

CIENCIA MÁS TECNOLOGÍA

7 de mayo de 2025 - Año 10, n.º 108

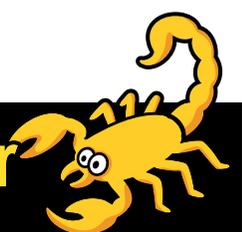
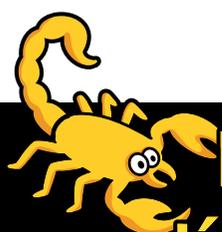
Ciencia que salva:

La UCR trabaja en un nuevo antídoto contra el veneno de escorpiones





El antiveneno es capaz de salvar vidas en África y Medio Oriente. Su desarrollo es una respuesta solidaria de la UCR ante una enfermedad desatendida. Fotos: Karla Richmond. Imágenes con fines ilustrativos.



El mundo está cerca de tener el primer antídoto UCR contra el veneno de escorpiones

El antiveneno ya está en estudios preclínicos en Marruecos. Su objetivo es ayudar a proteger vidas en Oriente Medio y el norte de África

Jennifer Jiménez Córdoba
jennifer.jimenezcordoba@ucr.ac.cr

En los laboratorios del Instituto Clodomiro Picado (ICP), de la Universidad de Costa Rica (UCR), se trabaja por un

sueño que ya está cerca de ser una realidad y de entrar al escenario global.

Se trata del primer antiveneno costarricense, con sello UCR, capaz de salvar vidas humanas frente al envenenamiento causado por tres especies de escorpiones letales del norte de África y Medio Oriente: *Androctonus australis*, *Buthus mardochei* y *Leiurus quinquestriatus*.

El producto lleva por nombre Scorpi-TAb-ICP y se da como respuesta científica y solidaria ante una enfermedad desatendida.

Si bien desde hace décadas el ICP-UCR ha sido un referente mundial en la produc-

ción de antivenenos contra mordeduras de serpiente, esta es la primera vez que un equipo científico costarricense del Instituto desarrolla un antídoto contra el veneno de escorpión que posee alcance internacional.

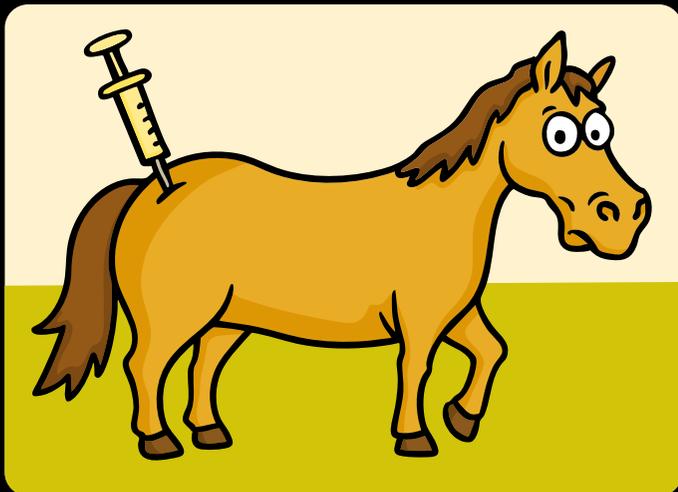
El proyecto ha avanzado con una rapidez excepcional. En tan solo año y medio, el talento costarricense logró alcanzar la fase de estudios de estabilidad del producto y enviarlo a Marruecos, donde se están realizando pruebas preclínicas con venenos de la región.

“Este antiveneno puede salvar a niños en Marruecos, Egipto o Sudán. Esa es

nuestra motivación y el impacto que queremos lograr”, afirma la Dra. María Herrera Vega, investigadora de la Sección de Desarrollo Tecnológico del ICP-UCR y coordinadora del proyecto que involucra a más de 30 personas del Instituto.

¿El impacto que se podría generar? Enorme. Un estudio del 2008 divulgado por la revista científica *Acta Trópica* indica que, en el mundo, más de 1.2 millones de personas cada año son envenenadas por escorpiones y, de esos casos, ocurren más de 3 250 fallecimientos. Para el 2025, se calcula que esta cifra podría ser mayor.

¡Así se formula el fármaco contra el veneno de escorpiones!



1. Se inmuniza a los caballos con las toxinas de los venenos de escorpión.



2. Se espera, aproximadamente, tres meses para que el caballo genere los anticuerpos neutralizantes.

3. Se extrae la sangre y se separa el plasma sanguíneo.



4. Se purifican los anticuerpos obtenidos y se genera el vial con la formulación.

Asimismo, la mitad de esos casos suceden en la región MENA (norte de África y Medio Oriente), especialmente en las zonas de mayor vulnerabilidad económica, donde el escorpionismo es una amenaza real y poco visibilizada.

Tan solo en países como Marruecos, por ejemplo, el estudio de *Acta Trópica* reporta más de 127 000 accidentes y 231 muertes del 2016 al 2020. Aunque la tasa de mortalidad global puede parecer baja (entre 0.45 % y 4.9 %), en regiones vulnerables como Sudán esa cifra se eleva, especialmente entre niñas, niños, adultos mayores y mujeres embarazadas.

“En Sudán nos contaban que los cementerios de niños están llenos por causa del escorpionismo. Es desgarrador. La mayoría muere durante la temporada de lluvias, cuando los escorpiones entran a las casas tras las inundaciones”, relata Herrera.

Así inició todo

El interés del ICP-UCR por generar este nuevo antiveneno surge por el abandono de la industria.

Hasta hace poco, una farmacéutica internacional producía el principal antiveneno contra escorpiones para esa región. Pero, como ha sucedido con otros tratamientos para enfermedades tropicales, la producción se detuvo.

¿El motivo? Simplemente, el fármaco no era rentable por ser un problema que, al igual que en los envenenamientos ofídicos, afecta a las poblaciones de menores ingresos económicos.

Ante la retirada de la compañía, se abrió un gran vacío. Sin antivenenos en el mercado, y sin capacidad local para producirlos, miles de personas quedaron desprotegidas.

Fue entonces cuando el ICP-UCR decidió intentar desarrollar una formulación que contribuyera a solucionar el problema del escorpionismo en la región del MENA; no por un interés comercial, sino por vocación científica y humanitaria.

“Una farmacéutica producía suero antiescorpión para África, que era el referente, y luego dejaron de producirlo. Ahora, ya ese suero no se encuentra. Nuestro objetivo es alcanzar y superar la calidad que tenía ese producto”, cuenta el M. Sc. Andrés Sánchez Brenes, otro de los investigadores líderes del proyecto.

El objetivo

La solución costarricense se enfoca en neutralizar el veneno de las tres especies peligrosas de escorpiones citadas.

Para ello, el ICP importó los venenos de la empresa especializada Latoxan de Francia. Luego, cuatro caballos fueron inmunizados cuidadosamente con estos venenos para generar anticuerpos neutralizantes.

El proceso ha sido casi idéntico al utilizado en la producción de sueros antiofídicos, con algunas diferencias técnicas debido a la naturaleza del veneno de escorpión.

La formulación final es en polvo, es decir, liofilizada, lo cual representa una ventaja importante en términos de logística: no requiere cadena de frío y tiene una vida útil de cinco años. Esto es una gran ventaja para los países del Medio Oriente, que suelen tener temperaturas altas y, en algunos, pocas opciones de refrigeración.

“La formulación que desarrollamos se presenta en un vial de 10 mL. Esto equivale a las presentaciones habituales de 1 mL por vial, de las cuales se requieren 10 viales por paciente. Entonces, hicimos una nueva presentación con una única dosis. Esto disminuye costos, facilita el almacenamiento y mejora la accesibilidad en zonas remotas”, explica Herrera.

Actualmente, ya se tienen los primeros tres lotes del antiveneno, que se encuentran en fase de prueba de estabilidad. Estos lotes ya han demostrado una potencia neutralizante que supera, por mucho, la especificación de otros productores para este tipo de medicamento.

Mientras a nivel internacional se recomienda una capacidad de neutralización mínima de 50 dosis letales por mL para estas especies de escorpión, los ensayos del ICP-UCR muestran que, en algunos casos, su producto alcanza hasta 550 dosis letales neutralizadas por mL para uno de los venenos de los escorpiones.

Para otro de los venenos, el antídoto neutraliza 385 dosis letales y, para el tercero, 400 dosis letales. En otras palabras, el antiveneno de la UCR es casi diez veces más potente que lo esperado, comenta Herrera.

El proceso

Con la ayuda de una investigadora del Instituto Pasteur de Marruecos, los lotes del antiveneno de la UCR ya están siendo evaluados en pruebas preclínicas.

Estas pruebas son realizadas en ratones a fin de confirmar la eficacia del producto con venenos locales.

Al concluir lo anterior, el siguiente paso será lograr el registro sanitario en Costa Rica y en los países de destino. Para ello, se requiere completar al menos tres años del estudio de estabilidad y contar con evidencia científica sólida que demuestre la vida útil del producto. Los tres años de estabilidad se cumplen este 2025.

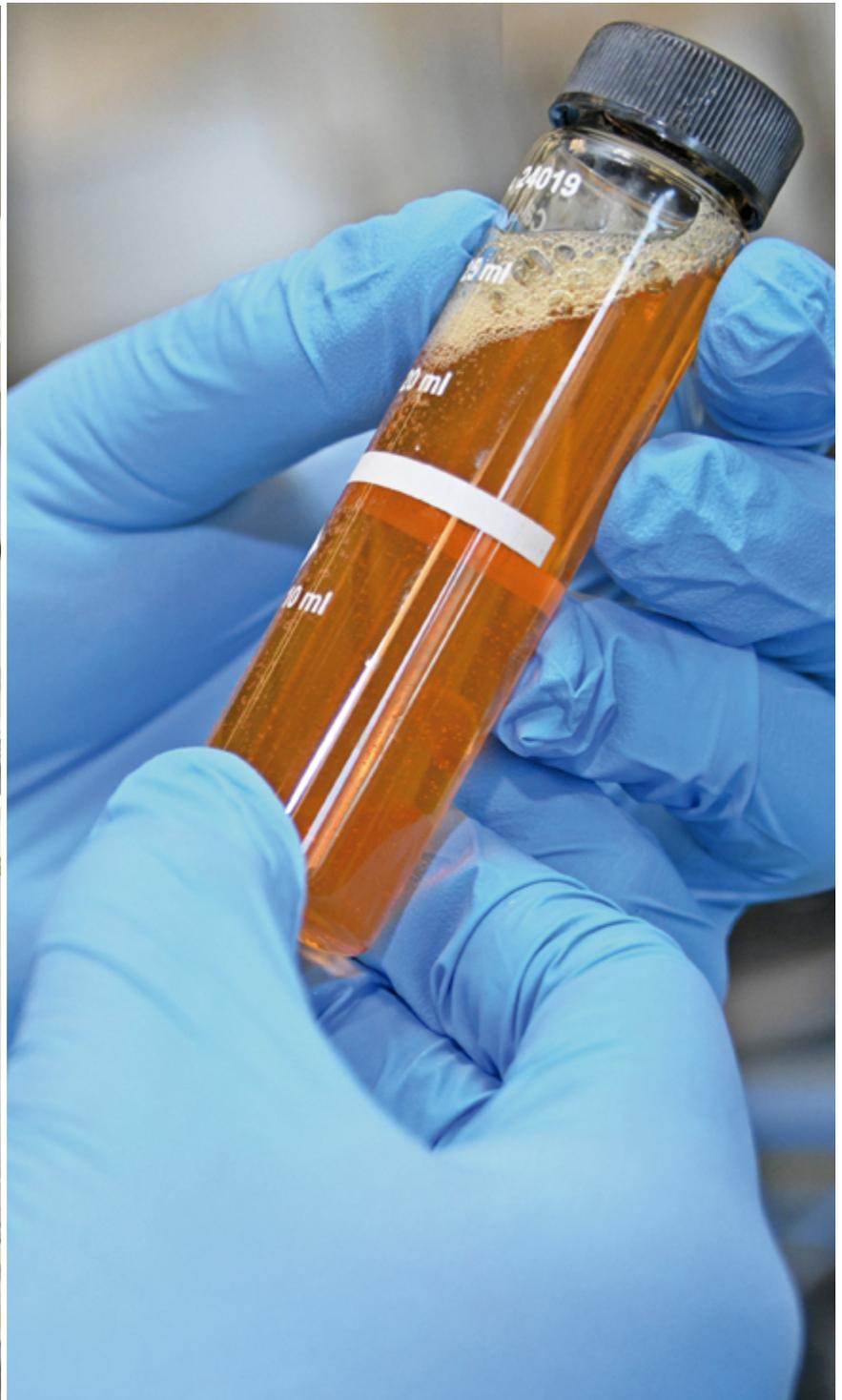
“El antiveneno se va a probar con otras especies cuyos venenos no están incluidos en la mezcla de inmunización, pero que nosotros suponemos que pueden tener reactividad cruzada. Por supuesto, queremos que alguien más lo demuestre para evitar ser, nosotros mismos, juez y parte”, menciona Herrera.

Este desarrollo no habría sido posible sin un equipo multidisciplinario comprometido. Desde quienes cuidan y alimentan a los caballos, hasta quienes monitorean los parámetros fisicoquímicos o gestionan la compra de los venenos. Más de 30 personas han participado en esta iniciativa que simboliza lo mejor de la ciencia costarricense.

“Este suero todavía debe ser sometido a un estudio clínico para saber el desempeño, pero desde ya esperamos que se comporte de la misma forma. Con tan solo saber que funcionó, y que para una persona el tratamiento fue eficaz, es más que suficiente para sentir que lo hicimos bien para ayudar a salvar vidas”, expone Sánchez.

Con este antiveneno, el ICP-UCR reafirma su lugar como referente mundial en el desarrollo de soluciones para enfermedades desatendidas. Pero más allá del prestigio, el objetivo es claro: reducir la mortalidad, el sufrimiento y los costos en sistemas de salud frágiles.

“Si un niño en Marruecos se recupera más rápido, si una madre no pierde a su hijo por un envenenamiento que se pudo tratar, ese es nuestro mayor logro”, concluyen los investigadores. ■



Los expertos de la UCR evalúan diferentes mecanismos para desarrollar subproductos valorizables a partir de las aguas residuales. Foto: Laura Rodríguez.



La UCR transforma las aguas residuales en subproductos valorizables como agua para reúso, fertilizante y biogás



Un proyecto de investigación de la Facultad de Ingeniería plantea opciones innovadoras para solucionar la problemática de saneamiento de aguas residuales.

Tatiana Carmona Rizo
jessica.carmonarizo@ucr.ac.cr

¿Se imagina poder reaprovechar las aguas residuales en usos como la descarga para servicios sanitarios, el riego de plantas, la fertilización agrícola o como un biocombustible?

Todo lo anterior puede ser posible gracias a un proyecto de investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica, mediante el cual se pretende, desde un enfoque de desarrollo sostenible y economía circular, brindar una solución viable en materia de saneamiento de aguas residuales.

Se trata del proyecto “C3608 Tratamiento anaeróbico de las aguas residuales ordinarias”, el cual involucra a estudiantes y docentes de diferentes disciplinas de la UCR, quienes analizan y crean diversos mecanismos para transformar estos líquidos en subproductos valorizables, como agua, energía y nutrientes.

Su meta principal es ofrecer una alternativa sostenible a una problemática nacional no resuelta, ya que, en Costa Rica, alrededor del 75 % de la población envía las aguas servidas a un tanque séptico con drenajes.

Desde el punto de vista científico, esa opción no es viable a largo plazo por cuestiones de espacio, manejo inadecuado de la infraestructura, contaminación de acuíferos, filtraciones, etc. A esta problemática, se suma la realidad de que una parte de estos líquidos sin tratamiento va a los ríos y contamina el recurso hídrico.

El Dr. Erick Centeno Mora, de la Escuela de Ingeniería Civil y coordinador

del proyecto de investigación, explicó que el propósito de la iniciativa es “evaluar y caracterizar los tipos de subproductos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales y valorar la factibilidad ambiental, técnica y financiera de distintas tecnologías para aprovecharlos”.

“Nosotros nos enfocamos en tres grandes subproductos: el agua tratada que, cuando hay escasez del recurso, podemos aprovechar para riego agrícola, limpieza de calles o hasta para uso en la construcción. El segundo es el lodo residual obtenido al tratar el agua, y cuya manera más inmediata de aprovecharlo es en el uso agrícola. Entonces, nosotros investi-

gamos la forma de conservar en este lodo residual nutrientes como el nitrógeno, el fósforo, el potasio, para incorporarlo como mejorador del suelo. El último subproducto es el biogás, un gas de origen biológico y rico en metano, que es un combustible que podemos usar para generar energía”, dijo Centeno.

Según su perspectiva, este tipo de iniciativas son de gran relevancia para el país, ya que solo un 25 % de la población tiene acceso al mecanismo de alcantarillado sanitario, que es una de las formas más efectivas y sostenibles de tratar las aguas residuales en zonas urbanas.

Subproductos a partir de las aguas residuales

Con el fin de encontrar formas para reaprovechar estos fluidos transformándolos en otros subproductos, la primera etapa de este proyecto se enfocó en desarrollar varios sistemas piloto y realizar algunos experimentos de laboratorio para tratar las diferentes fases de las aguas servidas (líquida, sólida y gaseosa).

De esta manera, para su fase líquida, se planteó un sistema de filtración con membrana y membrana de ultrafiltración, y un sistema de biofiltración en espuma de poliuretano. Seguidamente, se sometió a prueba el reúso del agua residual tratada en la construcción.

Según Centeno, los resultados obtenidos para la fase líquida fueron positivos: los sistemas piloto de reactores anaeróbicos con postratamiento funcionan para tratar las aguas servidas y cumplir con la reglamentación nacional.



Este proyecto surgió bajo la consigna de desarrollar investigación para el beneficio del país. Por eso, estudia y crea diferentes alternativas para solucionar la problemática de las aguas residuales. Foto: Laura Rodríguez.



El Dr. Erick Centeno Mora, de la Escuela de Ingeniería Civil, es el coordinador del proyecto de investigación. Foto: Laura Rodríguez.

“Los estudiantes van y prueban estos sistemas piloto en plantas de tratamiento por alrededor de 12 semanas, obtienen datos y los analizan. A partir de estos resultados, se confirma si las técnicas y mecanismos en materia de tratamiento o postratamiento funcionan para descontaminar las aguas residuales... Los resultados obtenidos son positivos y lo más relevante es que se trata de alternativas sostenibles desde el punto de vista ambiental y financiero, de un costo menor a las tecnologías típicamente utilizadas en nuestro país”, expresó Centeno.

En su opinión, más adelante, como parte de la línea de investigación, se podrán escalar aquellos sistemas pilotos que son más efectivos para tratar las aguas residuales.

Por ejemplo, junto con el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, el proyecto de investigación logró verificar que el uso de agua tratada no afecta la calidad de los materiales empleados en los procesos de construcción, especialmente el concreto.

Además, para la fase sólida, se desarrollaron diferentes experimentos de laboratorio con mecanismos de higienización alcalina e higienización por compostaje, con el objetivo de sanitizar el lodo residual y medir su capacidad para, una vez higienizado, ser utilizado como abono orgánico.

“Lo que hemos estudiado es cómo podemos reducir la carga microbiológica del lodo residual. Por ejemplo, una estudiante investigó el uso de compostaje para higienizar el lodo, mientras que otro estudiante hizo pruebas con cal para

subir el pH del lodo, y así transformar este residuo en un biosólido que puede ser utilizado en agricultura, respetando nuestra reglamentación”. En este caso, también se han realizado pruebas en conjunto con el Centro de Investigación Agrícola (CIA) para verificar si este lodo residual puede ser utilizado como fertilizante natural a escala de invernadero.

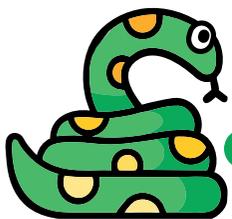
Por último, también se diseñaron sistemas piloto para aprovechar el biogás que emerge de las plantas de tratamiento de las aguas residuales para la higienización del lodo residual por calor. “Usamos el biogás, lo quemamos dentro de unidades térmicas especialmente diseñadas y, por medio de ese calor, se trata el lodo residual para higienizarlo”, explicó Centeno.

Es fundamental destacar que la mayoría de los sistemas piloto y de pruebas experimentales fueron planteados y estudiados desde un enfoque de análisis de ciclo de vida, lo cual permite medir su sostenibilidad técnica, ambiental y financiera.

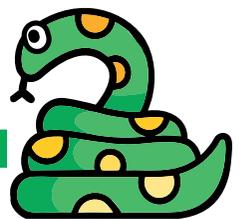
Este proyecto continúa en marcha durante este 2025 y se espera que los sistemas piloto más efectivos se puedan escalar y transferir hacia el sector técnico nacional en futuras investigaciones. ■



El Dr. Mahmood Sasa menciona que están desarrollando tres propuestas con grupos centroamericanos para aclarar aspectos de la sistemática y la taxonomía de grupos problemáticos de especies de la región, de los cuales no están convencidos de que sean una sola especie, sino un complejo de especies. Foto: Karla Richmond.



UCR presente en el análisis sobre la conservación de reptiles en Centroamérica



Personal del ICP y de la colección de herpetología del Museo de Zoología del Cibet participaron en un taller sobre la conservación de reptiles, el cual tuvo como contenido base las colecciones científicas de la región, por ejemplo, las del Museo.

Marianela Arias Vilchez
MARIANELA.ARIASVILCHEZ@ucr.ac.cr

Con el objetivo de revisar la taxonomía de las especies de reptiles de la región e identificar su nivel de amenaza y su estado de conservación, especialistas de Costa Rica, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, España y Estados Unidos se reunieron en el Taller sobre Reptiles Centroamericanos del Orden Squamata de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

El evento se llevó a cabo durante la semana del 2 al 8 de marzo en la Estación Biológica La Selva en Puerto Viejo de Sara-

piquí. En la actividad participó personal del Instituto Clodomiro Picado (ICP) y de la colección de herpetología del Museo de Zoología del Centro de Investigaciones en Biodiversidad y Ecología Tropical (Cibet).

El taller fue facilitado por el Centro para la Supervivencia de Especies de Nuevo México (Estados Unidos), un grupo que apoya la conservación estratégica de especies silvestres al producir datos de referencia para la UICN con el fin de orientar la planificación y las acciones en este tema.

El 24 % de las especies revisadas incrementó su estatus de amenaza

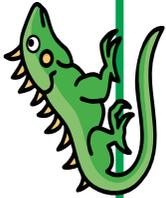
El Dr. Mahmood Sasa, herpetólogo e investigador del Cibet y del ICP, indica que en Centroamérica se reconoce un total de 596 especies de reptiles Squamata que representan 30 familias. Del total de especies, 325 son serpientes, 268 son lagartos

Mapa de trabajo del taller

Los participantes se dividieron en grupos por región de especialización para analizar las especies en general de cada país y las especies endémicas.

Luego, se reunieron con sus colegas para estudiar las especies que comparten entre países.

¿Qué aspectos tomaron en cuenta para evaluar las especies?



-  Distribución geográfica
-  Hábitats
-  Tendencias poblacionales
-  Tipos de presiones que las comunidades ejercen sobre ellas

Luego, mediante lineamientos previamente establecidos, le asignaron a cada especie una de las siguientes categorías de amenaza:

-  Preocupación menor
-  Casi amenazado
-  Vulnerable
-  En peligro
-  En peligro crítico
-  Extinto en estado silvestre
-  Extinto (tanto en cautiverio como en la naturaleza)

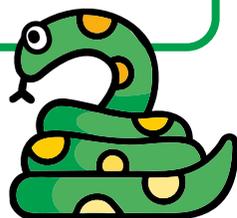
Otras categorías:

-  No evaluado
-  Datos insuficientes

¿En qué aspectos puede contribuir la información generada en el taller?

-  En la protección de zonas del país, ya que los entes tomadores de decisiones obtienen datos sobre qué tan grave es la situación de las especies que se encuentran en determinadas locaciones.
-  En el otorgamiento de permisos de investigación, porque, si se conoce que en cierta zona hay una especie amenazada, posiblemente se querrá estudiar con mayor detalle.
-  En que agencias nacionales o internacionales financien la conservación de determinadas especies, pues los datos les permiten respaldar sus decisiones de inversión.

Información brindada por el Dr. Mahmood Sasa, herpetólogo e investigador del Cibet y del ICP. Diseño: Rafael Espinoza.



El Dr. Mahmood Sasa anunció un congreso latinoamericano para febrero del 2026. El evento abordará temas como biología, uso del espacio y conservación de una variedad de especies de tortugas marinas, cocodrilos, serpientes, etc. Foto: cortesía de Jesús Sigala.

y lagartijas (saurios), y tres son especies de anfisbénidos (reptiles ápodos, como las serpientes, pero de distinto linaje, que en la región solo se encuentran en Panamá).

De las especies revisadas, el 24 % de ellas incrementó el estatus de amenaza respecto a una evaluación realizada doce años atrás.

“La colección de herpetología del Museo de Zoología ha podido catalogar de una manera más completa la diversidad de anfibios y reptiles del país, por lo que lidera esos procesos de preservar la información sobre la biodiversidad de esos grupos en la región”, Dr. Mahmood Sasa.

Sasa expresa que este incremento se atribuye a varios aspectos: una mayor disponibilidad de información actual respecto a la distribución y reducción de poblaciones de algunas de esas especies; nuevas amenazas en la región para algunos de esos reptiles; la modificación de hábitat, principalmente por el incremento de los incendios forestales; la minería y la urbanización en países del área y el impacto del cambio climático en las redes tróficas (alimentarias).

El equipo de especialistas continuará evaluando las especies que no lograron discutir en el taller, de manera virtual, para completar el análisis de la región centroamericana. Luego, la UICN incorporará esos datos al sitio web oficial de sus listas rojas, de manera que cualquier persona en cualquier parte del mundo pueda acceder a la información.

De los datos nuevos, Sasa resalta el caso de la matabuey o cascabela muda.

Los expertos han observado una menor cantidad de especímenes en las zonas bajas de áreas protegidas donde no ha habido una reducción de su hábitat y donde antes sí se encontraban estas especies.

En las partes altas de lugares como el Parque Nacional Braulio Carrillo sí siguen apareciendo. El biólogo expone que puede ser que el incremento de la temperatura las incomoda en las partes bajas o que las redes tróficas cambiaron. Esto significa que las temperaturas pueden estar afectando a otros animales, como los roedores, que son las presas de la matabuey.

Hace doce años, esta serpiente estaba en categoría de preocupación menor y ahora está en la de peligro.

Si bien, Sasa menciona que no van a desaparecer todas al mismo tiempo, el problema es que se puede volver difícil para los expertos encontrarlas. Esto es inconveniente porque con el veneno de la matabuey la UCR hace el suero antiofídico.

El experto señala que no mantener poblaciones de esta especie puede acarrear consecuencias médicas. El suero antiofídico es utilizado para salvar a las personas que son mordidas por dicha serpiente. Además, el antiveneno es vendido a precio de costo a países de la región, por lo que el tratamiento producido en la Universidad también tiene impacto en la salud regional.

Museo de Zoología: líder en Costa Rica y en la región

La colección de herpetología (anfibios y reptiles) del Museo de Zoología del Cibet cataloga, principalmente, las especies de Costa Rica. En esta muestra, hay 24 650 especímenes de anfibios y reptiles con su respectiva información. Algunos de los datos que guardan de cada especie son los

Continúa en la página 8



La UICN tiene como proyecto el catálogo del nivel de amenaza sobre especies de flora y fauna, el cual lleva a cabo a través de sus “listas rojas” de especies. El taller realizado es parte de tal iniciativa. Foto: cortesía de Mahmood Sasa.



El Dr. Mahmood Sasa explica que en los últimos doce años se han publicado estudios que demuestran la reducción del hábitat disponible (bosques) para la matabuey. No obstante, menciona que esa disminución del bosque no ha sido tan notable. Foto: cortesía de Alejandro Solórzano.



En el taller se logró evaluar la situación de un 68 % de las especies registradas y se identificaron los riesgos que tienen sus poblaciones. Se priorizaron aquellas especies previamente consideradas en mayor nivel de amenaza y se actualizaron sus mapas de distribución. Foto: cortesía de Jesús Sigala.

siguientes: lugar en el que se halló, quién la encontró, la altura y las coordenadas del lugar donde la localizaron.

La colección permite evidenciar dónde se distribuyen las especies en Costa Rica. En caso de que en la actualidad una de las especies ya no exista, la recopilación indica dónde se distribuía, es decir, se hacen mapas de distribución.

Los mapas de distribución geográfica de las especies son útiles para el trabajo que se realiza en los talleres. Por ejemplo,

si hay una especie que se distribuye en varias zonas del país y otra que solo se encuentra en una localidad, los expertos sabrán que, si se deforesta el hábitat de la especie con menor distribución, esta correrá mayor peligro de desaparecer.

“La colección de herpetología del Museo de Zoología ha podido catalogar de una manera más completa la diversidad de anfibios y reptiles del país, por lo que lidera esos procesos de preservar la información sobre la biodiversidad de esos grupos en

la región”, señala Sasa sobre el aporte del Museo.

Sasa también hace hincapié en que el Museo de Zoología del Cibet es el referente donde periódicamente se evalúan cuáles son las especies válidas y cuáles no.

El biólogo explica que el nombramiento de especies (taxonomía) sigue una serie de reglas que debe ser fiscalizada por una comunidad científica.

Sasa indica que, en Costa Rica, el Museo de Zoología del Cibet es el ente

fiscalizador y el que propone la nomenclatura. El Museo sigue los lineamientos del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (IMZN, acrónimo en inglés) y de la información científica que publica el resto de la comunidad científica del mundo. ■