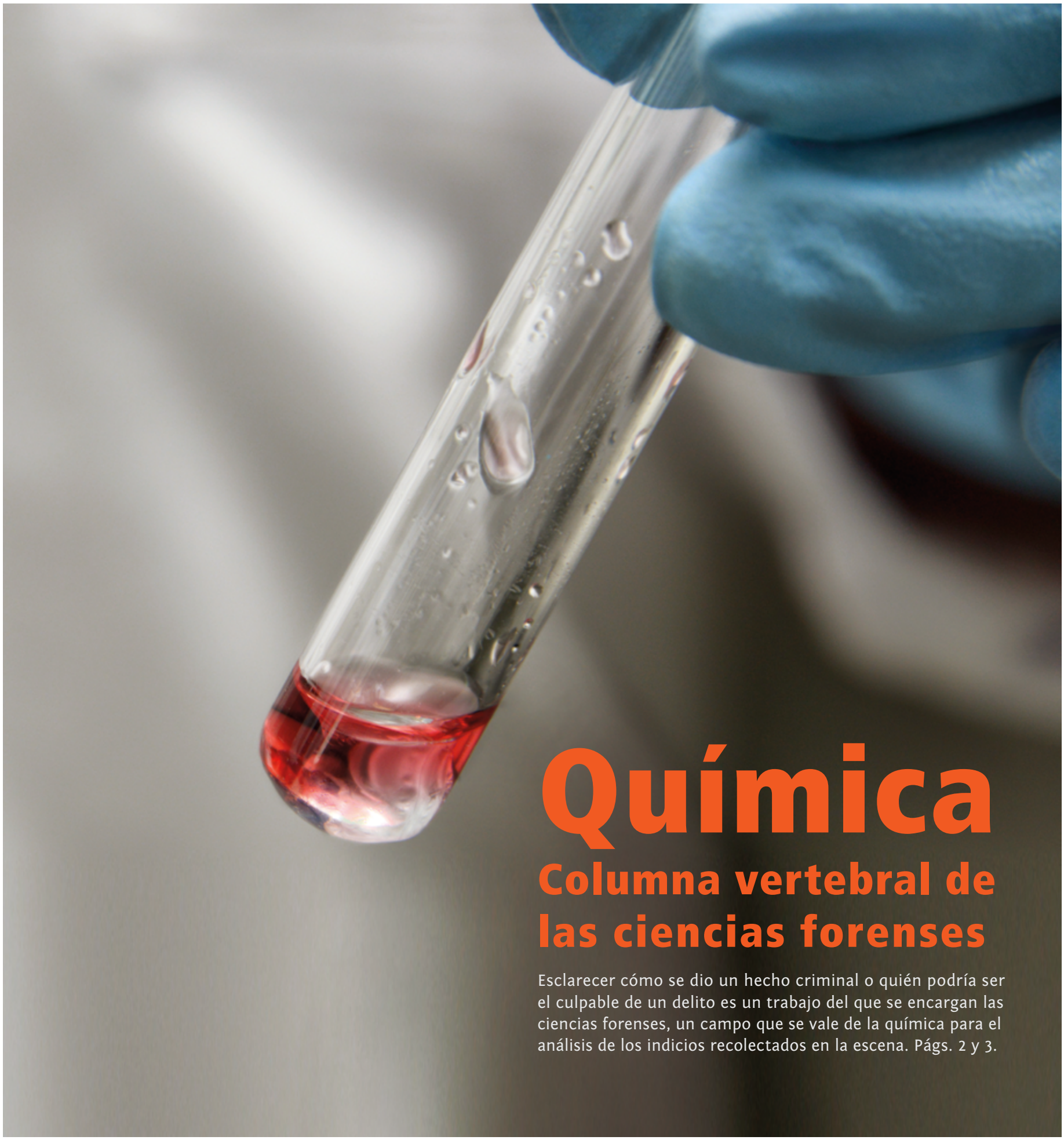
CIENCIA MÁS TECNOLOGÍA

Agosto
Mes de la ciencia y la tecnología

2 de agosto de 2017 - Año 2, Nº 26



Química

Columna vertebral de las ciencias forenses

Esclarecer cómo se dio un hecho criminal o quién podría ser el culpable de un delito es un trabajo del que se encargan las ciencias forenses, un campo que se vale de la química para el análisis de los indicios recolectados en la escena. Págs. 2 y 3.

El análisis de color es uno de los primeros procedimientos que se realiza para la identificación de las drogas (foto: Karla Richmond).

Química, pilar de las ciencias forenses

La química es una de las tantas disciplinas que constituyen a las ciencias forenses, pero que empapan a la mayoría de labores en este campo.

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

La evidencia científica es un gran argumento frente a un tribunal de justicia en caso de un homicidio. Una persona sospechosa de un crimen puede ser sentenciada a prisión por los resultados químicos de las evidencias, como una droga, o bien, puede alegar por su inocencia.

Por esto, la objetividad es uno de los mayores pilares para quienes se dedican a la química en el área forense, una disciplina que ha experimentado auge a nivel mundial y que se constituye como el raquis de las ciencias forenses al empapar gran parte de las labores que se realizan en el campo.

Tatiana Trejos Rodríguez, profesora e investigadora en el Departamento de Ciencias Forenses de la Universidad de West Virginia, Estados Unidos, aseguró que "en el área propiamente de las ciencias forenses, la química como tal juega un papel muy importante porque abarca muchas subdisciplinas dentro de un laboratorio forense".

Según la especialista, los aspectos en los que la química puede colaborar en las ciencias forenses son amplios, desde la identificación de sustancias, la determinación de la composición química de un material, hasta en la reconstrucción de los hechos.

"Un químico forense ayuda en dos aspectos primordiales: a identificar; es decir, determinar qué es lo que se está analizando (...) y también poder determinar con base en la composición química de los materiales, si una pieza diminuta dejada en una escena del crimen pudo en algún momento haber sido parte de un material", explicó Trejos, quien es egresada de la Universidad de Costa Rica (UCR).

Química en acción

La identificación y el análisis de drogas es de las labores más comunes de los profesionales en el área; no obstante, materiales como vidrios, cintas adhesivas, pinturas de autos, cosméticos o retazos de tela pueden ser analizados mediante métodos, como el de ablación con láser, que permiten detectar los elementos que componen la muestra de la evidencia, por más pequeña que esta sea.

"Lo interesante es que dependiendo del material podemos investigar esos elementos y asociar esa composición con su origen; si es un material de origen natural como el suelo, se puede determinar el origen geográfico, por ejemplo", explicó la científica.

En el caso de un atropello con fuga de la persona responsable, la fricción puede dejar rastros de pintura -muchas veces diminutos- en la ropa o en la piel de la víctima. Estas partículas pueden ser analizadas en el laboratorio, y con la ayuda de bases de datos podría determinarse si el fragmento de pintura pertenece a un carro de cierto modelo y año, lo que agiliza el proceso de investigación para las autoridades.

Las química entra en acción en otra gran área de las ciencias forenses: el análisis balístico, ya que a través de diversas pruebas se podría determinar

C+T, suplemento especializado de la Oficina de Divulgación e Información (ODI) y Semanario Universidad.
Editora: Patricia Blanco Picado. ciencia.tecnologia@ucr.ac.cr
Consejo Editorial: Wajiha Sasa y Ernesto Rivera

Diseño: Rafael Espinoza Valverde.
Dirección: 100 m sur de Fundación de la Universidad de Costa Rica
Sitio web: www.odi.ucr.ac.cr
Teléfonos: (506) 2511-1168 / 2511-1213

ODI Oficina de Divulgación e Información

si una persona ha disparado un arma, lo que podría contribuir a esclarecer si se trata de un homicidio o un suicidio.

Situación tica

En Costa Rica, la química forense es un campo en crecimiento. El Poder Judicial es la institución que concentra a la mayoría de los profesionales en química que se dedican a las ciencias forenses.

Según Esteban Villagra Quesada, perito del Laboratorio de Química Analítica del Poder Judicial y profesor de la Escuela de Química de la UCR, alrededor del 90 % de las muestras que llegan a este laboratorio para ser analizadas corresponden a drogas de distinta índole.

Desde marihuana, cocaína, LSD y drogas de diseño, hasta sustancias tóxicas como plaguicidas, son algunas de los materiales que los especialistas en química de esta entidad analizan a diario.

Si bien los químicos trabajan en los laboratorios con indicios encontrados en los sitios donde se cometió un delito, rara vez se desplazan a estos, con el fin de preservar la objetividad del proceso.

“Generalmente, los profesionales que atienden la escena del crimen identifican o reconocen lo que puede ser valioso y mandan los materiales al laboratorio, el químico entonces hace el análisis prácticamente sin tener conocimiento de lo que sucedió en al escena del crimen y eso tiene un doble objetivo; lo que se pretende cuando se hace el análisis en el laboratorio es mantener la objetividad de principio a fin”, explicó Trejos.

En el país los análisis de fluidos corporales y el ADN se llevan a cabo por parte de profesionales en microbiología, a diferencia de otros países, donde los bioquímicos son quienes realizan estas pruebas.

Así mismo, materiales sólidos como vidrios y pintura de automóviles son analizados en el Poder Judicial, pero en otros laboratorios y áreas de la institución y a cargo de profesionales con conocimientos en química.

Esta institución cuenta con ocho secciones dedicadas a las ciencias forenses: Análisis de Escritura y Documentos Dudosos, Biología Forense, Bioquímica, Fotografía y Audiovisuales, Pericias Físicas, Toxicología, Ingeniería Forense y Química Analítica.

Dificultades diarias

Para ambos especialistas, uno de los mayores retos que se presenta es el análisis de las nuevas drogas de diseño; es decir, sustancias que han sido modificadas en su estructura química y que son comercializadas sin que exista una clara regulación sobre estas.

“Con drogas de diseño es complicado, porque cada vez son más y diferentes las que hay disponibles”, añadió Trejos.

De la misma manera lo considera Villagra, al asegurar que el mayor problema con estas sustancias es que cambian día a día y no son restringidas con la misma velocidad con la que se crean.

“Son todo un nuevo mundo de análisis, no se han incluido en las convenciones internacionales, entonces no todos los países las regulan; Costa Rica es uno de los pocos países del mundo que tiene, por ejemplo, restringidos los cannabinoides sintéticos, como el K2”, agregó.

Por otro lado, las formas que se utilizan para esconder las drogas se suman a las dificultades que enfrentan los químicos del país.

“Hemos analizado droga en cualquier sustancia que se le ocurra, hasta en hojas de libros impregnadas con cocaína, por ejemplo”, explicó Villagra, quien resaltó los obstáculos para extraer las drogas.

Aunque en el país no existe la especialidad en el área de química forense, el campo avanza a brincos a nivel mundial. Según Trejos, en Estados Unidos, una de las mayores ventajas de quienes se especializan en esta área es que cuentan con un abanico de oportunidades, ya que pueden desempeñarse en diferentes laboratorios estatales y federales.

El Poder Judicial costarricense emplea solamente en el Laboratorio de Química Analítica a nueve químicos autorizados legalmente para desempeñarse como peritos, pese a que recibe en esa sección alrededor de 7000 muestras al año.

Resultados objetivos

En El tema de la ética y la objetividad resulta un aspecto primordial en el trabajo de los científicos forenses, coincidieron ambos investigadores.

“Si alguien altera resultados es toda una catástrofe en nuestro sistema legal, porque si se demuestra que un científico hizo algo que no es adecuado dentro de las normas éticas de la profesión, entonces se tienen que reanalizar y volver a tocar en un juicio todos los casos que el profesional analizó en toda su vida”, explicó Trejos.

Un profesional en química que se desempeña en el área forense no trabaja para ninguna de las partes, ya que su labor debe ser objetiva, independientemente de las implicaciones que los resultados de las pruebas químicas puedan acarrear en un proceso judicial.

Según la experta, la química colabora en el proceso legal al determinar, de manera objetiva y con base en la evidencia, cuál de las dos versiones, la de la fiscalía o la de la defensa, podría tener más peso.

Además, Villagra aseguró que “hay que tener cierta calidad en lo que el departamento produce, porque es la prueba que se va a llevar a un juicio, la prueba con la que se va a juzgar a una persona, es la prueba que va a usar el fiscal para acusarla o es la prueba que la va a liberar”.

Para lograr tal calidad, se deben seguir ciertas normas y procedimientos rigurosos que implican tiempo de análisis e investigación.

El reporte forense que los peritos en química entregan a las autoridades con los resultados de los análisis realizados es acompañado de una interpretación de estos, para colaborar a que tanto jueces como abogados comprendan los resultados científicos.

Sin embargo, cuando resulta necesario, los peritos son llamados, ya sea por la defensa o por la fiscalía, a declarar en el juicio para clarificar dudas acerca del dictamen y los resultados químicos obtenidos.

Ambos investigadores resaltaron además que un profesional en química que se desempeña en el área forense no trabaja para ninguna de las partes, ya que su labor debe ser objetiva, independientemente de las implicaciones que los resultados de las pruebas químicas puedan acarrear en un proceso judicial.

“Cuando no somos objetivos se está jugando con la vida y la libertad de una persona”, concluyó Trejos. ■

Notas breves

Celular y los semáforos

Los semáforos de suelo son la propuesta de la ciudad chilena Concepción, con el fin de prevenir accidentes de los adictos a los teléfonos inteligentes que no levantan la vista de su celular a la hora de cruzar una calle.

En el proyecto, pionero para Chile, se han instalado las luces rojas y verdes en los pasos peatonales de la intersección de las calles Paicaví con Calle Nueva, que están conectadas a los semáforos tradicionales.

Las autoridades esperan mitigar el riesgo de accidentes y ayudar a la seguridad de los peatones en este cruce, aunque reconocen que la tecnología por sí sola "no es suficiente".

Estos semáforos terrestres funcionan al llamar la atención del peatón que va distraído por el uso del teléfono móvil y que camina mirando hacia abajo. Para esto, los mensajes luminosos de los semáforos se proyectan desde el piso hacia arriba, para que el usuario pueda observar las luces.

"Esta nueva alternativa tiene por objeto entregar un nuevo insumo para proteger la vida nuestros estudiantes. Esperamos validarla y decir que esta es una alternativa útil, y de ser así, generar en nuevos cruces una masificación de esta iniciativa", dijo el intendente de la ciudad, Rodrigo Díaz.

Con estos nuevos semáforos se pretende generar un cambio en el comportamiento vial del peatón. Por lo tanto, la iniciativa se acompañará de una campaña de sensibilización de las autoridades viales, quienes impondrán multas simbólicas a aquellas personas que no respeten los cruces peatonales.

Si la respuesta del proyecto es favorable, como ha sucedido en países como Holanda, las autoridades chilenas están dispuestas a instalar este tipo de semáforo en otras partes de la ciudad con alto tránsito vehicular.

"Pero queremos pedirles a las personas que colaboren, porque por más semáforos que se instalen, si no hay un respeto hacia la señalética y la semaforización, esto no va a servir de nada", alertó el alcalde de Concepción, Álvaro Ortiz.

En 2016, 237 personas fallecieron en accidentes de tránsito en la región del Biobío, de ellas, 101 eran peatones. ■

Fuente: AFP

Planeta de plástico

Más de 9000 millones de toneladas de plástico han sido producidas en nuestro planeta, y una gran parte de esta cantidad reside ahora en los océanos o vertederos, según un estudio estadounidense.

El reporte, publicado en *Science Advances*, es considerado como "el primer análisis global de todo el plástico producido", y deslumbra un escenario en el que más de 13 000 millones de toneladas de plástico serán desechadas en las aguas o el medio ambiente hacia el 2050, si se continúa con el ritmo actual.

Para hacerse una idea, esa cantidad equivaldría a 12 000 millones de toneladas métricas o unas 35 000 veces el peso del edificio del Empire State de Nueva York. "La mayoría de los plásticos no son biodegradables, así que podrían estar con nosotros cientos e incluso miles de años", explicó Jenna Jambeck, coautora del estudio.

"Estas proyecciones resaltan la necesidad de pensar de manera crítica sobre los materiales que utilizamos y nuestros métodos de disposición de los desechos", expresó.

Los investigadores recopilaron la información de la producción de resinas, fibras y aditivos entre varias fuentes de la industria. El reporte descubrió que para 2015 casi 7000 millones de toneladas de desperdicio plástico fueron generadas en nuestro planeta, y que el 79 % del mismo se acumulaba en vertederos o en el medio ambiente, incluyendo los océanos.

A pesar de los esfuerzos que se hacen en materia de reutilización, únicamente el 9 % fue reciclado y otro 12 % incinerado, lo que puede resultar perjudicial para el ambiente.

En 1950, cuando comenzó la producción en masa de materiales perdurables, más de dos toneladas de plástico fueron producidos a nivel mundial. Para el 2015, esa cifra había escalado a más de 440 millones de toneladas.

El mayor problema del material es el poco uso y reutilización que se le da, ya que la mayoría del plástico es usado para empacar y es tirado a la basura después de ser utilizado una vez.

"La mitad de los plásticos se convierte en desecho antes de cuatro años de uso", explica Roland Geyer, autor principal del estudio. ■

Fuente: AFP

Cambio climático en la mira

El cambio climático es uno de los temas más serios que enfrenta el planeta y que amenaza a los seres humanos de manera directa en cuanto a la economía, salud, vivienda, recursos naturales y modelos de desarrollo.

Los impactos de este fenómeno ya están dando las primeras alertas en Latinoamérica; sin embargo, los expertos aseguran que no se le ha dado la atención necesaria.

Por esto, el I Simposio sobre Cambio Climático y Biodiversidad, que tiene como sede Costa Rica, ofrecerá un encuentro de actores sociales y expertos en la problemática del cambio climático, así como en la búsqueda de soluciones para enfrentarlo.

El evento se llevará a cabo los días 9, 10 y 11 de agosto del 2017 en el auditorio de la Ciudad de la Investigación, de la Universidad de Costa Rica (UCR), en San Pedro de Montes de Oca.

Además se abordarán cuatro grandes temas relacionados a los ecosistemas terrestres y marinos, la mitigación y la adaptación al cambio climático por parte de sectores industriales y sectores de energìa, transporte, infraestructura, agricultura, ordenamiento territorial, entre otros; así como el tema de comunicación y aprendizaje sobre el fenómeno, el análisis y la discusión del cambio climático desde diversas perspectivas como geopolítica, género y gobernanza.

"Todavía hay gente que se cuestiona que no hay cambio climático y que es un tema netamente político; por eso la trascendencia que nosotros queremos darle es a todo nivel. No sólo está enfocado para un público técnico o científico, queremos que sea atendido por todo tipo de público y estamos sumamente interesados que participen educadores, periodistas, estudiantes y maestros de secundaria y la comunidad universitaria", explicó Gustavo Gutiérrez, investigador y parte del comité organizador del evento.

Jennifer Powers, científica de la Universidad de Minnesota, Estados UnidosyHarald Fuhr, de la Universidad de Potsdam, Alemania, serán dos de los expositores. ■

Menos espermatozoides

Cerca La cantidad media de espermatozoides entre los hombres de los países occidentales cayó a la mitad en cuatro décadas, según un estudio científico que manifiesta la inquietud sobre las consecuencias de esto para la fertilidad masculina.

No obstante, los especialistas indican que estos datos deben ser interpretados con prudencia

Entre 1973 y 2011, la concentración de espermatozoides pasó de una media de 99 millones por mililitro de esperma a 47 millones, según el estudio publicado en la revista especializada Human Reproduction Update.

Sin embargo, este nivel se mantiene dentro del rango "normal" fijado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que es de entre 15 y 200 millones de espermatozoides por mililitro. Esta entidad explica que inclusive una concentración menor a ese rango no es sinónimo de infertilidad.

Además de su impacto sobre la fertilidad, una cantidad reducida de espermatozoides puede también estar vinculada a otros problemas de salud, que podrían ser provocados por factores medioambientales, como la exposición a los pesticidas, el estrés, el tabaquismo e incluso un régimen alimenticio desequilibrado.

"Este artículo representa un avance para clarificar los datos disponibles", pero "queda mucho trabajo" para confirmar el fenómeno y determinar sus causas, advierte por su parte Allan Pacey, profesor de andrología en la Universidad de Sheffield de Reino Unido.

Así mismo, falta que este trabajo compare análisis efectuados en países y laboratorios diferentes, subrayó el doctor Martin Blomberg Jensen, del Rigshospitalet de Dinamarca. ■

Fuente: AFP

Las oportunidades digitales son cada vez más equitativas para la población costarricense; sin embargo, la brecha es creciente en la población adulta mayor y con discapacidad (foto archivo ODI).

Costa Rica reduce la brecha digital

La desigualdad en cuanto al acceso a tecnologías disminuye, pero la tarea está aún pendiente en la población adulta mayor y personas con discapacidad.

Gabriela Mayorga López
gabriela.mayorgalopez@ucr.ac.cr

Cada año que pasa, en términos generales Costa Rica logra cerrar la brecha digital, esa odiosa desigualdad entre quienes pueden y no pueden tener acceso a las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC).

Es sin duda una noticia positiva, sin diferenciar por ingreso, zona geográfica, edad o nivel educativo, cada vez más los habitantes en el territorio costarricense tienen las mismas posibilidades de beneficiarse de las oportunidades digitales.

La afirmación anterior, sin embargo, no se puede generalizar. El estudio *Hacia la Sociedad de la Información y el Conocimiento para el 2017*, elaborado por el Programa Institucional de la Sociedad de la Información y el Conocimiento (Prosic) de la Universidad de Costa Rica (UCR), revela también retos en cuanto a la brecha digital, que es por el contrario creciente en la población adulta mayor y con alguna condición de discapacidad.

¿Qué hicimos bien?

De acuerdo con el Índice de Desarrollo de las TIC (IDI, por sus siglas en inglés), elaborado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), Costa Rica ocupa el cuarto lugar en la región latinoamericana: está por debajo de Uruguay (47), Argentina (55) y Chile (56), y ocupa el puesto 57 de un total de 177 economías evaluadas en el 2016.

Es una buena calificación, que evidencia una tarea bien hecha en tres factores: **acceso, uso y habilidad de la población para utilizar tecnologías.**

Se puede puntualizar que "hay un crecimiento sostenido de acceso de telefonía móvil e Internet y una disminución también sostenida de la brecha en dos de sus principales componentes: ingresos y nivel educativo", concluye Alejandro Amador Zamora, investigador del Prosic y responsable del capítulo sobre uso de las TIC en el informe anual del Prosic del 2017.

Este informe fue presentado el 4 de julio anterior y revela según la metodología utilizada, que del 2010 al 2016 se registra una reducción de la brecha digital para los hogares con jefatura femenina, para los habitantes de zonas rurales, para las personas de menos ingresos y de menor nivel educativo.

Sin embargo, la historia no es igual de positiva para los hogares con adultos mayores y personas en condición de discapacidad. Para estos casos la brecha digital, por el contrario, es creciente o se mantiene. (Ver recuadro).

Acceso a computadora

El trabajo para lograr desaparecer la brecha digital debe continuar y los pasos a seguir son claros. El más evidente es ofrecer más oportunidades a más personas de tener acceso a una computadora. La popularización del celular inteligente está sustituyendo a la computadora personal (PC), pero este paso no es del todo deseable.

La telefonía móvil se democratizó, el acceso a la computadora no, y eso tiene implicaciones, pues el celular es limitado como un factor generador de riqueza.

"Con un celular no se puede escribir un documento, no se puede trabajar una hoja de cálculo, no es posible generar un buen diseño gráfico. El mismo Facebook para sus páginas comerciales ofrece muchas más opciones si se accesa desde una computadora", explicó el investigador del Prosic, Alejandro Amador.

El estudio demuestra que las personas de menores ingresos y con menor instrucción académica tienen muchas más dificultades y menos oportunidades de poder hacer uso de una PC.

En la actualidad, una persona con grado universitario tiene 12,28 veces más posibilidades de tener una computadora, en comparación con personas con el menor nivel de instrucción. A la vez, una persona del quintil V (de más ingresos) tiene 9,46 veces más opciones de tener acceso a una PC, que aquellas de menores ingresos.

Aunque estas desigualdades se han reducido del 2010 a la fecha, aún siguen mostrando la existencia de una brecha.

Por el contrario, el estudio no logra mostrar la existencia de una brecha digital por zona geográfica en cuanto a tenencia de teléfono móvil. Para el 2015, una persona de una zona urbana tenía 1,32 veces más posibilidades de tener acceso a telefonía móvil en comparación con una de zona rural; para el 2016 esa diferencia ya no existía, o al menos no se evidenciaba.

Uso de las TIC

El uso de los contenidos que se despliegan en el celular y otros dispositivos sigue siendo un reto cada vez mayor para la población con alguna condición de discapacidad, que no solo debe solventar los problemas de acceso al hardware, sino que también debe saltar la barrera de los contenidos no optimizados.

Para ellos la brecha digital es creciente, con la única excepción del acceso a celular, donde sí hay una reducción.

Al respecto, Alexa Torres, estudiante de Filología Española de la UCR, con condición de discapacidad visual y activista, advirtió que el país requiere políticas públicas que garanticen a esta población el acceso a los contenidos digitales.

Un caso similar experimentan los adultos mayores, para quienes la brecha también se está ampliando en las tres variables: acceso a Internet, tenencia de una computadora y de un celular.

El uso de las TIC en todos los niveles también sigue siendo un reto. Cuando se habla de brecha digital hay distintos momentos y en un segundo nivel el concepto tiene que ver con la calidad de uso de las tecnologías. El problema es medirlo, porque conocer la tenencia es relativamente fácil, pero medir el uso es mucho más complejo, es saber para qué se usa y qué ventajas reales aprovecha. Es una pregunta que cada usuario debe hacerse antes de empezar a navegar y cada vez que lo haga. ■

Reducción de la brecha digital

Odds ratio (OR) expresa qué tan probable es la variable dependiente (tenencia de la TIC) cuando se encuentra en presencia de otras variables. La tabla indica, por ejemplo, que los hogares con jefatura femenina en el 2016 tienen 0,64 veces más probabilidades de tener acceso a teléfono celular, que uno con jefatura masculina.

	OR Acceso a Internet			OR Tenencia de computadora			OR Tenencia de celular		
Características del hogar	2010	2015	2016	2010	2015	2016	2010	2015	2016
Jefatura femenina	0,81	--	--	0,63	0,71	0,77	0,81	0,65	0,64
Solo mayores de 65 años en el hogar	--	0,26	0,30	0,37	0,47	0,51	0,19	0,19	0,20
Personas con discapacidad en el hogar	0,69	0,74	0,67	0,74	--	--	0,77	0,69	0,51
Zona urbana	2,16	1,54	1,67	1,70	1,61	1,61	1,94	1,32	1,31
Tamaño del hogar	--	1,08	1,06	--	--	--	1,08	--	--
Quintil de ingreso del hogar (base quintil 1)									
Quintil 2	1,68	1,57	1,36	1,72	1,61	1,85	1,64	1,70	1,65
Quintil 3	2,54	1,99	1,83	2,79	2,66	2,71	2,08	2,09	1,78
Quintil 4	5,24	2,98	2,93	4,54	4,48	4,78	3,40	3,01	2,98
Quintil 5	12,49	6,31	5,00	8,81	10,73	9,46	9,04	3,33	2,96
Características educativas del hogar (base grado de instrucción primaria)									
Grado de instrucción secundaria	4,87	1,90	2,08	3,50	3,62	2,74	1,77	3,00	2,11
Grado de instrucción universitaria	16,38	3,95	4,61	17,24	17,09	12,28	3,49	6,42	3,48
Personas que asisten al sistema educativo en el hogar	2,22	1,93	2,19	3,07	3,07	3,02	1,73	4,35	3,80

NOTA: Resultados de los OR de las regresiones logísticas.
Fuente: Informe Prosic-UCR, 2017. Tabla 4.16

Por medio de la investigación científica, la UCR contribuye a transformar la realidad de la provincia de Guanacaste (foto Denis Castro).

Ciencia: motor de desarrollo en Guanacaste

La investigación científica crece en la región de la mano de la Universidad de Costa Rica (UCR).

Andrea Marín Castro
andrea.marincastro@ucr.ac.cr

Guanacaste es tierra de volcanes, bosques, playas, una provincia rica en cultura y tradiciones. Uno de los destinos turísticos más importantes del país, donde destaca su potencial para crecer con fuerza.

Desde hace 45 años, la UCR reforzó su presencia en la zona, con la creación de la Sede de Guanacaste, que se ubica en la ciudad de Liberia, a la que luego se unió el Recinto de Santa Cruz. De esta manera, la institución ha establecido fuertes relaciones con la comunidad y se ha convertido en un actor esencial para el desarrollo de la provincia.

Uno de los pilares fundamentales de la UCR es la investigación, aspecto que en Guanacaste se ha afianzado con los años y se consolida con sus aportes científicos para mejorar las condiciones de vida de su población.

Investigación e innovación

En la actualidad, la Sede cuenta con 24 proyectos de investigación activos, en áreas como ingeniería, seguridad alimentaria, patrimonio cultural, turismo y agricultura, entre otros.

Destaca también el trabajo interinstitucional que se lleva a cabo con el Ministerio de Agricultura y Ganadería, el Ministerio de Educación Pública, el Ministerio de Cultura y Juventud, el Ministerio de Salud, las municipalidades y las cámaras de turismo, entre otros.

Maritza Olivares, coordinadora de investigación de la Sede, manifestó que en los últimos años se ha consolidado esta área y resaltó el impacto que la UCR tiene en distintos sectores.

"La investigación de la UCR tiene mucho impacto, es trascendental, pues se aporta mucho al conocimiento en el sentido de que a través de los proyectos se logran mejorar productos o dar respuestas y datos en áreas en la que se necesita información para la toma de decisiones de las autoridades locales o de gobierno", reafirmó Olivares.

El proyecto *Guía de eventos biológicos y culturales para el aprovechamiento turístico en Costa Rica*, a cargo de Minor Moya, consiste en inventariar y caracterizar los diferentes eventos biológicos y culturales que se presentan durante el año en Costa Rica y que pueden representar una oportunidad para su aprovechamiento turístico.

Para el investigador, este proyecto tendrá como beneficio diversificar la oferta turística y aumentar las opciones de aprovechamiento turístico para las personas que viven cerca de los lugares donde se presentan los eventos biológicos y culturales.

En el área de la seguridad alimentaria se está llevando a cabo el estudio *Diagnóstico sobre la disponibilidad de agua y la seguridad alimenticia en las comunidades costeras de Guanacaste,* en el cual se utilizará un cuestionario estandarizado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura (FAO), con el fin de conocer la situación de la seguridad alimentaria y nutricional, así como la disponibilidad de agua en las comunidades costeras de la región. Además, se recolectarán datos importantes del entorno socioeconómico de las comunidades y se analizarán para detectar la vulnerabilidad de estas en cuanto a la seguridad alimentaria.

La innovación también está presente con una iniciativa que busca desarrollar un vehículo eléctrico experimental que pueda operar con energía eléctrica proveniente de diversas fuentes. El vehículo será implementado mediante una plataforma de uso abierta, con el fin de beneficiar los procesos de certificación e implementación conjunta con otras instituciones.

Asimismo, se realiza la investigación *Impacto y demanda de profesionales en la Región Chorotega: necesidades y proyecciones,* con la cual se identificará el impacto que han ocasionado en las empresas e instituciones los profesionales graduados de la Sede de Guanacaste, así como las necesidades y proyecciones tanto de los empleadores como de los egresados de la UCR.

El rescate del acervo cultural es otra de las áreas en las cuales esta casa de educación superior ha generado conocimiento. Gracias a las investigaciones, se ha logrado recopilar, escribir, enseñar y difundir a nivel nacional e internacional el patrimonio guanacasteco.

Producción agrícola

La Finca Experimental de Santa Cruz (FESC) se ha convertido en un apoyo al agricultor guanacasteco por medio de investigaciones que tienen como objetivo mejorar los sistemas productivos y la calidad de lo que se siembra.

Según explicó Edgar Vidal Vega, coordinador de la FESC, se realizan estudios en arbustos para la alimentación de animales y opciones forrajeras para Guanacaste, con el propósito de crear híbridos y opciones que crezcan en abundancia, mejoren la producción, sean resistentes a las enfermedades y tengan excelentes características nutricionales, entre otras especificidades.

Otras investigaciones que están en curso tienen que ver con el cultivo de pitahaya, una fruta resistente a las sequías. Es el caso del proyecto *Análisis del crecimiento de la pitahaya,* a cargo de Gabriel Garbanzo, que tiene como fin cuantificar el desarrollo de plantas mediante análisis de crecimiento vegetal en zonas de vida tropical seca, bajo condiciones de riego por goteo.

"En el proyecto se están creando herramientas que permitan realizar una estimación cuantitativa del crecimiento de pitahaya. Con estas podríamos comparar el efecto de los distintos manejos aplicados al cultivo e identificar precisamente si influyen en el crecimiento de la planta. Asimismo, se identifican las distintas etapas fenológicas, para poder realizar un manejo más ajustado al cultivo. Se ha generado información confiable y con esta se han efectuado varias visitas, asesorías y charlas a los distintos productores de pitahaya en Guanacaste", precisó Vidal.

Con esta diversidad de investigaciones, la UCR deja en evidencia la labor que desempeña como institución generadora de conocimiento al servicio de la comunidad guanacasteca y nacional. ■

En los últimos meses, el GasLab de la UCR ha medido de forma sistemática con drones las emanaciones de gases del volcán Turrialba, junto a vulcanólogos del Observatorio Sismológico y Vulcanológico de Costa Rica de la Universidad Nacional (foto cortesía Alfredo Alan).

El arte de construir instrumentos a la medida

Con ayuda de tecnologías emergentes, se pueden obtener datos de lugares inaccesibles para las personas y que son de gran valor para la investigación científica.

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

Los vehículos aéreos no tripulados, también conocidos como drones, constituyen un tipo de herramienta para la investigación científica que está despertando mucho interés, ya que presentan ventajas como ingresar a ciertos lugares donde antes era impensable.

Los avances de esta tecnología y la reducción de su costo son factores atractivos para quienes necesitan resolver el problema de cómo recoger información en sitios de difícil acceso

En la Universidad de Costa Rica (UCR), el GasLab del Centro de Investigación en Ciencias Atómicas, Nucleares y Moleculares (Cicanum) se dedica desde hace más de una década al desarrollo de instrumentos y sensores para la medición de gases atmosféricos y plumas volcánicas.

Las emisiones volcánicas de gases y ceniza a la atmósfera proveen información actualizada sobre qué está pasando en el interior de los volcanes; además, las dificultades para predecir las trayectorias y las dimensiones de las nubes de ceniza han mostrado la necesidad de contar con drones o tecnologías similares que caractericen las plumas volcánicas para validar los modelos de trayectoria obtenidos a partir de imágenes satelitales.

Precisamente, en los últimos meses el GasLab ha medido de forma sistemática con drones las emanaciones de gases de los volcanes Turrialba y Poás, que se encuentran activos, junto a un grupo de vulcanólogos del Observatorio Sismológico y Vulcanológico de Costa Rica (Ovsicori) de la Universidad Nacional (UNA).

Ante la imposibilidad de instalar estaciones de monitoreo permanentes en esos volcanes durante esta etapa de eruptiva, y debido a que las que estaban instaladas fueron dañadas por las erupciones, los drones permiten dar continuidad a la tarea de los investigadores para conocer y anticipar procesos relacionados con la actividad volcánica durante la erupción misma. Este ha sido un hito a nivel mundial y se está preparando la publicación con los resultados obtenidos este año en las misiones.

La información generada por el GasLab también se emplea para validar y calibrar sensores remotos localizados en satélites espaciales por la Estación Espacial Internacional de la NASA, agencia estadounidense con la cual la UCR ha mantenido una relación y colaboración científica durante muchos años.

Inicios

El Dr. Jorge Andrés Díaz, físico e ingeniero microeléctronico, quien se ha especializado en la construcción de instrumentos para la investigación científica, y coordinador del GasLab, explicó que lo primero que desarrolló como parte de su tesis doctoral fue un espectrómetro de masas en miniatura, con la idea de utilizarlo primero como instrumento de campo portátil para medir in situ la concentración de diferentes gases en la atmósfera, para luego integrarlo en plataformas aerotransportadas, como aviones en pequeña escala, sondas espaciales y más recientemente drones. Por su desarrollo a Díaz se le otorgó el Premio Nacional de Tecnología en 1999.

El peso del espectrómetro era una de las principales dificultades que había que solucionar, ya que no se podía colocar en aviones o drones pequeños. Por esa razón, se decidió utilizar sensores más livianos, pero que miden solo un tipo de gas a la vez.

"La primera vez que utilizamos un dron fue hace ocho años, que le costó a la Universidad de Costa Rica alrededor de $20 000. Con el tiempo hemos aprendido a usar los drones y adaptarle equipos de medición; actualmente los armamos, desarmamos y programamos en el laboratorio, son equipos hechos a la medida para lo que una determinada aplicación requiera", indicó Díaz.

Los costos de estas tecnologías se han reducido de manera considerable y en el mercado ya se encuentran drones más grandes, lo cual les posibilita adaptarles diferentes componentes y de mayor peso.

La experiencia les ha dejado muchas enseñanzas, pues han tenido que lidiar con una serie de dificultades a lo largo de los años. Ha sido un proceso de prueba y error, de innumerables ensayos en el campo e incluso de accidentes y daño de equipos.

Programar una misión con uno de estos aparatos requiere tener conocimientos teóricos y prácticos en diversas áreas y disciplinas. "Hay que saber de Física, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Aeronáutica para resolver problemas concretos y tomar decisiones durante una misión. Nosotros contamos con un equipo interdisciplinario en el GasLab, lo que ha facilitado mucho el trabajo", expresó Díaz.

Ventajas

Las tecnologías emergentes, como los drones y la miniaturización de instrumentos y sensores, están ya revolucionando el campo de la generación y recolección de datos con fines de investigación científica. Estos equipos se han convertido en verdaderas herramientas, ya que presentan una serie de ventajas y opciones que se pueden aprovechar en este y otros campos de aplicación.

La recolección de datos en lugares donde antes no se tenía acceso es una de ellas, lo mismo que la posibilidad de tomarlos con mucha frecuencia, lo que permite a los investigadores analizar cambios de un fenómeno en el tiempo.

Otra de las ventajas, según explicó Díaz, es la rapidez con la que se obtienen la información, pues esta se obtiene y en tiempo real se transmite a través de equipos de telemetría, que sirven para la transmisión de datos a la distancia. Si un dron se pierde en una misión, los datos no, pues quedan registrados en la computadora de la base.

Otro aspecto positivo es que la tecnología es complementaria, debido a que no todo sistema puede dar un panorama completo de una realidad, mientras que la combinación de técnicas puede cubrir un problema de carácter científico de forma integral.

Nuevas áreas

El desarrollo de nuevas herramientas al servicio de la investigación científica es aún un área poco explorada en el mundo que comprende una gran cantidad de posibles aplicaciones, entre estas la detección de sustancias tóxicas que se emplean como armas químicas en las guerras.

Para conocer la experiencia del Dr. Díaz y de su equipo del GasLab, el científico fue invitado a Brasil a inicios de julio como expositor en un taller internacional convocado por la Organización para la Prohibición de Armas Químicas (OPCW) de las Naciones Unidas, que recoge recomendaciones para adoptar nuevas tecnologías.

La búsqueda y adaptación de tecnologías aerotransportadas in situ para identificar y medir la presencia de armas químicas, como el gas mostaza y el gas sarín, es una aplicación totalmente nueva y en la que la UCR podría dar un aporte significativo. "La detección de armas químicas significaría un gran reto y la UCR está en capacidad de contribuir con esto", puntualizó el científico.

A su juicio, "este es un nicho con poca gente a nivel mundial. Hay trabajo que hacer, nuevos equipos que se desarrollan y las capacidades de estos aumentan", lo que significa que es un campo que tiene por delante mucho que ofrecer.

"Ha tomado 20 años llegar hasta aquí, pero el esfuerzo ha dado su fruto y se está reconociendo a nivel internacional estas capacidades que se han desarrollado en Costa Rica", concluyó Díaz. ■

Misiones alrededor del mundo

El GasLab del Cicanum ha colaborado con otros grupos de científicos en diversos proyectos de medición de gases volcánicos.

2003 a la fecha: Turrialba, Costa Rica, junto a la NASA.
2015: Solfatara, Italia
2015: Fairbanks, Alaska
2016: Turrialba, Costa Rica
2017: Kilauea, Alaska
2017: Masaya, Nicaragua
2017: Poás, Costa Rica, junto al Ovsicori de la Universidad Nacional.

Faltan datos científicos actualizados para conocer el estado real de la población de lapas verdes, una de las aves más representativas de Costa Rica (foto Hersson Ramírez).

La incógnita genética de la lapa verde

Datos genéticos de la lapa verde, un ave emblemática de Costa Rica en peligro de extinción, serán analizados con miras a preservarla.

Max Martínez Villalobos
max.martinez@ucr.ac.cr

La lapa verde *(Ara ambiguus*) es una de las aves más representativas de Costa Rica. No se consigue observar en cualquier lugar, pues sólo habita en unos cuantos países entre Honduras y Ecuador.

En Costa Rica, particularmente, viven en la zona del Caribe norte y en las llanuras del norte. Su lugar predilecto para permanecer son las copas de los árboles, pero no cualquier árbol, las lapas verdes tienen una afinidad especial por los almendros de montaña. Suelen reproducirse en el Refugio de Vida Silvestre Mixto Maquenque, donde abundan los almendros.

Esta ave difícil de avistar es una de las atracciones principales del aviturismo en Costa Rica. El aviturismo es un modelo turístico que gira alrededor del avistamiento de aves y atrae a cientos de turistas que pagan hoteles, van a las comunidades, contratan guías y fomentan el turismo rural.

La lapa verde es considerada una especie rara, por lo que un turista dura varios días intentando ver una, y de paso colabora con las economías locales.

Sin embargo, esta especie se encuentra en peligro de extinción. Los números de sus poblaciones se han reducido, se estima que existen menos de 400 individuos en Costa Rica. La pérdida de su hábitat y la comercialización ilegal han sido sus principales amenazas.

La vulnerabilidad de este animal es lo que motivó a Otto Monge Solano, profesor e investigador de del Laboratorio de Genética de la Conservación la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica (UCR), a realizar un estudio genético.

En el 2011, Monge ya había efectuado una investigación similar sobre la lapa roja *(Ara macao*). Era la primera evaluación de este tipo que se realizaba en el país y la segunda en Mesoamérica. Fue así como el biólogo propuso el tema para que un estudiante hiciera una tesis acerca de la lapa verde y Hersson Ramírez, estudiante de la Universidad Nacional (UNA), se unió al proyecto.

"Hersson desarrolló los objetivos y la justificación, con una metodología similar a la de mi trabajo. Él ha hecho el proyecto llamativo y se ha autofinanciado. Yo le di la idea y él ha ido creando un proyecto a partir de esa idea", explicó Monge, quien aseguró que Ramírez ya ha recolectado aproximadamente 130 muestras para comenzar el proceso de análisis del ADN de la lapa verde.

Metodología

El primer paso para analizar los datos genéticos de la lapa verde es la recolección de muestras. Monge comentó que extraer muestras directamente del animal puede generarle estrés y alteración en su comportamiento, por lo que se opta por obtener el ADN de las plumas y de las heces del ave.

Según explicó el científico, se espera hasta que el ave deposita sus heces en un toldo o bolsa plástica que se coloca bajo un árbol, ya que es necesario que las heces estén frescas para tener la certeza que se podrá obtener el material genético. Las plumas, por otra parte, son sencillas de obtener de cualquier lugar, pues la coloración y tamaño las hace inconfundibles.

Una vez obtenidas las muestras, se arranca la parte de las plumas que está pegada a la piel, pues ahí es donde se acumulan las células. En el caso del excremento, se obtienen de la parte externa, la cual contiene células del interior del intestino que se adhirieron a las heces durante el proceso de digestión.

Luego sigue la extracción del ADN, para lo cual se utilizan unos kits específicos para este proceso. Durante este paso, se añaden reactivos químicos a la muestra y con ayuda de varias máquinas al final se obtiene un tubo con moléculas de ADN.

A continuación se inicia el análisis de secuencias repetitivas representativas del ADN, llamadas microsatélites. Se hacen varias copias de estos segmentos por medio de un proceso llamado PCR y al final se puede visualizar la información del ADN traducida en números. Se usan indicadores y datos estadísticos estándares para analizar la información genética.

"Vemos la condición de la población basados en cómo se desempeñan esos números. Es un poco abstracto, pero nosotros lo que hacemos es traducir esos números. Hay que analizar una serie de parámetros para tener un criterio", detalló el biólogo.

Con estos datos traducidos se puede comprender la variabilidad genética de la especie. Una baja variabilidad genética podría representar peligro de extinción, ya que significaría que las lapas se están apareando entre parientes, lo cual conlleva a enfermedades de origen genético.

Expectativa

Actualmente, Ramírez se encuentra evaluando las muestras obtenidas y el proceso en el laboratorio apenas está comenzando. Se estima que en octubre se obtendrán algunas conclusiones y resultados preliminares. Mientras tanto, Monge y Ramírez tienen varias sospechas de lo que podrían hallar una vez analizados los datos.

"Esperamos encontrar una variabilidad genética que no sea tan alta. Creemos que la pérdida del hábitat ha afectado más a la lapa verde que a la roja. También pensamos que todas las muestras pertenecen a una sola población," afirmó Monge.

El especialista espera comprender el ciclo de desplazamiento de la población de las lapas, aspecto que se podría analizar fácilmente si se recolectaron diferentes muestras de un mismo individuo en distintas locaciones. Definir este desplazamiento es muy probable debido a la poca cantidad de especímenes.

El biólogo mencionó que las lapas se han comenzado a ver en zonas como Sarapiquí, Pococí, Guácimo y Siquirres en grupos de hasta 30 individuos. Esto podría ser un indicador de que la población se podría estar recuperando, por lo que es necesario realizar nuevos censos de población.

"Me parece que es importante evaluar nuevos parámetros para ver si la lapa verde todavía continúa en ese grado de amenaza. Sabemos que en Costa Rica se ha reforestado y hay más conciencia ambiental. Hay que ver si esto está teniendo un efecto positivo y se podría cambiar la categoría de la especie. Si la información apunta a que la lapa está en buen estado, se tiene que continuar con la protección, pero hay que actualizar los datos," concluyó Monge. ■