciones por medio de la aplicación de la ingeniería. Queremos que enfrenten ese tipo de desafíos para que aprendan a manejarlos”.
Luis Alonso Sánchez,
profesor de Ingeniería Industrial de la UCR.

“La idea nació en el curso denominado ‘Sistemas automatizados de manufactura’ de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la UCR. Allí analizamos algunas de las problemáticas que enfrenta el país

en el área de la producción y encontramos esta alternativa que permite mejorar la calidad de los alimentos que consumimos”, añadió Benavides.

Propuesta innovadora

La iniciativa que impulsan los futuros ingenieros está compuesta por una parte eléctrica con un Arduino mega, que consiste en una computadora con toda la programación; un módulo *relay*, para controlar por medio del Arduino la bomba de agua, y las luces ledes que trabajan con 120 voltios y 12 voltios.

Asimismo, posee un módulo HC06 para conectarse por vía Bluetooth y transmitir datos entre diferentes dispositivos, un sensor de temperatura del agua, un módulo de temperatura y humedad ambiental, una bomba de agua, luces ledes y un alimentador para peces, que contiene los nutrientes para las plantas y se programa para que los dispense cada cierto tiempo.

La estructura diseñada es de cuatro niveles y se construyó con piezas de metal, tubos PVC y materiales reciclados.

El estudiante Brayan Arias aclaró que el sistema se maneja por medio de una aplicación para teléfonos celulares, con la que se monitorean los indicadores de los sensores instalados. Estos dispositivos miden la temperatura del ambiente, la humedad y la temperatura del agua, entre otros.

“Por medio del Arduino (plataforma de programación libre con un microcontrolador), programamos la bomba de agua y los tiempos para alimentar el tanque que distribuye este líquido a lo largo del mecanismo. Asimismo, el Arduino nos posibilita la conexión al módulo que evalúa la temperatura y la humedad del ambiente”, explicó.

Hay otro módulo que monitorea la temperatura del agua y uno más que controla la señal Bluetooth, mediante la cual se envía la información recopilada al teléfono móvil, para que el usuario sepa cómo evoluciona el cultivo.

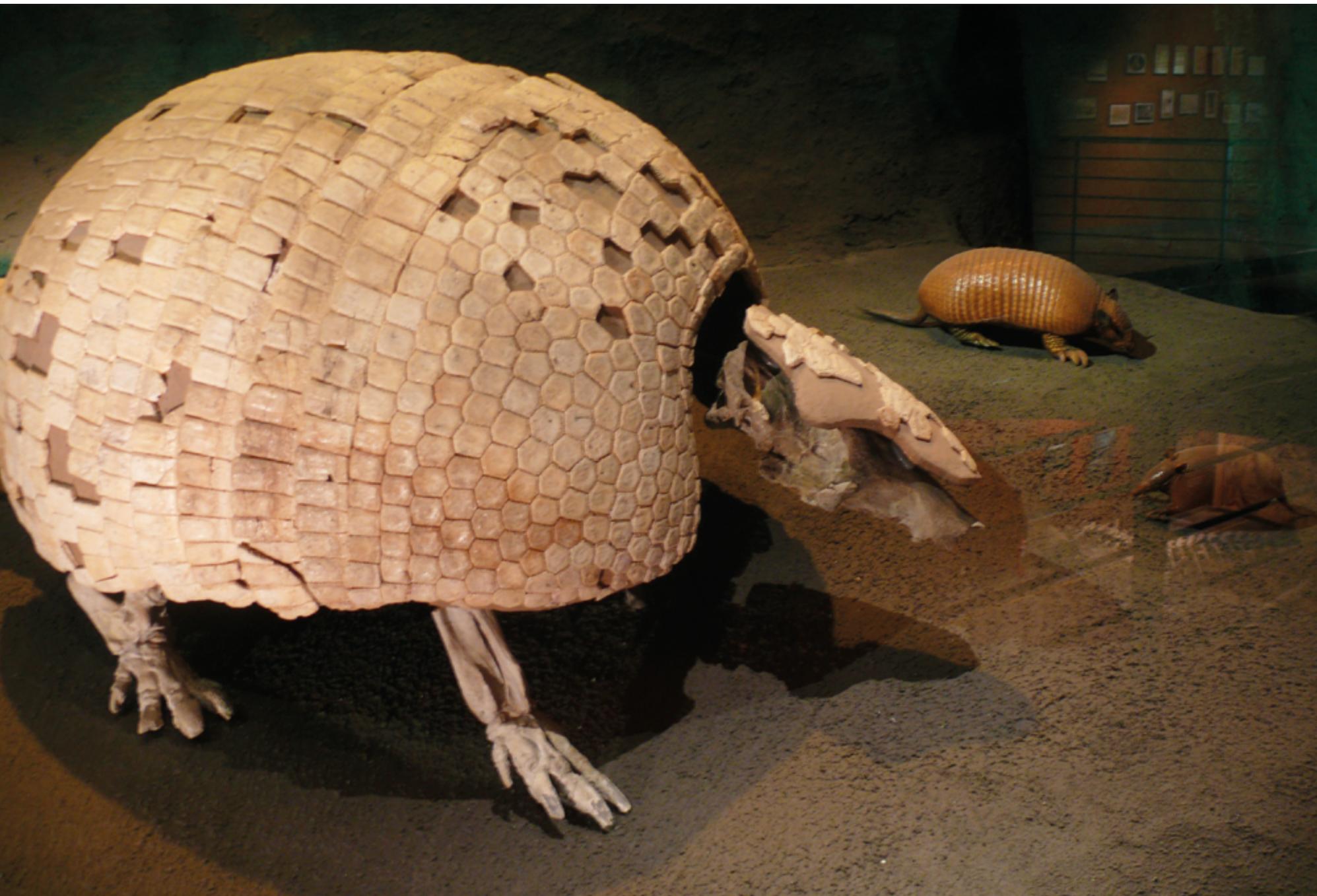
“Con este sistema las personas no tienen que preocuparse por nada, solo lo conectan al toma de electricidad y listo, él se cuida solo”, indicó Arias.

Los universitarios dividieron los cuidados que necesita la planta para poder crecer en dos etapas: en la primera, que es la de crecimiento o vegetativa, se requieren de 15 a 18 horas de luz, y en la segunda etapa, la de floración, hay que disminuir la cantidad de luz a 10 o 12 horas. En cuanto al agua, esta deberá tener la cantidad de nutrientes y el oxígeno necesarios para el correcto desarrollo de cada cultivo hidropónico.

El profesor Luis Alonso Sánchez destacó que a los estudiantes se les instruye sobre cómo realizar una investigación, en la cual elaboran desde la parte teórica hasta la búsqueda de referencias.

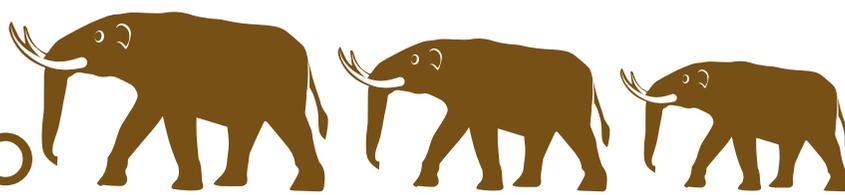
“Procuramos que las ideas sean emprendedoras. La meta es que identifiquen un problema y le busquen soluciones por medio de la aplicación de la ingeniería. Queremos que enfrenten ese tipo de desafíos para que aprendan a manejarlos”, detalló el ingeniero.

La propuesta fue desarrollada por Brayan Arias Jiménez, Fabián Benavides Navarro, Sebastián Mejías Salazar, Diego Navas Hernández y David Vargas Jiménez, bajo la guía de Sánchez. ■



El pampatérico o armadillo antiguo, comparado con armadillos modernos, es similar a una nueva especie descrita en San Gerardo de Limoncito de Coto Brus, en la zona sur del país (foto tomada de <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pleistocenomcnpucminas.jpg>).

Las faunas migrantes del pasado americano



Hace millones de años hubo un intercambio de fauna entre el norte y el sur del continente americano. Gracias a los estudios paleontológicos y al aporte de dos investigadores costarricenses, se tiene información sobre vertebrados fósiles hallados en Costa Rica.

Gerardo J. Soto
Escuela Centroamericana de Geología-Red Sismológica Nacional
Universidad de Costa Rica

Un cúmulo de grupos de migrantes humanos centroamericanos han estado caminando hacia el norte, en busca –al menos en su propio imaginario– de un territorio menos hostil que los acoja. Hace algunas decenas de milenios, varias hordas migraron asimismo desde África y acabaron

poblando el mundo, con excepción de la gélida Antártida, miles de años después.

Muchos otros animales han realizado viajes comparables a lo largo de millones de años. Unos, con éxito, lograron una diversificación ulterior de especies. Otros, menos afortunados, enfrentaron la extinción de su propia especie.

A lo largo de la era Mesozoica (hace entre 251 y 66 millones de años), por ejemplo, los dinosaurios migraron a lo largo y ancho del supercontinente Pangea, y eso les aseguró una enorme conquista de hábitats y una ampliación de especies impresionante. Conforme la ruptura de Pangea evolucionó durante esa era y los continentes resultantes se separaron, la fauna y la flora también alcanzaron especializaciones y diversificaciones múltiples en cada uno de los diferentes sectores en los que se fragmentó Pangea.

Norte y Sudamérica fueron continentes separados de Pangea y diferentes entre sí, pero han llegado a encontrarse faunística-

mente en períodos distintos de su historia. Hacia el final del período Cretácico (hará unos 70 millones de años), hubo un breve encuentro a través de un arco paleocaribe que puso cerca a uno y otro continente, lo que favoreció un intercambio de fauna entre las dos masas continentales.

Otro intercambio más fructuoso y definido se dio desde el cierre definitivo del istmo centroamericano, unos tres millones de años atrás, y de forma más intensa desde hace 2,6 millones de años (en la época llamada Plioceno), durante el bautizado “Gran Intercambio Biótico Americano” o, simplemente, GIBA (también conocido por su sigla en inglés, GABI), que hace referencia a la migración de especies de un subcontinente a otro.

Los “heraldos”

No obstante, se sabe que este último intercambio biótico se inició mucho antes,

alrededor de hace nueve millones de años (en la época nombrada Mioceno Tardío), por un grupo de “heraldos” u organismos de avanzada. Tal evento se ha denominado “Intercambio Biótico Americano Temprano” (abreviado como IBAT).

Un aspecto importante que hemos de resaltar es que poco se ha conocido sobre este intercambio en los fósiles encontrados en el istmo centroamericano; en tanto, la mayoría de las evidencias se habían dado a partir de fósiles hallados en Norte o Sudamérica.

Sobre este trascendental y sugestivo tema, trató una de las charlas magistrales del Segundo Minicongreso Geológico, realizado en la Escuela Centroamericana de Geología de la Universidad de Costa Rica (UCR), en octubre pasado.

César Laurito y Ana Lucía Valerio, autores e investigadores del Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) y del Museo Nacional de Costa Rica, respectivamente, expusieron sus investigaciones realizadas,



a lo largo de los últimos años, sobre los registros de vertebrados fósiles del Mioceno superior de Costa Rica como una evidencia del arribo de los “heraldos” sudamericanos al hemisferio norte.

Ambos geólogos se graduaron en la UCR. Laurito estudió, además, Paleontología de vertebrados en Argentina y sus estudios sobre tiburones y rayas del Mioceno han adquirido relevancia internacional. Se considera que sus trabajos sobre mamíferos y otros vertebrados fósiles han puesto a Costa Rica en un escenario más visible de la paleontología continental.

Por su parte, Valerio se desempeñó como geólogo en la Refinadora Costarricense de Petróleo (Recope) y, desde 1993,

es la encargada de la Sección de Geología del Museo Nacional de Costa Rica.

En conjunto, son coautores de un libro sobre caballos fósiles en el sur de Costa Rica, el cual vio la luz en el 2010, y de numerosas publicaciones científicas sobre vertebrados fósiles, muchas de ellas dadas a conocer en la *Revista Geológica de América Central*, publicada por la UCR.

Fósiles en el canal de Panamá

Mucho de lo que se sabe hoy sobre el tema surgió de las excavaciones que

se dieron para la ampliación del canal de Panamá, entre el 2008 y el 2012, las cuales luego fueron rellenadas con concreto o invadidas con agua, y que han dado pie a esta faraónica obra ingenieril inaugurada en el 2016.

Al excavar, se dieron numerosos hallazgos de rocas y sobre todo de fósiles, cuyo estudio y publicación han generado una amplia discusión en esta década – como la dada en el XII Congreso Geológico de América Central en Ciudad Panamá, en setiembre del 2013– sobre la cronología real del cierre del istmo de Panamá.

No se duda de que el cierre definitivo sucedió en el Plioceno, pero existen suficientes evidencias geológicas para

sustentar que al menos desde hace 38 millones de años (el Eoceno) y, principalmente, desde hace unos 10 millones de años (Mioceno tardío), al menos gran parte del istmo meridional podría haber estado emergido y, por tanto, proclive a fomentar los intercambios faunísticos.

Las evidencias de corte paleontológico muestran que previo al Plioceno, los intercambios de fauna fueron más bien esporádicos. Las pruebas más indiscutibles provienen de perezosos terrestres de origen sudamericano en América del Norte hace unos nueve millones de años y de un “pizote-perro” de origen norteamericano en América del Sur, con una edad de 7,3 millones de años.

Luego, para el final del Mioceno y principios del Plioceno, hace unos cinco millones de años, los intercambios fueron en aumento en número y especies, aunque se ha determinado un sesgo notable en el tamaño entre los inmigrantes hacia uno u otro lado, en donde las formas sudamericanas que arribaron a Norteamérica eran de gran tamaño (como los perezosos y aves), mientras que las que llegaban a Sudamérica eran mucho más pequeñas (como mapaches y ratones).

Puesto que la recuperación fosilífera en el corredor entre Sudamérica y América Central meridional fue escasa a lo largo de muchos años, se pensó que la posible ruta de dispersión e intercambio de estos “heraldos” fue a través de las Antillas. Esto se sostiene, además, por los hallazgos fósiles en el Caribe y porque el conocimiento geológico sugería fuertemente que existió una brecha terrestre impassable entre el sur de Panamá y el noroeste de Colombia.

Sin embargo, el nuevo conocimiento generado en la zona del canal de Panamá cambió en gran parte estas premisas. No en vano, se recolectaron 3485 muestras de fósiles durante el proceso.

Entre los fósiles encontrados en Panamá, resaltaron siete correspondientes a un mono bautizado como *Panamacebus transitus*, este sería el primero conocido en el sector norteño del continente, con una edad de 20,9 millones de años. Asimismo, aparejado con la identificación de otros vertebrados neotropicales contemporáneos, ese fósil ha permitido suponer una conexión temprana y probablemente temporal entre las Américas a través del istmo.

Sin duda, los hallazgos álgidos se han dado ahora más al norte, en territorio costarricense, donde se encontró un conjunto importante y único de “heraldos” estudiados por Laurito y Valerio, como armadillos y perezosos antiguos, y de un nuevo megaterio primitivo, en las rocas del Mioceno superior de Costa Rica.

Esto evidencia la existencia de un corredor terrestre continuo, que permitió a estos mamíferos placentarios alcanzar América del Norte tan temprano como el Mioceno superior, durante el IBAT, unos seis millones de años antes del establecimiento definitivo del istmo centroamericano. Eso reafirma una continuidad climática entre ambos subcontinentes.

Todas estas novedades paleontológicas, que siguen en crecimiento y entendimiento a través de nuevos estudios geológicos en la zona sur de Costa Rica, traerán otros múltiples hallazgos que darán luz sobre la realidad de la evolución del istmo y su cierre. Asimismo, nos ilustrarán los cambios climáticos y faunísticos que eso conllevó, los cuales determinaron un nuevo cauce en la evolución del período Cuaternario global. ■



El objetivo principal del proyecto que desarrolla el investigador Matthieu Ménager es analizar los pigmentos naturales utilizados por las poblaciones precolombinas, para elaborar objetos cerámicos procedentes de varios sitios arqueológicos de Costa Rica, con el fin de mejorar la comprensión de sus usos y suministros (foto: Laura Rodríguez).



El proyecto *Patrones de coloración en Microhimenópteros* estudia el porqué del patrón de colores negro-naranja-negro en diversas familias del orden *Hymenoptera* (que comprende a abejas, abejorros, avispas y a hormigas, entre otras), así como describir el principio físico y químico, y esclarecer su función en especímenes de la familia de microavispa *Scelionidae* (foto: Karla Richmond).

La ciencia detrás de los materiales

Paula Umaña González
paula.umana@ucr.ac.cr

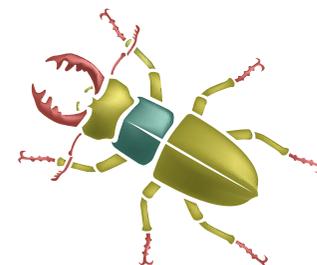
El Centro de Investigación en Ciencia e Ingeniería de Materiales (Cicima) de la Universidad de Costa Rica (UCR) es pionero en nanociencia y nanotecnología en el país. El estudio a nivel nanométrico de las propiedades físicas y químicas de los

materiales, para su desarrollo y adaptación en procesos industriales, es uno de sus principales objetivos.

La interdisciplinariedad con la que trabaja este centro ha permitido expandir sus investigaciones a ámbitos como la cultura, la biología, la historia, la antropología y el arte.

A continuación, conozca algunos de los proyectos llevados a cabo en el Cicima, junto con investigadores e investigadoras de diferentes disciplinas y unidades académicas de la UCR. ■

Para obtener más información, puede ingresar al sitio web www.ucr.ac.cr y consultar la galería de fotografías.



En el Cicima se trabaja con las propiedades ópticas de insectos, específicamente de escarabajos autóctonos de Costa Rica, para conocer las propiedades de su coloración y, a largo plazo, diseñar materiales inspirados en la biodiversidad costarricense (foto: Laura Rodríguez).



La investigadora Marcela Hernández desarrolla un proyecto con escarabajos, en la línea de investigación de materiales bioinspirados; es decir, la creación de materiales basados en las propiedades o características de organismos biológicos (foto: Laura Rodríguez).