

ECOFRONTERAS

Revista cuatrimestral de divulgación de la ciencia | ECOSUR | vol. 29, núm. 84 | mayo-agosto 2025 | ISSN: 2007-4549

Medusas, fragatas y otros visitantes marinos

Salud de migrantes en espacios de espera de la frontera sur

La gran paradoja del cáncer en el reino animal

Colecciones científicas: tesoros de la naturaleza

Antonio Saldívar Moreno
Dirección General

Adriana Alicia Quiroga Carapia
Coordinación General de Vinculación

Laura López Argoytia
Dirección editorial

Laura Rubio Delgado
Carla Quiroga Carapia
Edición técnica

Trinidad Alemán Santillán
Editor asociado

Julio Roldán
Corrección de estilo

Punto Gif Design Studio
**Diseño de portada, ilustraciones
y diagramación interior**

Esthefania Munguía Sánchez
Asistencia editorial

Karina Puc Balam (maya)
Toribio Arias Vázquez (tsotsil)
Traducción

Humberto Bahena Basave
Fotografías de portada y contraportada

Consejo Editorial

Trinidad Alemán (ECOSUR San Cristóbal)
Griselda Escalona (ECOSUR Campeche)
Martha García (ECOSUR Chetumal)
Alma Grajeda (ECOSUR Campeche)
Azahara Mesa (ECOSUR Villahermosa)
Dolores Molina (ECOSUR Campeche)
Georgina Sánchez (ECOSUR San Cristóbal)
Juan Jacobo Schmitter (ECOSUR Chetumal)
Birgit Schmook (ECOSUR Chetumal)
Lislie Solís (ECOSUR Tapachula)

Consejo Consultivo

Martha Duhne Backhaus
Universidad Nacional Autónoma de México
(TV UNAM)
Rocío Ledesma Saucedo
Instituto Politécnico Nacional (revista *Conversus*)
Rolando Riley Corzo
Universidad Autónoma de Chiapas

Contenido



- 1 Editorial**
Laura López Argoytia



- ARTÍCULOS DEL POZO**
- 2 La fragata portuguesa en los mares de México y el mundo**
Iván Oribe Pérez, Iván Velázquez Abunader y Oswaldo Huchim Lara
- 7 El deslumbrante mundo de las medusas**
José María Ahuatzin-Hernández, José Manuel Sandoval-Vargas y Víctor Manuel Vidal-Martínez
- 12 Salud de personas migrantes en espacios de espera de la frontera sur de México**
Rosalba Jasso Vargas
- 17 Sinfonía en el caos. El canto de las ranas de torrente**
Carlos A. Flores, Edna González Bernal y J. Roberto Sosa López

- 22 Plantas ornamentales: peligro detrás de la belleza**
Liliana Pila y Lissette Díaz

- 26 La gran paradoja del cáncer en el reino animal**
Jesús Omar Chávez Sánchez y Ana Paula Bravo Olmedo

- 30 Cómo enfrentan la depredación los monos aulladores**
Rafael Omar Sánchez Vidal, Ariadna Rangel Negrín y Pedro A. D. Dias



- LEYENDO EL SUR**
- 34 Academia y sociedad cimentando el futuro**
María Luisa Ballinas Aquino, Limbania Vázquez Nava y Landy Edith Rafael Riveros



- ENTREVISTA**
- 37 Colecciones científicas: tesoros de la naturaleza. Conversación con Jorge Eduardo Bolaños Citalán**
Elena Anajanci Burguete Zúñiga

Distribución general: El Colegio de la Frontera Sur, Laura Rubio. Ecofronteras, vol. 29, núm. 84, mayo-agosto de 2025, es una publicación cuatrimestral de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), con domicilio en Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, Barrio María Auxiliadora, C.P. 29290, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas; teléfono: 967.674.9000. www.ecosur.mx.

Reserva de Derechos al Uso Exclusivo núm. 04-2010-121518142600-102. ISSN 2007-4549. Ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Certificado de Licitud de Título núm. 13743, y Licitud de Contenido núm. 11316. Ambos otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación.

Editora responsable: Laura López Argoytia.

Publicación impresa por Grupo Comercial Impresor Arcos, calle Azafrán núm. 40, col. Granjas México, C.P. 08400, Ciudad de México.

Este número se terminó de imprimir el 20 de mayo de 2025, con un tiraje de 1 000 ejemplares. El contenido de los artículos es responsabilidad de autoras y autores. La adecuación de materiales, títulos, subtítulos y resúmenes corresponde a los editores. La reproducción total o parcial de los textos e imágenes contenidos en esta publicación requiere autorización: llopez@ecosur.mx

Ecofronteras pertenece al Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica del CONAHCYT, y está integrada al catálogo de Latindex (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal), así como a la base de datos con formato de colección a texto completo LatAm Studies (Estudios especializados en América Latina y el Caribe).

www.ecosur.mx



Fotos: Humberto Bahena Basave y Laura Rubio Delgado.

Editorial

Laura López Argoitia, El Colegio de la Frontera Sur.

Con el presente número, *Ecofronteras* presenta una imagen renovada para fortalecer su objetivo y compromiso de socializar las contribuciones científicas entre las más amplias audiencias. Por eso hemos incorporado algunos elementos de accesibilidad que buscan mejorar la experiencia de lectura para todas las personas, incluyendo aquellas con diversidad funcional. Sabiendo que existen condiciones muy variadas que impiden el acercamiento a los textos, tenemos la intención de reducir esa brecha, de modo tal que las lectoras y lectores podrán encontrar en nuestra revista algunas iniciativas ligadas a la tipografía, contraste y otros elementos de diagramación y diseño.

En cuanto al contenido, en la primera sección ofrecemos un par de artículos que abordan temas relacionados con los animales del filo Medusozoa, que comúnmente llamamos medusas, aunque no todos lo son en estricto sentido. Comenzamos con la sorprendente y temida fragata portuguesa, una colonia de organismos que “navega” en las aguas marinas cumpliendo importantes funciones ecológicas. Enseguida tenemos una descripción de las peculiaridades biológicas y morfológicas más admirables de los Medusozoa, lo que nos invita a conocer más sobre su deslumbrante mundo.

Tomando un rumbo distinto, y mediante narraciones testimoniales de gran intensidad recabadas en asentamientos temporales en tres ciudades chiapanecas, un tercer artículo nos acerca a la difícil situación en temas de salud que enfrentan las personas migrantes en su tránsito por México, con la meta de llegar a Estados Unidos.

Otro giro temático lo encontramos en “Sinfonía en el caos...”, un estudio de bioacústica con fines de conservación sobre el

canto de las ranas de torrente; así podemos entender mejor la comunicación en la naturaleza y cómo los anfibios se han adaptado a ambientes ruidosos para encontrar pareja. También ciertas plantas ornamentales, bellas pero peligrosas, tienen su espacio en este número; las autoras abordan los compuestos tóxicos que utilizan para su defensa y que pueden provocar efectos negativos en el ser humano, por lo que es importante conocer y manipular precavidamente a las adelfas y las chupamieles.

Hay además un original texto acerca del cáncer en el reino animal, el cual muestra que esta enfermedad no se comporta según lo esperaríamos en relación con el tamaño de los organismos. Entender cómo la evolución ha encontrado el equilibrio para que animales muy grandes no padezcan cáncer puede abrir caminos para futuros tratamientos en humanos. Para finalizar esta parte tenemos un artículo sobre las estrategias de sobrevivencia de los monos aulladores —criaturas emblemáticas de zonas como los Tuxtlas, Veracruz— y cuáles son los cambios en su comportamiento con la desaparición paulatina del jaguar y el águila harpía, sus depredadores.

En la sección Leyendo el Sur compartimos la inforreseña del libro *Retribución e incidencia social: miradas y memorias situadas en el sur*, que plantea valiosas interacciones entre academia y sociedad. Y cerramos la revista entrevistando a Jorge Eduardo Bolaños Citalán, académico del Departamento de Conservación de la Biodiversidad de ECOSUR, quien nos platica acerca de las colecciones biológicas, grandes tesoros en resguardo con los que podemos comprender mejor nuestro mundo.

¡Esperamos que las personas lectoras de *Ecofronteras* disfruten este número!



Foto: Erika Vázquez.

La fragata portuguesa en los mares de México y el mundo

Iván Oribe Pérez, Iván Velázquez Abunader y Oswaldo Huchim Lara

Resumen: La fragata portuguesa es una fascinante colonia de organismos que navega en las aguas cálidas de los océanos. Cuando recalca en las playas, puede provocar picaduras dolorosas; sin embargo, su papel en la ecología marina es crucial, ya que regula las poblaciones de otras especies y es un indicador de cambios ambientales. Además, sus toxinas son heroínas biomédicas que están abriendo nuevos caminos para la cura de enfermedades.

Palabras clave: cnidario, colonia, importancia ecológica y farmacéutica, Meduzoa.

Maayat'aan (maya): U yik'el ja' fragata portuguesa tu k'áak'náabil México yéetel tu jeel k'áanabo'ob yóok'olkaab

Kóom ts'íbil meyaj: le fragata portuguesa' jump'éeel múuch' ik'el ja' jach jak'a'an óolil ku máan tu chokoj ja'il k'áak'náabo'ob. Le kéen k'uchuk jáal ja'e' ku béeytal u jach yaaj chí'ibal; ba'ale', jach k'a'ana'an ich u kuxtalil ba'alo'ob yéetel u yik'elo'ob k'áak'náab tumen ku yáantik ti'al u yantal jest' óolal, ma' u téek ya'abtal chéen jump'éeel chí'ibalil u yik'el ja' bey xan ku ye'esik wa yaan ba'al ma' tu beel tu kuxtalil k'áak'náab. Bey xan ba'ax loob ichil wáaj u toxinase' ku jach áantaj tumen táan u xo'okol ba'ax k'oja'anilo'ob ku ts'aakik.

Áantaj t'aano'ob: cnidario, colonia, k'a'anáanil way yóok'olkaab yéetel ti'al tsaak, Meduzoa.

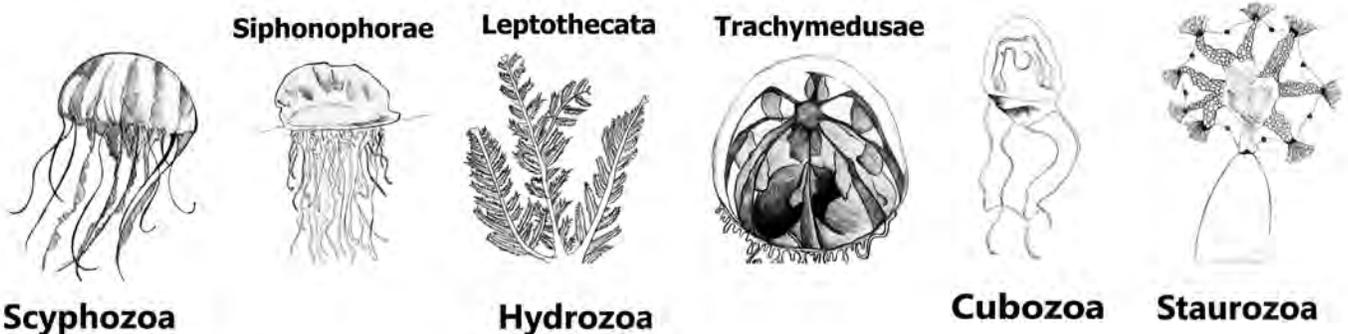
Bats'i k'op (tsotsil): Ti fragata portuguesa ta snabil yosilal mejiko xchi'uk ta sbejel banamil

Smelolal vun albil ta jbel cha'bel k'op: Ti fragata portuguesa ja'ik jun epal bik'talchonetik jmoj stsofet xkajetik ta ba vo' ta sk'ixnal ya'lel muk'tikil nabetik. K'alal ta xk'otik ta lok'el ta ti' nabetike, oy yik'al xtavan ta ti'el ti toj k'uxe, pe ti k'usi no'oxe, yu'un tsots stu skuxlejal ta skuxlejal nabetik, yu'un ja' ta sbik'tajes yepal xch'iel yantik bik'tal chonetik xchi'uk ja' ta xak'ik ta ilel k'u x-elan xk'ixnajel ti banamile. Xchi'uk xtok ti xchial sti'vanejike tabil xa ta ilel ti stak' ta xich' tunesel ta spoxtael chameletike.

Cha'oxbel k'opetik tunesanbil: cnidario, volol tsobolil, stsatsal stu ta kuxlejalil xchi'uk ta poxiletik, Meduzoa.

MEDUSOZOA PERO NO MEDUSA

A la fragata portuguesa por error se le llama medusa. Es cierto que las dos integran el subfilo Medusozoa, pero son de diferentes grupos evolutivos. A este subfilo pertenecen las siguientes clases: Scyphozoa, las verdaderas medusas, que son inofensivas para el ser humano y se identifican por su sombrilla en forma de campana; Hydrozoa, que destaca por la diversidad de sus ciclos de vida, formas de crecimiento y estructuras especializadas, a ellas pertenecen los sifonóforos (Siphonophorae), que en su mayoría forman colonias con un zoóide lleno de gas que le sirve para la flotación (la fragata portuguesa es un ejemplo); Cubozoa, famosa por su picadura tóxica y su letalidad para el ser humano, tiene una campana en forma de cubo y se le llama avispa del mar o medusa caja; Staurozoa, que corresponde a las medusas pedunculadas, organismos sésiles adheridos al sustrato que en su fase adulta poseen ocho tentáculos.



Fuente: Elaborado por Freddy Nic.

Determinar cuándo la humanidad empezó a navegar los océanos es imposible. Entre tres y cinco mil años atrás, los egipcios surcaban el río Nilo con fines comerciales y bélicos; los antiguos griegos y romanos fueron hábiles navegantes, y los vikingos reemplazaron los remos con velas. Los españoles cruzaron el Atlántico en el siglo xv para llegar a América; en el siglo xix, los barcos impulsados por vapor y en el xx el desarrollo de submarinos, cruceros y portaaviones,

marcaron otras etapas. Sin embargo, esta historia palidece frente a los más de 500 millones de años que diversos cnidarios han surcado los océanos. ¡Ya lo hacían antes de que los grandes saurios, ahora extintos, poblaran la Tierra!

Los cnidarios no solo son uno de los grupos acuáticos más antiguos de los mares, también son de los más excéntricos. A ellos pertenece la fragata portuguesa, una interesante colonia de

organismos, cuyas toxinas son temidas, pero también valoradas por su potencial farmacéutico.

Un navío muy especial

Los cnidarios (Cnidaria) son un filo del reino animal que agrupa a más de 12 mil especies acuáticas e incluye a medusas, corales, anémonas, abanicos del mar, hidroides y endocnidozoos (organismos microscópicos que parasitan huevos de peces). Son de cuerpo gelatinoso y simetría radial. Su nombre proviene del griego *kníde* (ortiga) y remite a una especie de cápsulas urticantes que cubren los tentáculos: se trata de los cnidocitos, células que contienen unas estructuras llamadas nematocistos con las que pueden inyectar toxinas a sus presas.

La fragata portuguesa (*Physalia physalis*) es un cnidario con aspecto similar a una bolsa de colores brillantes entre verde, morado y azul, aunque su fama se debe a su dolorosa picadura. Se le conoce como agua mala, aguaviva, avispa del mar y, erróneamente, medusa o medusa de vela. Pero sus nombres perfectos son fragata portuguesa, barquito portugués y carabela portuguesa, por su similitud con los barcos de guerra o

fragatas impulsados por vela del siglo xv de las armadas de Francia, Rusia y España.

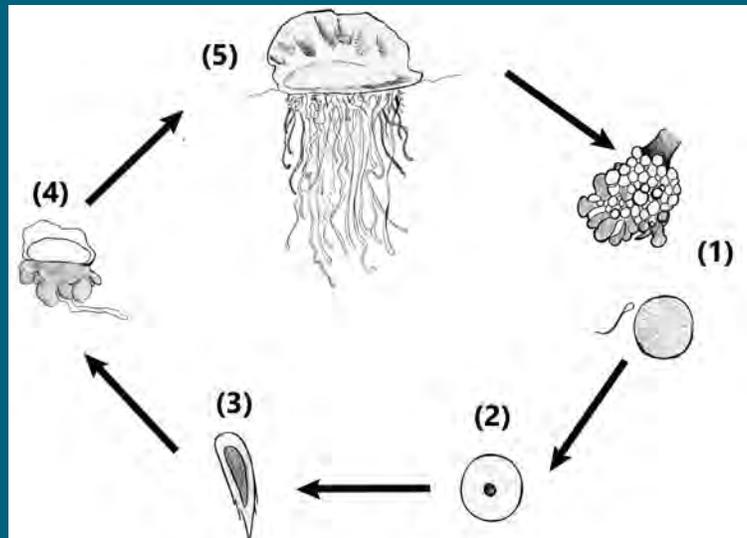
Pero resulta que esta carabela del reino animal no es un individuo, sino que se integra de cuatro grupos de especímenes que están unidos y trabajan coordinadamente constituyendo una colonia; son individuos zooides que se agrupan y se especializan en una función determinada. Aunque parezca un raro tipo de criaturas, realmente no lo es tanto: las colonias, como los corales y ciertas especies de algas, son comunes en todos los ambientes marinos.

Los zooides de una colonia se originan por gemación asexual, un proceso en el que un individuo produce copias genéticamente idénticas en forma de brotes. Y aunque cumplen funciones específicas dentro de la colonia, su ciclo de vida es independiente y mueren de manera individual, lo que permite que nuevos zooides los reemplacen y la colonia siga funcionando.

En contraste, la formación de colonias ocurre a través de la reproducción sexual, lo que garantiza la diversidad genética

UNA VIDA MISTERIOSA

Se ha sostenido que existen diversas especies de fragatas que integran el género *Physalia*, y hay mucha controversia. Lo más aceptado es que todas las supuestas especies son variaciones que la fragata portuguesa exhibe a lo largo de su vida. Pero hay más misterios en torno a ellas, y prácticamente la mitad de su existencia es desconocida. (1) Las colonias son o masculinas o femeninas, y se cree que liberan células sexuales maduras en la columna del agua donde ocurre la fertilización, aunque no se sabe cuánto dura esto. (2) Los embriones se desarrollan bajo la superficie del océano, pero no se ha descubierto a qué profundidad. (3) Se especula que las larvas se multiplican por brotes, formando grupos que finalmente se convertirán en la colorida colonia que conocemos, pero nadie ha visto el desarrollo de las larvas. (4) La colonia más pequeña registrada medía solo 2 mm, ¡ya con su neumatóforo y un dactilozoides listo para la acción! (5) Cuando los juveniles desarrollan su neumatóforo lo suficiente para flotar, se unen al pleuston, que es el grupo exclusivo de organismos que viven en la frontera entre el mar y el aire. Todo esto ocurre aproximadamente en un año. ¡Y así inician su emocionante ciclo de vida una vez más!



Fuente: Elaborado por Freddy Nic.



y continuidad de la especie. El equilibrio entre ambas estrategias asegura tanto el crecimiento como la capacidad de adaptación de estos extraordinarios organismos coloniales.

Los individuos de una colonia no sobreviven de manera independiente, de modo que deben trabajar como una unidad. Vivir así ofrece ventajas, como la eficiencia energética derivada de la división del trabajo, la mejora en la defensa y en la alimentación, vidas más longevas, mayores tamaños, más resistencia a enfermedades y mejores adaptaciones ante cambios en el hábitat.

Colonia tóxica

La organización de la colonia se basa en las tareas particulares de los zooides. El neumatóforo (N) viene a ser la cubierta de la embarcación y se encuentra sobre la superficie; es como un saco membranoso lleno de gas, principalmente monóxido de carbono, lo que le permite flotar e ir a la deriva por el impulso del viento, marea y corrientes; alcanza los 30 cm de largo (figura 1).

En la parte del casco de esa embarcación (que siempre está por debajo de la línea de flotación) hallamos a los gastrozoides (Ga), gonozoides (Go) y dactilozoides (D). Los Ga son como la sala de máquinas; son los zooides más pequeños y se encargan de la secreción de enzimas y de la digestión. Los Go corresponden a las bodegas: son estructuras reproductivas en forma de racimo en donde se almacenan los gametos. Y los D representan el armamento del barco porque su función es la captura de presas y la defensa de la colonia; los tentáculos en los que se disponen estos zooides pueden medir hasta 50 m de longitud (figura 1). En cada cm² hay hasta un millón de nematocistos, que son los elementos urticantes responsables de inyectar un veneno formado por toxinas y producir heridas dolorosas; el mero contacto con los tentáculos libera el veneno.

Ese veneno afecta al sistema nervioso y al corazón de los seres vivos, dañando sus células. Aunque la picadura no suele ser letal para los seres humanos, se han registrado defunciones por paro cardíaco relacionado con la alergia a la toxina (*shock anafiláctico*), especialmente en personas con comorbilidades. Debido a esto, la Organización Mundial de la Salud incluyó a esta especie en su lista de las más peligrosas del planeta. No



Figura 1. Ejemplar de fragata portuguesa encontrado en Telchac, Yucatán, México, en febrero de 2023. Foto: Erika Vázquez.

obstante, no se encuentran entre los animales que más muertes humanas causan en promedio al año, según la cadena de noticias BBC News y el sitio web CNET, especializado en análisis de ciencia y tecnología; la lista la encabezan los mosquitos, las serpientes y los perros (figura 2).

Si bien su espacio común es el mar abierto, a veces aparecen cerca de la costa o encalladas en las playas, arrastradas por mareas, corrientes y fenómenos como los frentes fríos del sur de México entre septiembre y marzo. Por eso la precaución es importante en áreas donde se ha reportado su presencia, ade-



Figura 2. Animales más mortíferos para los humanos. Las cifras corresponden al promedio de muertes registradas al año, según datos de BBC News y CNET en 2019. Fuente: Elaboración propia.

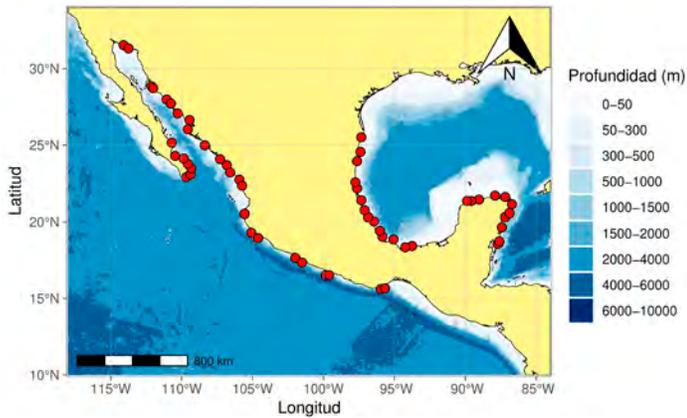


Figura 3. Los puntos indican los lugares de la república mexicana donde se ha reportado que ha recalado la fragata portuguesa. Elaborado con datos de iNaturalista (2023). <https://www.inaturalist.org/taxa/117302-Physalia-physalis>

más de conocer los protocolos de atención en caso de picadura. En México se les ve con mayor asiduidad en playas de San José del Cabo (Baja California Sur), Mazatlán (Sinaloa), Coatzacoalcos (Veracruz), Progreso (Yucatán) y Playa del Carmen (Quintana Roo), aunque su presencia se ha verificado en casi todos los estados costeros (figura 3).

Importancia ecológica y biomédica

A pesar de las ideas negativas sobre la fragata portuguesa, esta colonia cumple varias funciones en los ecosistemas marinos, como la regulación de las poblaciones de zooplancton —peces pequeños y larvas de diversos organismos— de los cuales se alimenta. Además, forma parte de la dieta de diversos habitantes marinos, incluyendo tortugas, peces y babosas marinas (nudibranchios), y cuando varan en las playas, sirven como alimento para animales carroñeros, como el cangrejo fantasma y aves costeras. Su presencia también contribuye a los ciclos de nutrientes, ayudando a mantener el equilibrio ecológico de su entorno.

El avistamiento de este “navío” se considera un indicador natural de cambios en el océano. Estas criaturas crecen y se reproducen rápidamente en aguas cálidas y con bajos niveles de oxígeno. Los varamientos masivos observados en Chile y

Perú están estrechamente relacionados con fenómenos como El Niño, que eleva la temperatura superficial del mar. Con el calentamiento también aumenta su desplazamiento hacia zonas donde no es común encontrarlas, lo que ofrece una valiosa ventana para monitorear los patrones de las corrientes oceánicas y comprender mejor las transformaciones en los ecosistemas marinos y el impacto del cambio climático.

Por otro lado, Becerra-Amezcuca y colaboradores (2016) analizaron los compuestos derivados de la toxina de los cnidarios. Estos elementos han emergido como auténticos héroes en el ámbito de la salud humana y la investigación médica. Su asombrosa versatilidad se manifiesta en una amplia variedad de aplicaciones terapéuticas potenciales, tales como tratamientos contra el cáncer, enfermedades infecciosas como el sida, enfermedades vasculares y como potentes antiinflamatorios. Además, estos compuestos se destacan como agentes insecticidas y repelentes, proporcionando soluciones más sostenibles en el manejo de plagas y la protección personal contra insectos. En esencia, lo que podríamos considerar como elementos amenazadores se revela como un tesoro de oportunidades para la medicina y la mejora de la calidad de vida humana.

Conocer la información relacionada con estos animales puede ayudar a la prevención de accidentes y lesiones, pero también a la concientización para la preservación de una especie de relevancia ecológica y biomédica.

Bibliografía

- Balhara, K. S., y Stolbach, A. (2014). Marine envenomations. *Emergency Medicine Clinics*, 32(1), 223-243.
- Becerra-Amezcuca, M. P., González-Márquez, H., Guzmán-García, X., y Guerrero-Legarreta, I. (2016). Medusas como fuente de productos naturales y sustancias bioactivas. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 47(2), 7-21.
- Haddad Junior, V. (2021). *Medical Emergencies Caused by Aquatic Animals: A Biological and Clinical Guide to Trauma and Envenomation Cases*. Springer.

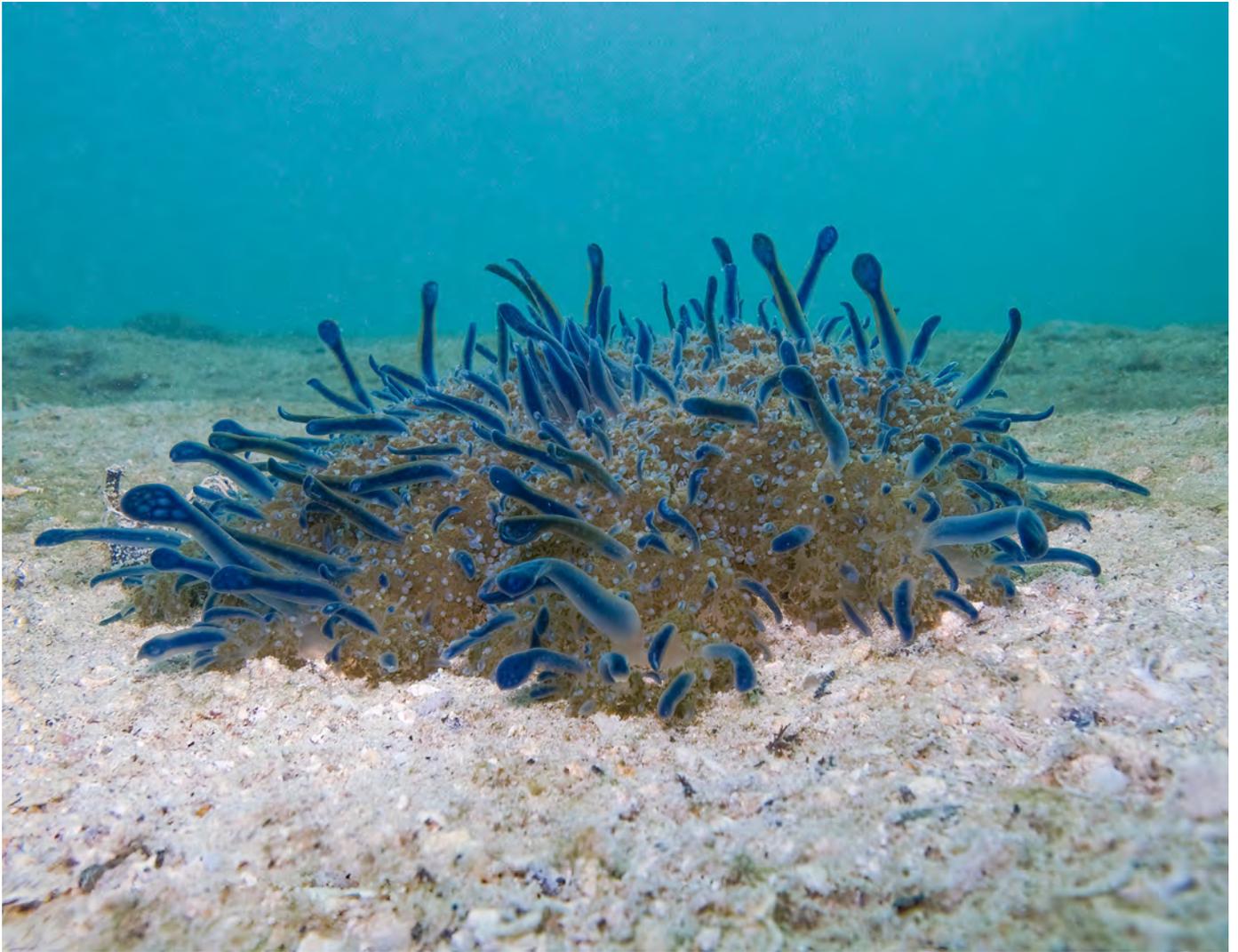
Iván Oribe Pérez es adjunto de investigación del Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera de Yucalpetén (Progreso, Yucatán, México) | ivan.oribe@imipas.gob.mx | <https://orcid.org/0000-0002-9549-6912>

Iván Velázquez Abunader es investigador del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida (Yucatán, México) | jvelazquez@cinvestav.mx | <https://orcid.org/0000-0003-3216-2007>

Oswaldo Huchim Lara es profesor e investigador de la Universidad Marista de Mérida (Mérida, Yucatán, México) | rhuchim@marista.edu.mx | <https://orcid.org/0000-0001-7434-2343>



Foto: Humberto Bahena Basave.



El deslumbrante mundo de las medusas

José María Ahuatzin-Hernández, José Manuel Sandoval-Vargas y Víctor Manuel Vidal-Martínez

Resumen: Las medusas son un grupo de animales de gran variedad de formas, colores y tamaños, con características biológicas y morfológicas muy particulares que han cautivado a científicos y no científicos. No por nada están presentes en numerosos trabajos de investigación y exposiciones acuarísticas. El interés por estos organismos se debe en parte a su potencial en temas de salud humana, pero también a su enigmático y elegante porte, su mezcla de sencillez y complejidad, y a sus diversas particularidades que nos invitan a conocer su deslumbrante mundo.

Palabras clave: zooplancton, pesquería, suroeste, diversidad, Medusozoa.

Maayat'aan (maya): U jak'a'an óol kúuchil medusa'ob

Kóom ts'íibil meyaj: Le medusa'obo' jun jaats ik'elo'ob ja' jejeláas bix u wíinkilo'ob, u boonilo'ob yéetel u nojochilo'ob, yéetel bix ichil u jobnel bey xan bix chika'an u wíinkile' ku beetik u jach ja'ak'al u yóol ajmeyajo'ob ciencia yéetel máaxo'ob ma' leti' ku meyajtiko'obi'. Lebetik jach ku kaxta'al u xo'okol ti' ya'abach xak'al meyajajo'ob yéetel ku ts'áabal cha'antbilo'ob tu'ux yaan ik'elo'ob ich ja'. U táaktal u k'ajóolta'al le ik'el ja'oba' ku taal tumen ku yáantik u ts'aakik wíinik, ba'ale' yo'osal xan u talamil u k'ajóolta'al yéetel u ki'ichkelemil u wíinkil, xa'ak'a'an xma' nonojba'alil yéetel ya'ab jejeláas ba'alo'ob, bey xan u jeel jats'uts ba'alo'ob yaan ti'obe' ku beetik k naats'al ti' u ki'ichkelem kúuchil tu'ux yano'ob.

Áantaj t'aano'ob: zooplancton, meyajil chuk kay, nojol chik'inil, jejeláasil, Medusozoa.

Bats'i k'op (tsotsil): Ti la'bal sba xch'iel xkuxielik ti merusaetike

Ya'yejal vun ta cha'oxbel k'op: Ti merusaetike ja' jchop bik'tal chonetik ti ep ta tos yelanil sbek'talik, sbonik xchi'uk smuk'ulik, yu'un stukik no'ox jech ti yelanilike ja' yo' jech te labal sba ta xilik ta yojtikinel ti bijil vinik antsetik xchi'uk ti xokol jch'iel jk'opojele. Yu'un mu jecheuk no'ox ti te tsakbil ta venta ta xchannel ta spasel vunetik xchi'uk ta sts'unel xchanultak nabetike. Ti k'usi tsots sk'opla xchannel ti li' bik'tal chonetike ja' ta skoj ti ep k'usi stak' tunesbel sbek'talik ta sventa spoxtael chameletike, xchi'uk ti alak' sba yelanile, mu'yu no'ox stuik ta ilel yilel pe tsotsik ta chanel xchi'uk ti jech jelajtik stalelalik ta jujuchop ti ja' jech ta xak' jchantik lek ti xch'iel skuxlejalike.

Cha'oxbel k'opetik tunesanbil: zooplancton, choyetik, yolonal banamil, epalchop kuxlejalil, Medusozoa.

Reparar en la infinita diversidad de adaptaciones que presentan las formas de vida en el planeta siempre despierta admiración. Desde las aparentemente simples bacterias hasta los “complejos” mamíferos, la vida ha desarrollado un sinnúmero de estrategias para adaptarse a todos los ambientes del planeta a lo largo de unos 3,500 millones de años. En esa vasta gama de adaptaciones destacan las formas complejas, los colores llamativos, los camuflajes perfectos y las potentes toxinas. Dado que la vida surgió en las aguas primitivas, no es casualidad que algunas de las adaptaciones y procesos biológicos más fascinantes tengan como protagonistas a organismos marinos; existen numerosos ejemplos, pero nos centraremos en uno de los grupos más antiguos, cuya existencia podría superar los

500 millones de años: las medusas, animales que vieron pasar a los dinosaurios, han sobrevivido a numerosas extinciones y, a pesar de todo, han conservado su misma apariencia a través del tiempo. Esto es sorprendente, más aún cuando sabemos que no poseen cerebro ni corazón. Son criaturas que por sus atractivos colores (o su transparencia), formas y movimientos, cautivan a cualquiera y con frecuencia se convierten en una de las principales atracciones visuales de los acuarios. Más allá de sus características evidentes, las medusas guardan más misterios de los que imaginamos.

Variedades sugerentes

Comúnmente llamamos medusa a la típica masa gelatinosa en forma de campana, transparente y con tentáculos largos, que nada en el mar con suaves movimientos de contracción y relajación, parecidos a pulsaciones. No obstante, en muchas ocasiones esta forma solo representa la fase sexual de su ciclo de vida, que suele comprender dos etapas. Después de la reproducción surge una larva con la capacidad de nadar y escoger un lugar para fijarse; una vez que encuentra un sitio adecuado, se convierte en un pólipo —la fase asexual del ciclo— que vive adherido al fondo marino o a otras estructuras. Sus formas son variables, aunque la mayoría se asemejan a los pequeños tallos de una planta, de los cuales surge una estructura semejante a una flor, donde se encuentra la boca. Pueden vivir en solitario o en grupo y en ocasiones se adhieren a estructuras móviles, tales como macroalgas flotantes, barcos o algunos peces y caparzones de tortugas, lo que les permite viajar largas distancias.



Pólipos de la medusa invertida de manglar (*Cassiopea*). Esta especie es común en zonas costeras del sureste de México, incluyendo los estados de Yucatán y Quintana Roo. Foto: J. C. Ahuatzin.





Foto: Humberto Bahena Basave.

Otro caso particular son los sifonóforos, también conocidos como “cadenas de medusas”. Lo curioso es que no son uno, sino miles de pequeños organismos trabajando en conjunto y conformando lo que llamamos “colonia”. Los sifonóforos están compuestos de diminutos pólipos y medusas, cada uno adaptado para cumplir funciones específicas: los gastrozoides se encargan de la alimentación, los de la reproducción son gonozoides y los que asumen la defensa, dactilozoides. Los tamaños de estos organismos son variados; algunos llegan a medir hasta más de 10 metros de longitud, mientras que otros son relativamente pequeños, como la carabela portuguesa o falsa medusa,¹ la cual es común en las costas de Yucatán durante la temporada de nortes, donde incluso se vuelve un tema social por las afectaciones al turismo.

Medusa inmortal

El ciclo de vida de las medusas es sorprendente. Estas palabras adquieren mayor significado cuando hablamos de la pequeña *Turritopsis dohrnii*, o medusa inmortal, la cual habita en aguas cálidas y templadas alrededor del mundo, y es frecuente en las zonas costeras y oceánicas del golfo de México. Mide apenas unos 3 mm de ancho, pero no es esto lo que más llama la atención, sino su capacidad para llevar a cabo la llamada transdiferenciación, un proceso que le permite revertir su ciclo de vida. Como analogía, pensemos en una mariposa que regresa a su etapa de oruga. Teóricamente, la medusa puede hacerlo de manera indefinida, lo que la haría biológicamente inmortal.

¹ Por practicidad denominamos medusas a la fase sexual libre nadadora de los organismos del subfilo Medusozoa. Este subfilo comprende cuatro grandes grupos: Scyphozoa, Hydrozoa, Cubozoa y Staurozoa. Todos ellos con diversos representantes de medusas.

¿Por qué ocurre algo tan singular? Tiene que ver con un estrés ambiental capaz de desencadenar el proceso que le facilita a la medusa volver a su fase pólipo y buscar un nuevo sustrato. ¡Es como ponerle reversa a su ciclo de vida! Esto ha interesado a la comunidad científica por la posibilidad de desarrollar aplicaciones en el combate de afecciones relacionadas con el daño celular.

El animal más largo del mundo

La referencia de animales grandes nos suele hacer pensar en elefantes o ballenas; la ballena azul, por ejemplo, es considerada el animal más grande del mundo en función de la relación peso/tamaño. Si bien las medusas son pequeñas en promedio, con medidas desde un par de milímetros hasta centímetros (5-10 centímetros), existen especies que alcanzan tamaños pocas veces imaginados. Algunas son tan grandes como los humanos, aunque si hablamos de longitud, hay una que supera a la ballena azul: la llamada medusa “melena de león” (*Cyanea capillata*), cuyos tentáculos sorprendentemente pueden llegar a medir ¡hasta 36.5 metros de longitud!

Potentes venenos

Es innegable el temor que pueden generarnos los animales venenosos, y las medusas se encuentran entre ellos. Todas tienen toxinas que inyectan a sus presas mediante un complejo mecanismo compuesto por organelos llamados nematocistos; sin embargo, no todas representan un peligro para las personas. Solo un pequeño grupo de especies pueden poner en riesgo la vida humana, en especial las de la familia Carukiidae, que forman parte de las llamadas “medusas caja” o cubomedusas (por su típica forma de cubo), y que son uno de los animales más venenosos del planeta.



Foto: Humberto Bahena Basave.

Estas criaturas pueden provocar el síndrome Irukandji, nombrado así en 1952 por Hugo Flecker, en referencia a una tribu indígena de la región costera de Cairns, Australia (zona de sus investigaciones). El padecimiento puede ser causa de muerte si no se atiende a tiempo. Los reportes más frecuentes provienen de Australia, donde se distribuyen la mayoría de las medusas que lo ocasionan, aunque también hay algunos registros en Florida y el archipiélago Guadalupe; tal como mencionan el biólogo marino Daniel Sansores-Flores y colaboradores, en un estudio publicado en 2023. En las costas del sureste de México habitan varias especies de cubomedusas, y de acuerdo con el mismo estudio, *Carybdea xaymacana* es la más frecuente del Caribe mexicano. Afortunadamente existen protocolos que permiten tratar los efectos del síndrome y prevenir complicaciones letales.

Medusas comestibles

En algunos países del mundo, principalmente asiáticos, las medusas se consumen como platillos afrodisiacos. Hay que

decir que, a pesar de su alto contenido de agua, que varía entre el 95 y 98%, las medusas también aportan proteínas (20-53.9 g/100 g, en harina) y minerales (15.9-57.2 g/100 g, en harina).

Dado que son animales que contienen toxinas, su consumo parece contradictorio, pero como ya mencionamos, no todas las especies representan un peligro para la gente. Las más consumidas, ¡y mucho!, son del grupo de las escifomedusas. Según el científico pesquero Lucas Brotz y colaboradores en una investigación de 2021, las capturas pueden exceder las 800 mil toneladas por año. Una publicación de 2017 encabezada por el mismo especialista, refiere que en el estado de Sonora se desarrolla una pesquería de medusas que exporta unas 15 mil toneladas por año al continente asiático, especialmente la medusa “bola de cañón”, muy llamativa debido a su peculiar forma, variedad de colores y tamaño, a veces semejante a la de una bola de boliche. No posee tentáculos y su toxicidad es bastante baja, lo que facilita su procesamiento.



¿Por qué las medusas son importantes?

Más allá de los datos curiosos o de sus características extremas, el estudio de las medusas involucra distintos aspectos de interés social. Por ejemplo, en la medicina se han encontrado destacados beneficios para el monitoreo y tratamiento de enfermedades; incluso en 2008, el japonés Osamu Shimomura y los estadounidenses Martin Chalfie y Roger Y. Tsien recibieron el Premio Nobel de Química por el descubrimiento y desarrollo de la proteína verde fluorescente en la medusa *Aequorea victoria*, lo que resultó fundamental para analizar el desarrollo celular o la propagación del cáncer en las células.

Finalmente, hay que mencionar su papel en los océanos, ya sea manteniendo controladas las densidades poblacionales de otros organismos al alimentarse de ellos, o siendo alimento de otros tan carismáticos como las tortugas marinas. Asimismo, establecen un vínculo entre los estratos superficiales de los mares y el fondo marino, debido a su característico ciclo de vida que es parte crucial de la ecología marina. Las perspectivas a futuro con estos organismos son amplias, y seguramente se seguirán descubriendo más datos que nos harán aún más interesante el deslumbrante mundo de las medusas.

Bibliografía

Brotz, L., Schiariti, A., López-Martínez, J. *et al.* (2017). Jellyfish fisheries in the Americas: Origin, state of the art, and perspectives on new fishing grounds. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 27, 1-29. <https://doi.org/10.1007/s11160-016-9445-y>

Brotz, L., Cisneros-Montemayor, A. M., y Cisneros-Mata, M. Á. (2021). The race for jellyfish: Winners and losers in Mexico's Gulf of California. *Marine Policy*, 134, 104775.

Sansores-Flores, L. D., León-Deniz, L. V., y Ahuatzin-Hernández, J. M. (2023). Occurrence of *Carybdea xaymacana* Conant, 1897 off the Mexican coasts. *Marine Biodiversity*, 53, 50. <https://doi.org/10.1007/s12526-023-01359-8>



Foto: Humberto Bahena Basave.

José María Ahuatzin-Hernández es estudiante de doctorado del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Mérida (Mérida, Yucatán, México) | jose.ahuatzin@cinvestav.mx | <https://orcid.org/0000-0002-8595-0085>

José Manuel Sandoval-Vargas es posdoctorante del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Mérida (Mérida, Yucatán, México) | jose.sandoval@cinvestav.mx

Víctor Manuel Vidal Martínez es titular de la Dirección General del Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuicultura Sustentables (Ciudad de México, México) | victor.vidal@imipas.gob.mx | <https://orcid.org/0000-0002-6829-6317>





Foto: Laura Rubio Delgado.

Salud de personas migrantes en espacios de espera de la frontera sur de México

Rosalba Jasso Vargas

Resumen: Miles de personas de distintas nacionalidades han llegado recientemente a la frontera sur de México con el propósito de avanzar hacia Estados Unidos, pero es común que no cuenten con los requerimientos legales para este tránsito. Ser migrante en condición irregular limita su acceso a servicios médicos y contribuye al deterioro de su salud debido a su paso por ambientes hostiles. Las políticas migratorias que limitan su movilidad, junto con la lentitud en el trámite de los documentos que les permitan contar con servicios básicos, actúan contra la salud de esta población.

Palabras clave: espacios de espera, determinantes sociales de la salud, frontera sur.

Maayat'aan (maya): U toj óolal máaxo'ob ku bino'ob táanxel tu'ux kaajtal ku jáan je'elelo'ob ti' kúuchilo'ob yaan tu nojol xuulil México

Kóom ts'íibil meyaj: Jach ya'ab miles wíiniko'ob jejeláas tu'uxilo'ob ma' úuch k'uchuko'ob tu nojol xuulil México tumen táan u kaxtiko'ob u bino'ob tak Estados Unidos, ba'ale' ba'ax jach ku yúuchule' mina'an u ju'uno'ob jets'ik a'almajt'aano'ob ti'al u k'aat máano'ob. Máaxo'ob migrante'ob ku bino'ob táanxel tu'uxil yéetel mina'an u ju'uno'ob tu beelile' jach toop tumen mun béeytal u ts'a'akalo'ob, lebetik ku bin u k'oja'antalo'ob tumen ya'ab talamilo'ob ku máansiko'ob beej. U je'ets'el a'almajt'aano'ob yo'olal máaxo'ob ku bino'ob táanxel tu'ux mun cha'ik u yutsil máano'ob, bey xan u jach xáanil u jo'osal le ju'uno'ob ti'al u páajtal u ts'áabal áantajo'ob jach k'a'ana'an ku loobiltik u toj óolal le wíiniko'oba'.

Áantaj t'aano'ob: kúuchil pa'ataj,ba'alo'ob tu kuxtal wíinik ku táakpajal tu toj óolalil, nojol xuulil.

Bats'i k'op (tsotsil): Stalelal xkuxlejalik jxanviletik ta yantik lum te oyik ta smalael ta snailalil ta sts'akilal yosilal mejiko ta sur

Ya'yejal vun ta cha'oxbel k'op: Epal kirixanotik likemik tael ta yantik lumetik ja' te k'otemik ta vulel ta sur ta sts'akilal slumal yosilal mejiko yu'un ja' te ta sk'an ta xjeloik batel ta slumal yosilal Estados Unidos, pe ja' epik ti mu'yuk svunal yu'unik yo' jech stak' xjeloik batele. Ti me ja' jxanvilot ta yantik banamil ti mu'yuk svunal avu'une ja' te mu stak' lek xich' tael lekil k'elel poxtael xchi'uk ja' jech te ta xak'ik ta vokolal skuxlejalik ja' ta skoj ti mu'yuk lek k'elbil tuk'ulanbil ti bu ta x-ayinik ta sjelovelike. Ti svunal smantalil yo' jech stak' jelovel batele, xchi'uk ti toj k'un ta xich'anik ak'bel svunalik yo' jech stak' k'elel poxtaele ja' jech te ta x-epaj ti svokolalike.

Cha'oxbel k'opetik tunesanbil: Snail smalael, stalelal skuxlejik kirixanoetik ta sts'akilal kosilaltik ta slumal sur.

La relación migración-salud se ha estudiado sobre todo con base en la población asentada en el país de destino, y en menor medida desde las condiciones de quienes utilizan la vía pública para vivir-esperar temporalmente en ciudades como Tuxtla Gutiérrez, Tapachula y Escuintla, Chiapas.

Con el fin de hacer una exploración inicial de la autopercepción de la salud de esta población, en diciembre de 2023 platiqué con 29 familias¹ que acampaban en las cercanías a estaciones de autobuses o en espacios de espera para adquirir documentación migratoria. Se trataba de conocer cómo interpretaban sus condiciones de salud y a qué servicios médicos recurrían en casos de accidente o enfermedad.

Para compartir con nuestro público lector una parte de este proceso, hay que mencionar que el número de familias se determinó por la cantidad de personas dispuestas a compartir su testimonio. Aunque el flujo migratorio hacia Estados Unidos tiene diversos orígenes, en estos espacios de espera encontré sobre todo a familias provenientes de Honduras y Venezuela. Si bien varios miembros de la familia participaban de la conversación, hablé principalmente con mujeres que viajaban con menores de edad, debido a la mayor facilidad de acercamiento con ellas.

¹ En el texto hablo en singular, pero durante la exploración conté con el apoyo de una asistente de investigación a quien agradezco su trabajo y acompañamiento.

Autopercepción de la salud y padecimientos frecuentes

Casi la mitad de las personas entrevistadas afirmaron que su estado de salud era “regular” (14 de 29), lo que atribuyeron a las condiciones en las que vivían en ese momento, mismas que en ocasiones calificaron de emocionalmente desgastantes. Quienes declararon una buena o muy buena salud fueron menores de 30 años.

Las personas venezolanas apuntaban sus complicaciones de salud antes de su arribo a México, las enfermedades adquiridas al cruzar la selva del Darién entre Colombia y Panamá, y los países donde habían recibido atención médica, esto es,



Foto: Laura Rubio Delgado.



Foto: Rosalba Jasso.

Costa Rica o Panamá. El esposo de una de las mujeres tuvo paludismo en esa región, y aunque ella creía que aún padecía las secuelas, seguían avanzando a los Estados Unidos. La mujer citaba sus dificultades económicas para nuevos análisis médicos y para conocer la condición de salud de su esposo. En estas circunstancias, los problemas de salud suelen dejarse de lado para seguir en el camino.

Es importante señalar que las mujeres viajan preparadas con algunos medicamentos para padecimientos menores como gripe, dolor de cabeza o problemas estomacales. Otras personas optan por la automedicación para las enfermedades de poca gravedad e intentan hallar los fármacos equivalentes que adquirirían en su lugar de origen y que cambian de nombre en México. Fueron escasas las familias que afirmaron recurrir a los servicios médicos de las farmacias privadas; solo una mujer lo había hecho, pues se había desmayado a consecuencia de la deshidratación y la mala alimentación. Ir a una farmacia o al servicio médico privado es un lujo. La mayoría no había acudido a centros de salud u hospitales públicos por temor a las deportaciones.

Quienes acampaban cerca de las oficinas de la Comisión Mexicana de Ayuda a Refugiados (COMAR)² se habían atendido de

afecciones leves en las ambulancias del Distrito Sanitario VII de Tapachula, Chiapas. En particular, quiero referir el caso de una niña de dos años que viajaba con su padre y que tenía dermatitis en la espalda. El servicio médico de estas ambulancias le había proporcionado una pomada, pero aseguraban que mejoraba poco por las condiciones de vida de la niña y el padre, quien se mostraba desesperado ante la situación.

Una circunstancia inesperada fue platicar con una joven de 22 años con un mes de haber dado a luz en el estacionamiento de una central de autobuses en Tuxtla Gutiérrez. Otros migrantes que allí vivían la auxiliaron en el parto, y el médico llegó cuando el bebé ya había nacido. Esta mujer ya estaba embarazada al salir de su país, pero sostenía que su intención no era utilizar su condición para obtener los documentos migratorios.

Otro caso fue el de una joven hondureña que, viajando embarazada, con su pareja y cuatro hijos más, huían por las amenazas de las maras. El hecho de que en una muestra de apenas 29 familias se identificó a dos mujeres que migraban en estado de embarazo revela la urgencia de salir pese a los mayores riesgos de salud para la madre y el hijo(a), que seguramente se consideran menores que quedándose en su país. Sin duda, hay también retos para el seguimiento de la salud de estos recién nacidos en territorio mexicano.

En relación con los menores de edad, la deshidratación y los problemas estomacales son frecuentes. Una niña había caído de una hamaca y esto le producía cierto dolor en su pecho. Su

2 La COMAR es la instancia encargada de determinar la condición de refugiado, es decir, de persona que tuvo que huir de su país de origen a causa de guerra, violencia o persecución y que busca protección en otra nación (ACNUR, 2023, <https://help.unhcr.org/mexico/quien-es-una-persona-refugiada/>).





Foto: Laura Rubio Delgado.

madre y abuela estaban preocupadas pues miraban que uno de sus huesos sobresalía. La abuela padece de presión alta y en ocasiones se desvanece. Para estas familias que viven en la vía pública, la búsqueda de atención médica se deja a un lado frente a la urgencia de conseguir qué comer. La abuela estaba acompañada de su hija, yerno y nietas, y había decidido migrar después de que mataran a uno de sus hijos.

Para quienes procedían de Honduras, el relato de amenazas por parte de las pandillas y el asesinato de seres queridos es usual; las mujeres lo refieren como una herida emocional que nunca sana. Las hijas adolescentes de varias mujeres ya estaban siendo acosadas por las pandillas, de manera que las traen consigo para protegerlas. Y en el caso de los hijos, para librarlos de ser reclutados o asesinados. La violencia está promoviendo la movilidad de la unidad familiar y ocasionando problemas de salud mental.

Movilidad en grupos de una o más unidades familiares

En cuanto a la composición de los grupos en movilidad se observa la importancia del acompañamiento con otras unidades familiares, un proceso en el que se genera solidaridad y apoyo, incluyendo los eventos de enfermedad.

En los estudios sobre el tema se asume que los migrantes gozan de buena salud, o que, al menos en el promedio, poseen mejor salud que la población que se queda. Simón Izcarra Palacios, en una publicación de 2013, menciona que este planteamiento es llamado hipótesis del “migrante saludable”, en referencia a una mejor salud debido a que los individuos más sanos son quienes comúnmente emigran y las personas enfermas suelen regresar. Es un razonamiento adecuado cuando los que migran son jóvenes en búsqueda de empleo, pero si las condiciones de salida se dan en contextos de violencia, en los que la vida de uno o más



Foto: Marco Girón.

miembros de la familia está en peligro, el perfil de los migrantes abarca no solo a hombres jóvenes sino también a mujeres, niños y niñas, adultos mayores e incluso a personas con discapacidad o enfermedad. La incidencia de padecimientos como la hipertensión y la diabetes, entre otros, contraría la hipótesis del migrante saludable, sobre todo ante una composición demográfica de flujos más diversa. En este escenario no se elige al miembro de la familia más apto para la migración, sino que la movilidad es más del tipo grupal o familiar.

“Sin documentos”, un determinante social de la salud

Heide Castañeda y colaboradores, en una investigación de 2015, refieren cómo el enfoque de los determinantes sociales de la salud, además de abordar el aspecto de la atención médica, se interesa en los factores estructurales originados en las desigualdades políticas, sociales y económicas; es el caso de viajar sin documentos, lo cual imposibilita un tránsito seguro. Puede ser que la enfermedad o discapacidad sean resultado de las circunstancias migratorias, por ejemplo, las afecciones provocadas por artrópodos o parásitos, como malaria, dengue, chikungunya, paludismo, enfermedad de Chagas o dermatitis cercarial. O bien, el viaje en el tren “la Bestia” durante el trayecto por México puede implicar accidentes y hasta pérdida de miembros.

En Chiapas, en específico, estos riesgos son constantes. De acuerdo con las estadísticas de mortalidad del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), durante 2021, en la entidad ocurrieron 47 muertes de migrantes por caídas y accidentes y 13 más por homicidio. Mientras que Trayectoria de Salud Migrante (2024) reporta 74 casos de muertes en transporte peligroso y 20 asesinatos.

La pérdida de vidas humanas por accidentes y las discapacidades adquiridas en el camino suelen ser una consecuencia de no contar con documentos migratorios para permanecer o transitar por México. Por otra parte, los trámites para obtener esos documentos requieren de ser pacientes en la espera y de contar con recursos económicos. Por ello, hay quienes deciden seguir avanzando sin papeles. En este sentido, los escasos y lentos canales para obtener los documentos obstaculizan la protección de la vida y salud. Los especialistas Bruno Miranda y Aída Silva Hernández sostienen que estos mecanismos gubernamentales son un elemento de disuasión coercitiva, dado que las personas deben resistir con poca asistencia social, sin

posibilidades de empleo y con un costo emocional generado por la incertidumbre.

Conclusión

Además del cuidado médico, otros elementos condicionan la salud de las personas migrantes, entre ellos los trámites gubernamentales que promueven la espera. Durante los trámites, ante la imposibilidad de rentar una vivienda, hay familias, por ejemplo, que acampan en la vía pública, con sanitarios insalubres y acceso limitado al agua.

México, como país de tránsito y destino, enfrenta el desafío de garantizar la atención médica a la que tienen derecho estas personas sin importar su estatus migratorio, y aminorar el desconocimiento y temor que ellas expresan antes de acudir a los servicios médicos públicos.

Recapitulando, la salud de las personas en movilidad depende de las condiciones de salud a la salida, de las decisiones individuales y familiares sobre el cuidado de la salud (que son limitadas durante la migración) y, por otro lado, de las políticas migratorias y sociales en los países de tránsito y llegada. A este enfoque, que va más allá del individuo y que incorpora factores estructurales, como las políticas migratorias, se le denomina “determinantes sociales de la salud”, mismas que requieren de mayores reflexiones.

Bibliografía

Castañeda, H., Holmes, M., Madrigal, S. DeTrinidad Young, M.-E., Beyeler, N., y Quesada, J. (2015). Immigration as a Social Determinant of Health. *Annual Review of Public Health*, 36, 375-392.

Izcara Palacios, S. (2013). *Problemas de salud de los jornaleros migratorios en Güemez y Padilla*. México: Fontamara.

Miranda, B., y Silva Hernández, A. (2022). Gestión desbordada: solicitudes de asilo en Estados Unidos y los mecanismos de espera allende sus fronteras. *Migraciones Internacionales*, 13(4), 1-21. <https://doi.org/10.33679/rmi.v1i1.2385>



Foto: Marco Girón.

Esta investigación fue realizada gracias al financiamiento de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM, a través del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (Proyecto IA300324).

Rosalba Jasso Vargas es investigadora del Centro de Investigaciones Multidisciplinarias sobre Chiapas y la Frontera Sur, Universidad Nacional Autónoma de México (San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México) | rjasso@unam.mx | <https://orcid.org/0000-0002-1869-1730>



La rana arborícola de la Mixteca (*Charadrahyla sakbahi*) es la última especie descrita de las ranas de barranco mexicanas, en 2019. Foto: Carlos A. Flores.



Sinfonía en el caos.

El canto de las ranas de torrente

Carlos A. Flores, Edna González Bernal y J. Roberto Sosa López

Resumen: El canto de las ranas, proceso estudiado por la bioacústica, es clave para atraer pareja, marcar territorio y alertar sobre peligros. Entre la gran diversidad de ranas, existen especies que habitan en arroyos con cascadas donde el ruido del agua es tan fuerte que implica un reto de comunicación; a estos anfibios se les conoce como ranas y sapos de torrente, y en México existen algunas que usan “llamados” adecuados a estos medios. Investigar su comunicación permite entender cómo los anfibios se adaptan a ambientes ruidosos, responden a nuevos ruidos, y también permite diseñar estrategias para su conservación.

Palabras clave: comunicación acústica, conservación de anfibios, bioacústica, comportamiento animal, ecología.

Maayat'aan (maya): U páaxil sinfonía ich xa'ak'alil. U k'aay u muuchil tu'ux ku yáalkab éemel ja'

Kóom ts'íibil meyaj: U k'aay muucho'ob, ku xo'okol tumen bioacústica, jach k'a'ana'an uti'al u kaxtik u nuupo'ob, u ye'esik tu'ux leti'ob u yuumilo'ob yéetel uti'al u ya'aliko'ob naats' yaan sajbe'entsil ba'al. Ichil ya'ab jejeláas muucho'obe' yaan ch'i'ibalil muuch kuxa'ano'ob tu beelil ja' yaan u cascadail tu'ux jach ch'e'ej u wo'oj ja' ku taasik túun talamil ti' u tsikbal'o'ob; le ba'alche'ob ku kuxtalo'ob ich ja' yéetel yóok'ol lu'ume' anfibio'ob, k'ajóola'ano'ob beey u muuchil torrente tu'ux ku yáalkab éemel ja', yéetel way México' yaan wajaytúul u yojéel bix "u t'anikuba'ob" te' kúuchilo'ob beya'. U xak'alxo'okol bix u tsikbal'o'obe' ku yáantaj uti'al k na'at bix le anfibio'ob ku kaxtiko'ob u kuxtalo'ob ti' kúuchilo'ob tu'ux jach ch'e'ej juum, bix u núukik'o'ob túumben juumo'ob bey xan uti'al u kaxta'al bix u yáanta'al ma' u ch'e'ej muucho'ob.

Áantaj t'aano'ob: tsikbal yéetel juumo'ob, kanáanil ma' u ch'e'ej anfibio'ob, bioacústica, kuxtalil ba'alche', ecología.

Bats'i k'op (tsotsil): Jmoj vochochel ta kuxlejalil. Li sk'ej ch'uch'etik ta bevo'etik

Ya'yejal vun ta cha'oxbel k'op: Li sk'ej ch'uch'etike, chanbel lek sjam smelolal ta ya'ayel, yu'un ja' jtunel yu'unik ta slo'lael stsebal yantsilalik, ta smakel slumal yosalalik xchi'uk sbijubtasel sbaik k'ucha'al mu k'usi spasik. Ti epal tos sts'unubalik ti ch'uch'etike, oy cha'oxchop ti ta xkuxiik ta bevo'etik bu toyol tsots xchajajet ta xyal ya'lel ti ja' jech te ta vokolal ta sta sbaik ta ik'el; ti va'ayike ja' jech ojtikinbilik k'ucha'al xch'uch'etik xchi'uk xpokoketik ta bevo'etik, ti ta slumal Mejikoe oy cha'oxchop jech sts'unubalik ti jech xchanojik k'uxi ta sta sbaik ta ik'ele. Xchanel ti k'u x-elan ta spasik ta yik'el sbaik ti ch'uch'etike xchi'uk ti jech te ta xnopik ta kuxiel manchuk me tsos xchajajetik ti vo' bu ta xchi'ike, ja' jech te ta sa'ik o yan smelolal k'uxi stak' xik' sbaik xchi'uk sa'bel sjam smelolal k'uxi ta pasel ta stuk'ulanel sts'unubalik.

Cha'oxbel k'opetik tunesanbil: Ik'elbail ta k'ejil, stuk'ulanel sts'unubal ch'uch'etik, snuk'ilal yets'alil, stalelal chonbolometik xchi'uk spat xokon.

Cuando pensamos en el canto de las ranas, probablemente imaginamos una noche estrellada y un pequeño lago donde estos anfibios croan al unísono. En una escena menos estereotipada podríamos imaginar un bosque en el que de fondo se escuchan silbidos intermitentes producidos por una rana verde casi transparente. Siendo más detallistas, hasta alcanzaríamos a percibir el sonido del viento moviendo las hojas de los árboles, gotas de lluvia cayendo sobre un tronco en el suelo, o bien, el agua estrellándose contra las rocas de un arroyo.

En realidad, el canto de las ranas forma parte de un paisaje acústico semejante a una sinfonía, en la que lograremos identificar los sonidos de otros seres vivos o de elementos como el agua, el viento o una mezcla de componentes que si se escucharan de forma simultánea darían la sensación de un caos parecido a los múltiples gorjeos de las aves al amanecer. En nuestra percepción humana, la mezcla de sonidos de distintos individuos o especies puede interpretarse como inarticulada o ruidosa, sin embargo, cada especie es capaz de transmitir su canto de tal manera que el ruido externo no afecte su recepción. Ahondar en el conocimiento de estos sonidos es importante para un mejor conocimiento y conservación de la biodiversidad.

Firmas sonoras

Las personas que estudian los sonidos emitidos por organismos vivos buscando comprender su origen, función y propósito, utilizan las herramientas de la bioacústica, una disciplina dedicada a la investigación de los sonidos de, entre otros

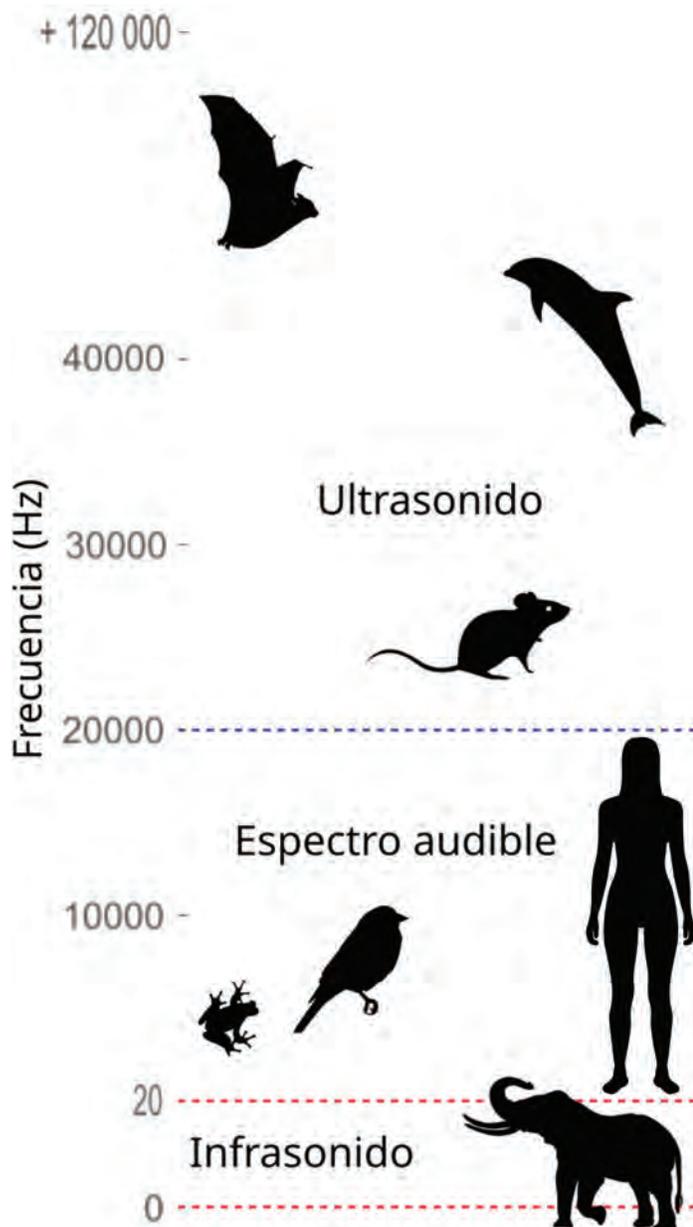


La rana fisgona deslumbrante (*Eleutherodactylus nitidus*) habita en el sur y centro de México. Su peculiar silbido en las noches de lluvia lleva a confundirlas con un ave. Foto: Medardo Arreortúa.

animales, aves, insectos, peces, ballenas, monos, felinos y, desde luego, el canto de ranas y sapos. Con el uso de grabadoras, micrófonos y computadoras se registra y analiza la forma, duración, volumen y otras características de los sonidos, y se asocian al comportamiento de los animales que los emiten.

Evidentemente el sonido es el principal fenómeno físico estudiado por la bioacústica, de modo que conviene tener presentes sus propiedades. La primera es la *frecuencia*, que se mide en hercios (Hz) y representa el tono. Los sonidos graves, como un trueno (16-60 Hz), tienen frecuencias bajas, mientras que los agudos, como el silbato de tránsito (~5000 Hz), corresponden a frecuencias altas. Por encima de 20,000 Hz, los ultrasonidos (como los usados para la ecolocalización por los murciélagos)





Las líneas punteadas señalan los límites entre espectros, los cuales son relativos a la percepción humana. Autor: Carlos A. Flores.

son imperceptibles para el oído humano. La segunda característica es la *amplitud*, se mide en decibelios (dB) y se relaciona con la cantidad de energía que contiene un sonido; a mayor amplitud, mayor será el volumen del sonido, y viceversa. En tercer lugar, está la *duración* que, medida en segundos, nos indica el tiempo entre el inicio y el final de un sonido.

Ahora bien, lo que comúnmente se conoce como “canto de ranas o sapos”, los biólogos lo han denominado “llamados”, debido a que los animales los usan para “llamar” a los miembros de su misma especie o de otra, para comunicarles su posición en el ambiente, estado de salud, disposición a reproducirse o como advertencia de que ese territorio ya tiene un ocupante dispuesto a defenderlo. Por muchos años se pensó que solo

los machos emitían estos llamados, pero cada vez son más los ejemplos descubiertos de hembras que también lo hacen.

Los llamados de las ranas y sapos son la firma sonora propia de cada especie. La investigación científica nos ha enseñado que las diferencias sónicas entre especies pueden ser imperceptibles al oído humano y que los llamados han evolucionado para adaptarse al ambiente. Por ejemplo, el sapo gigante (*Rhinella horribilis*) emite cantos largos parecidos al ruido de un motor sin engrasar, pero por su estructura de bajas frecuencias y larga duración se escuchan a grandes distancias. Otro caso es la rana fisgona deslumbrante (*Eleutherodactylus nitidus*), cuyo silbido agudo y corto se distingue entre los motores de los automóviles o las conversaciones humanas en los parques de ciudades del centro y sur de México. Algunas especies eligen los breves momentos de silencio para llamar o se sitúan en lo alto de los árboles para que su sonido tenga una mejor propagación. En otras palabras, estos anfibios adoptan estrategias y conductas para transmitir sus mensajes de manera similar a las personas, como hablar más fuerte en medio del ruido de una calle transitada o en una fiesta.

Las ranas y sapos de torrente

Naturalmente, no todas las ranas son capaces de vivir en las ciudades o cerca de ellas, por lo que su problema no es el ruido de las motocicletas o el de un estadio de béisbol. Sin embargo, hay especies que habitan en las cercanías de arroyos con cascadas, donde el barullo del agua es tan alto que hace imposible que dos personas se comuniquen a una distancia de dos metros sin tener que gritar. A estas ranas, que no siempre están emparentadas, se les denomina *ranas de torrente*, un término que hace referencia a ríos o arroyos que se caracterizan por producir mucho ruido por la fuerza de sus corrientes.

Para quienes estudian la comunicación acústica de las ranas de torrente, las condiciones ambientales son un reto. En principio, porque se trata de zonas con mucha humedad o lluvia, ruido y pendientes muy inclinadas, y también porque la actividad de los anfibios sucede principalmente de noche. Entonces, el contexto presenta complicaciones técnicas, como el riesgo de que grabadoras y micrófonos se mojen, así que el equipo se usa por periodos cortos para evitar que la humedad se condense en los circuitos y por supuesto, ¡quienes trabajamos en esto debemos tener mucho cuidado para no caer al agua!

Sorteados los riesgos, el reto es entender cómo se comunican las ranas de torrente en ambientes tan ruidosos. La investigación al respecto comenzó formalmente a mediados de la década de 1990 y se mantiene vigente. La mayoría de los estudios se han realizado en Asia y Sudamérica, con el liderazgo



Ranita del bosque de nubes de Oaxaca (*Charadrahyla nephila*). Su llamado fue grabado por primera vez en 1964 por William E. Duellman. Foto: Carlos A. Flores.

de China y Brasil. Se sabe que cada especie utiliza distintas estrategias, por ejemplo, la rana de Mayanad (*Micrixalus saxicola*) en India, infla su saco vocal para mejorar su comunicación, o bien, el sapo de árbol verrugoso (*Hylodes asper*) combina cantos cortos y agudos que suenan más fuerte que el agua, además de manifestarse visualmente moviendo sus patas. Esto sería análogo a estar a la orilla de una carretera con tráfico y pedirle a tu hermana que se encuentra del otro lado: “¡Compra una sandía grande!”, y entonces refuerzas tu mensaje con manoteos. Complementar el sonido con una señal visual suele ser bastante eficaz para sortear el ruido.

Una táctica menos común es la de la rana de torrente *Odorrana tormota*, la cual es capaz de comunicarse de forma ultrasónica. Esta capacidad —como los sonares de los submarinos— se ha documentado ampliamente en murciélagos y delfines, que emiten sonidos en altas frecuencias para detectar a sus presas.

Las ranas de barranco en México

En México también contamos con ranas de torrente. A uno de sus grupos más interesantes se le conoce como ranas de barranco (género *Charadrahyla*). Estas ranas son endémicas de nuestro país y se han descrito 10 especies que habitan en los estados de San Luis Potosí, Hidalgo, Veracruz, Puebla, Gue-

rrero, Oaxaca y Chiapas. Viven en bosques nubosos y en los de pino encino, pero poco sabemos de su comunicación acústica. Incluso desconocemos los cantos de la mayoría de ellas. Actualmente se conocen los llamados de la ranita de bosque de nubes de Oaxaca (*Charadrahyla nephila*), descritos en 1964; y los llamados de defensa y agresión del calate jarocho (*Charadrahyla taeniopus*).

En relación con la comunicación, hemos aprendido que el ruido del agua en el hábitat de algunas especies de ranas de barranco abarca un rango de frecuencias de 20 a 12,000 Hz. Sin embargo, estas ranas emiten sus llamados entre 1,000 y 4,500 Hz, un rango en el que el ruido de los arroyos es relativamente bajo. Esto sugiere que las ranas podrían incrementar el volumen de sus llamados para comunicarse en ambientes ruidosos. Este fenómeno es conocido como efecto Lombard, una estrategia también usada por humanos.

Como podrás notar, en un periodo de 54 años, en México solo hemos avanzado en el conocimiento sonoro de 2 de las 10 especies endémicas de ranas de barranco, lo cual resalta la necesidad de estudiarlas. Entender su conducta y llamados nos ayudará a conocer puntos clave de la comunicación acústica en ambientes ruidosos, lo que es crucial para su conservación





Hábitat de la rana de barranco *Charadrahyla sakbah*, en un bosque mesófilo de montaña en la mixteca oaxaqueña. Estos hábitats se caracterizan por sus corrientes altas. Foto: Carlos A. Flores.

y el diseño de medidas que mitiguen el impacto de la contaminación acústica causada por los humanos.

El estudio de esas adaptaciones mejora nuestra comprensión de los procesos evolutivos y las interacciones entre especies, así como de las estrategias cotidianas que pueden propiciar alternativas para lograr la comunicación frente a fenómenos naturales potencialmente adversos. En general, el conocimiento sobre el comportamiento y la comunicación de la fauna en entornos ruidosos puede ayudar a mantener ecosistemas equilibrados y preservar la biodiversidad.

Bibliografía

- Bradbury, J. W., y Vehrencamp, S. L. (1998). *Principles of animal communication*. Sunderland, MA: Sinauer Associates.
- Farina, A. (2013). *Soundscape ecology: Principles, patterns, methods and applications*. Springer Science & Business Media.
- Serrano-Serrano, J. M., y Ochoa-Ochoa, L. M. (2024). Ranas que silban entre las piedras. *Ciencia*, 75(4). https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/75_4/PDF/07_75_4_1465.pdf

Carlos A. Flores es estudiante de doctorado en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Oaxaca (Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México) | cfloresh1800@alumno.ipn.mx | <https://orcid.org/0000-0001-8927-4320>

Edna González Bernal es investigadora por México-SECIHTI adscrita al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Oaxaca (Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México) | ebernalg@ipn.mx | <https://orcid.org/0000-0001-7817-4156>

J. Roberto Sosa López es profesor en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Oaxaca (Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México) y jefe del Laboratorio de Bioacústica y Ecología del Comportamiento | jrsosa@ipn.mx | <https://orcid.org/0000-0002-0120-0704>





Fotos: Kelly Angela Couto y Riska.

Plantas ornamentales: peligro detrás de la belleza

Liliana Pila y Lissette Díaz

Resumen: Seductoras por su belleza, las plantas ornamentales nos generan sensaciones de bienestar que disminuyen el estrés y mejoran nuestro estado de ánimo. Sin embargo, algunas de ellas producen compuestos tóxicos que son sus mecanismos de defensa frente a sus depredadores, incluyendo al ser humano. Sus efectos van de irritaciones en la piel a vómitos, diarreas y ataques al corazón. *Adelfa* y *Digitalis* son parte de este grupo; sus flores son hermosas, pero si las manipulamos con descuido o si las ingerimos por accidente, viviremos la experiencia de una intoxicación.

Palabras clave: plantas venenosas, fitoquímicos tóxicos, ingesta de flores.

Maayat'aan (maya): Paak'alo'ob ku jats'utskintiko'ob kúuchilo'ob: sajbe'enil yaan paach ki'ichpamil

Kóom ts'iibil meyaj: Jach uts u yila'al yo'osal u ki'ichpamil, le paak'alo'ob ku jats'utskintiko'ob kúuchilo'ob wáaj ornamentalese' ku beetiko'ob k u'uyik jets' óolil, tumen ku yéensik chi'ichnak poolil yéetel ku ki'imajkuntik k óol. Ba'ale' yaan xan ti' wajayp'éel ku jóok'ol ba'al ku loobil, yaan químico tóxico'ob k'a'ana'an ti'ob ti'al u tokikuba'ob ti' máax jantiko'ob, je'el bix xan wíiniko'ob. Ku béeytal u xakik u yóot'el máak tak u ts'áaik xeej, wach'k'ajal ta'il yéetel u je'eel u puksi'ik'al máak. Ichil le paak'alo'oba' ti' yaa-no'ob *Adelfa* yéetel *Digitalis*; jats'uts u loolo'ob, ba'ale' wa ma'atan k kanáantik k machike' wáaj kek téek jantike' jach náapul yaan u beetik to'on k'aas, ku ts'áaik intoxicación.

Áantaj t'aano'ob: paak'al ku loobil, fitoquímicos tóxicos, u janta'al loolo'ob.

Bats'i k'op (tsotsil): Jtunel ta k'in vomol a'maletik; xibal sbaik manchuk me jun yutsilik ta ilel

Ya'yejal vun ta cha'oxbel k'op: Toj lek k'upil sbaik ta k'elel, ti vomol a'maletik ta xich'an tunesel ta k'inetike ta xak'butik sjunetel jol ko'ontik xchi'uk ja' jech te ta xleklub ti kich'el jbatik ta muk'e. Ti k'usi no'oxe, oy cha'oxchop ti oy k'usi chopol ta slok'esik ti xibal sba xmilvan ta skoj spojel sbaik k'alal ta xich'ik k'okele, jech te tsakal ek xtok ti kirixanoetike. Ti k'usi ta spase ja' ta xlik ta xch'ininul bek'talil k'alal to ta xenel tsa'anel xchi'uk spajesel ta abtel o'ontonalil. *Adelfa* xchi'uk *Digitalis* ja' te tsakalik jech, yu'un ti snichike toj k'upil sbaik, pe me mu jna'tik k'uxi ta tuch'el, xich' ixtanel xchi'uk me muk xkiltik laj jlajestike, ja' jech oy yik'al spasbutik chopol.

Cha'oxbel k'opetik tunesanbil: Jmilvanej vomol a'maletik, xchopolikta ta slajesel nichimetik

Como las plantas tienen sus raíces fijas en el suelo no pueden escapar durante un desastre ambiental o del ataque de sus depredadores. ¿De qué forma es que se defienden? Correr no está en sus opciones, así que han desarrollado estrategias muy eficientes para protegerse. Son capaces de detectar la presencia de los depredadores y la amenaza que esto significa, es por ello que en sus atractivas flores o en sus tallos y hojas guardan un arsenal de compuestos químicos de acción tóxica que pueden liberar cuando son atacadas.

Los compuestos químicos que dan el aroma a la mayoría de las flores, o los que les confieren un peculiar sabor, son los que seducen a los depredadores y son los mismos con capacidad tóxica. ¡No debemos culpar a las plantas! Se trata de uno de sus principales mecanismos de defensa contra los innumerables enemigos que se alimentan de sus flores, hojas, raíces o frutos, incluidos los hongos invisibles al ojo humano o las bacterias que proliferan en las estructuras vegetales.

¿Atracción fatal?

Las flores tienen un poder único para atraer a animales y humanos; son una dulce tentación, y en ese sentido, ¿qué las hace tan atractivas? ¿Sus colores? ¿Su aroma? Estos dos elementos casi siempre van de la mano; al ser intensos y atractivos, las plantas los usan para atraer polinizadores como abejas, mariposas, escarabajos, aves y murciélagos, entre otros, especies que garantizan su reproducción y, con ella, su descendencia. Sin embargo, no solo los polinizadores resultan seducidos, también los seres humanos. La presencia de flores en un ambiente nos provoca comodidad, relajación y alegría; sus aromas ofrecen beneficios para nuestra salud, además de ser ins-

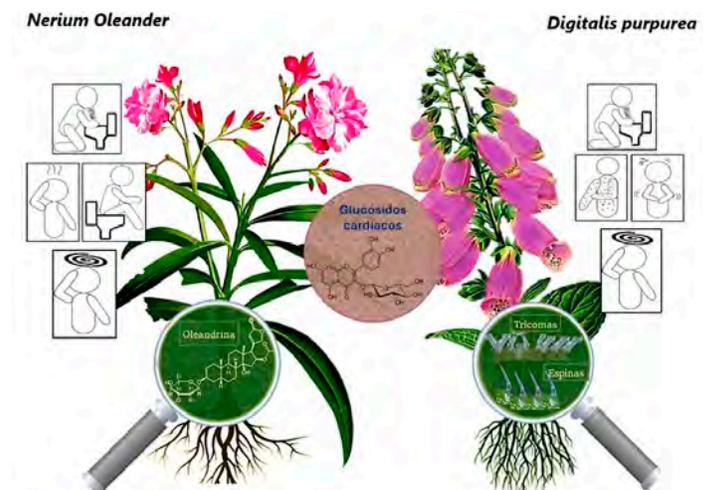


Figura 1. Principales síntomas de intoxicación en seres humanos causados por sustancias químicas tóxicas de *Adelfa* y *Digitalis*. Fuente: Imágenes con adaptaciones. <http://www.spicegarden.eu/Planta-de-Digitalis-Roja-Digitalis-Purpurea>; <https://www.pinterest.ie/pin/282600945340197105/>

piración y base para la fabricación de perfumes, un elemento más en nuestra percepción de la belleza.

Si bien las plantas con flores forman parte del entorno natural o la decoración de todo tipo de espacios, algunas de ellas producen compuestos tóxicos que pueden ocasionar trastornos al ser humano si las consume o las toca; los efectos nocivos van desde irritaciones, comezón y quemaduras en la piel, hasta vómitos, diarreas, ataques al corazón y la muerte.

Pero ¿quién podría comerse una planta ornamental? Los centros de atención médica reportan que la ingesta accidental de

Lista de las principales especies ornamentales con efectos tóxicos

Nombre común	Nombre científico	Parte tóxica	Efectos
Anturio	<i>Anthurium</i> spp.	Hojas y tallo	La savia produce comezón en la boca, inflamación en las mucosas y provoca asfixia.
Corazón de María	<i>Caladium bicolor</i> Ventl.	Hojas y tallo	La savia produce comezón en la boca, inflamación en las mucosas y provoca asfixia.
Bromelia	<i>Bromelia karatas</i> L.	Flores y frutos	Inflamación en los labios.
Bromelia	<i>Bromelia pinguin</i> L.	Flores y frutos	Inflamación en los labios.
Floripondio	<i>Datura candida</i> Pasq.	Hojas y flores	Las flores pueden ocasionar somnolencia al ser olidas por tiempo prolongado. En in-fusión provocan sequedad en la boca, pulso y respiración rápidos, llevando a parálisis y muerte por asfixia.
Hoja de la suerte	<i>Diffenbachia seguine</i> (L.) Schotf	Hojas y tallo	La savia produce comezón en la boca, inflamación en las mucosas y provoca asfixia.
Chupamieles, dedalera	<i>Digitalis purpurea</i> L.	Flores y hojas	La ingestión aumenta la fuerza y velocidad de los latidos del corazón, y causa un ata-que cardíaco.
Lechosa africana	<i>Euphorbia lactea</i> Haw.	Tallo	El látex es necrosante y puede causar graves quemaduras en la piel.
Hortensia	<i>Hydrangea</i> spp.	Flores	La ingesta excesiva de flores provoca problemas gastrointestinales.
Palmeado	<i>Jatropha multifida</i> L.	Latex, tallo	El látex causa escozor y el consumo de las semillas, vómitos y diarrea.
Adelfa	<i>Nerium oleander</i> L.	Flores, hojas, tallo	Su ingestión afecta a los nervios faciales, produce náuseas, vómitos, cólicos, diarrea, somnolencia, convulsiones e incluso estado de coma y la muerte.
Maguey rojo	<i>Rhoeo discolor</i> L'Her.	Hojas y tallo	La savia produce quemaduras en la piel.
Singonio	<i>Synгонium podophyllum</i> Schott.	Hojas y tallo	La savia produce comezón en la boca, inflamación en las mucosas y provoca asfixia.

Fuentes: Basado en Flores *et al.* (2001) y Silva *et al.* (2015).

plantas ornamentales tóxicas causa entre el 1 y 2% de todas las intoxicaciones, y que el 85% de estos casos corresponde a niños menores de seis años, quienes son atraídos por los colores y el aroma. Desde luego, también hay gente de cualquier edad que no se resiste a tocar las flores, de modo que las irritaciones, comezón y quemaduras en la piel por contacto son muy comunes. La lista de plantas ornamentales que producen compuestos químicos tóxicos es bastante amplia y sus efectos muy diversos.

Potencial médico... a pesar de todo

Adelfa y digitalis son dos especies de plantas ornamentales ampliamente utilizadas en la decoración de interiores, parques y jardines, aunque producen efectos muy tóxicos que pueden causar síntomas graves en caso de ingerirlas (figura 1).

En cuanto a la adelfa (*Nerium oleander* L.), conocida comúnmente como laurel romano o narciso (figura 2), es utilizada para decoración de parques y jardines en diversos países. Tiene la capacidad de crecer en condiciones extremas. Hay reportes de que fue la primera en brotar luego de la explosión de la primera bomba atómica en Hiroshima. Destaca por sus voluptuosas flores de color blanco o rosa, que, al igual que sus tallos y corteza, contienen sustancias químicas altamente tóxicas. ¡Tan linda y tan venenosa! Los tóxicos que albergan sus tejidos son glucósidos cardíacos como la oleandrina, oleandrogenina y deacetiloleandrina, que se absorben fácilmente a través de la piel y el tracto gastrointestinal si se dan las condiciones.

Su potencial letal se libera al simple contacto de la planta con los tejidos de la boca, por lo que si alguien la prueba, sentirá efectos en los nervios faciales, somnolencia, vértigo, alteraciones visuales cromáticas, malestares gastrointestinales como diarreas y vómitos, y problemas cardiovasculares como taquicardia, bradicardia, fibrilación y otras arritmias peligrosas. Sin embargo, los glucósidos cardíacos de la adelfa que se encuentran bajo investigación pueden usarse como un cardiotónico para tratar la congestión cardíaca.

Respecto a digitalis (*Digitalis purpurea* L.), también se le conoce como chupamieles o dedalera (figura 3), y se le encuentra en forma natural en los campos de países de América del Sur. Se usa en la decoración de espacios internos y externos por sus hermosas flores de color púrpura, blanco o rosa intenso, que seducen e invitan a tocarlas. Sin embargo, un sutil roce con los tricomas –apéndices semejantes a finos pelos– de la superficie de sus flores, hojas o tallos es percibido por la planta como una amenaza, provocando como respuesta la secreción de compuestos químicos tóxicos (glucósido cardíaco digitoxina o digitalina, que tienen poderosos efectos cardiovasculares).

Si en un tranquilo y agradable paseo por las montañas alguien toca las flores atraído por ellas, en pocos minutos notará enrojecimiento y picazón; y si tiene la ocurrencia de probarlas experimentará un aumento de la fuerza y velocidad de los latidos del corazón o, en el caso extremo, la parálisis de este órgano. Aunque, en la otra cara de la moneda, varios medicamentos



para problemas cardiacos tienen como base la digitoxina que produce digitalis, una sustancia que, en la dosis adecuada, tiene efectos positivos en determinados problemas cardiacos.

El peligro detrás de la belleza de las plantas ornamentales es un riesgo latente, por lo que el conocimiento acerca de sus compuestos tóxicos es el camino para evitar eventos desafortunados. Así que, si tienes o deseas crear un ambiente tranquilo y de relajación, armonizado por la belleza y aroma de las plantas, recuerda colocarlas fuera del alcance de niños y al manipularlas utiliza elementos de protección. Si entraras en contacto directo con alguna de las plantas descritas en este texto, recuerda lavarte bien las manos. Y en caso de intoxicación, acude de inmediato con el médico que se encuentre más cerca.

Bibliografía

- Flores, J. S., Canto-Avilés, G. C. O., y Flores-Serrano, A. G. (2001). Plantas de la flora yucatanense que provocan alguna toxicidad en el humano. *Revista Biomédica*, (12), 86-96.
- Packer, M. (2018). Why is the use of digitalis withering? Another reason that we need medical heart failure specialists. *European Journal of Heart Failure*, (20), 851-852.
- Silva, P. H. da, Oliveira, Y. R., Silva, A. P. de J. *et al.* (2015). Entre a beleza e o perigo: uma abordagem sobre as plantas tóxicas ornamentais. *Revista Intertox de Toxicologia Risco Ambiental e Sociedade*, 8(1), 19-44.



Figura 2. Adelfa *Nerium oleander* L. Foto tomada de <http://bit.ly/4jPZLUo>



Figura 3. Digitalis *Digitalis purpurea* L. Foto tomada de <https://bit.ly/42Cii0P>

Liliana Pila es académica en la Universidad de Cuenca (Cuenca, Ecuador) | lilianapila@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0001-9172-4968>

Lissette Díaz es ingeniera en Biotecnología por la Universidad Regional Amazónica Ikiam (Tena, Ecuador) | paola.diaz@est.ikiam.edu.ec | <https://orcid.org/0000-0002-8731-2319>





Foto: Omar Chávez.

La gran paradoja del cáncer en el reino animal

Jesús Omar Chávez Sánchez y Ana Paula Bravo Olmedo

Resumen: La relación que existe entre el tamaño y longevidad de un organismo respecto a la probabilidad de desarrollar algún tipo de cáncer ha sido un tema de interés desde que se encontró que animales gigantes y longevos, como un elefante africano o una ballena azul, no desarrollaban cáncer en la proporción esperada. ¿Qué mecanismos anticáncer fueron el arma con que, en apariencia, la evolución pudo ganarle a esa enfermedad en ciertas especies de animales? En este artículo brindamos elementos que permiten comprender mejor este desconcertante fenómeno.

Palabras clave: tamaño, inmunología, neoplasias, evolución.

Maayat'aan (maya): U noj jela'anil ba'ax k'a'abet u yúuchul yo'olal u k'oja'anil cáncer ich ba'alche'ob

Kóom ts'íibil meyaj: Le ba'ax yaan u yil ich u nojochil u wíinkil yéetel u yúuchbenil ba'alche' wáaj u ba'alil ja' bey xan u ts'áaik ti' u k'oja'anil cáncere' jump'éel ba'al jach taak u k'ajóolta'al líik'ul ka ila'ab le jach nukuch ba'alche'ob yéetel le úuchbeno'obo', je'elbix u elefante africail bey xan masam wáaj ballena azul, ma'atan u k'oja'antalo'ob yéetel cáncer je'ex ku tuukulta'alo'. Máakalmáak ba'alo'ob ti'al u tokikuba'ob ti' le cáncer áanto'obo', leti' wáaj u bin u ma'alobtal u wíinkil ba'alche' wáaj evolución ichil wajayp'éel ch'i'ibalil ba'alche'ob wal máan táanil ti' le k'oja'anila'. Te' meyajja' kek ts'áaik ojéelbil ba'alo'ob ti'al k'utsil na'atik le ja'ak'a'an óol ba'al ku yúuuchula'.

Áantaj t'aano'ob: u nojochil, inmunología, neoplasias, evolución.

Bats'i k'op (tsotsil): Mu na'bil k'u yu'un mu staik xchamelal kanser ti chonbolometike

Ya'yejal vun ta cha'oxbel k'op: Ti k'u x-elan jmoj yelanil ta smuk'ul xchi'uk ta smolibel jun chonbolom xchi'uk ti jech mu'yuk mu tabil ta ilel ta staik k'usiuk jchopukal xchamelal kanser, ja' jun a'yej tsots sk'oplal xich' ojtikinel k'alal lajyich' tael ta ilel muk'tikil chonbolometik xchi'uk ti toj ven molibenik xae, jechik k'ucha'al tsemen ta africa xchi'uk jkot muk'tachoy bayena azul sbie, yu'un mu'yuk bu ta xvok' kanser ta sbek'talik ti va'ay x-elan smuk'tikil chonbolometike. ¿k'usitik ja' ta svok'es ta sbek'talik ti jech lajstsal jun jmilvanej chamel ta sbek'talik ti cha'oxchop chonbolometike? Ti li' vune ja' ta xalbe ya'yejal k'u xi jech ta xk'otan ta pasel ta stojolik ti chonbolometike.

Cha'oxbel k'opetik tunesanbil: Smuk'ulil, mu stael chamel, jk'ol o xch'iel bek'talil.

El vínculo entre el cáncer y los animales ha trascendido la ciencia, la etimología e incluso las estrellas. En la cultura occidental, la palabra puede remitirnos a la imagen de un cangrejo, y es probable que algunas personas que lean este artículo pertenezcan al signo zodiacal Cáncer, representado por dicho crustáceo.

Más allá de las referencias anecdóticas, la alusión al término nos conmueve por ligarse a una enfermedad contra la que día a día perdemos batallas, y lo cierto es que la humanidad se enfrenta a ella desde tiempos inmemoriales; incluso se han descubierto rastros de tumores cancerígenos en antiguas momias egipcias.

Aunque normalmente lo abordamos como un tema dolorosamente humano, es una realidad para el reino animal; no obstante, la fauna de gran tamaño parece más propensa a eludir la afección, lo que podría brindar, al menos, una pequeña ventana de esperanza.

Errores microscópicos, consecuencias colosales

Lo que comúnmente conocemos como cáncer es en realidad un conjunto diverso de condiciones que pueden dañar a casi cualquier tipo de tejido corporal humano. Se caracteriza por la formación de células anormales (neoplasia) que crecen sin control en cualquier parte del cuerpo. La mala noticia es que son anomalías de origen genético, un resultado de mutaciones en los genes de nuestro ADN con la capacidad de modificar el comportamiento celular.

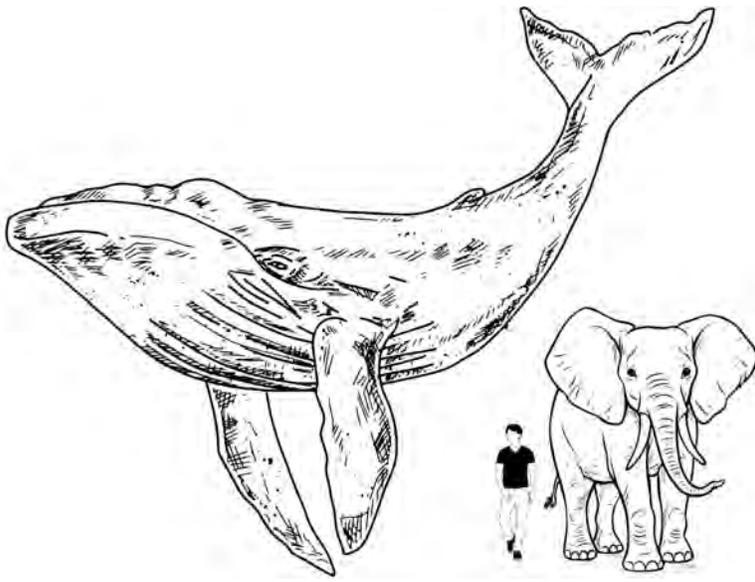
Según la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer, en 2020 se registraron casi 10 millones de muertes a nivel



Ejemplar de cangrejo rojo de roca (*Grapsus grapsus*) observado en La Paz, Baja California Sur. La palabra cáncer proviene del griego *karkinos*, que significa cangrejo. Foto: Omar Chávez.

mundial relacionadas con este grupo de enfermedades. Existe cura para varios tipos del padecimiento, pero la posibilidad de eliminarlo dependerá en gran medida del tejido en el que la neoplasia se haya desarrollado, si ha ocurrido o no metástasis y su grado de avance. No existe una cura universal debido a su complejidad, y en especial porque todos los tipos de cáncer son distintos según el tejido afectado y los genes que en primer lugar mutaron. Por eso ha sido tan desafiante hallar la solución definitiva.

Para entender mejor la relación del cáncer con las células, comencemos por recordar que estas son pequeños bloques con los que todos los seres vivos estamos hechos. Los organismos multicelulares, como lo somos los animales, estamos conformados por millones de ellas y todas trabajan en conjunto para mantenernos con vida. Para que una célula se vuelva canceroso-



Ejemplos de macrofauna terrestre y marina: elefante africano y ballena jorobada. Imagen representativa, no a escala. Imagen de uso libre generada con Canva: <https://www.canva.com/>

sa deben ocurrir mutaciones en dos tipos de genes que alberga nuestro genoma: en los genes de supresión de tumores y en los genes que controlan la división celular.

Cuando una célula se divide, genera una nueva copia idéntica de su genoma (ADN), pero si ocurre un error durante la división (mutación del ADN), el error se hereda a las nuevas células que se originen. Los genes de supresión de tumores y los que controlan la división celular tienen la función de detener el crecimiento de la célula una vez que haya terminado de segmentarse, y de eliminarla en caso de que no se detuviese. Si la mutación se produjo en estos genes específicos, entonces tendremos una célula que no parará de dividirse y crecerá incontrolablemente.

Conforme avanzamos en edad, nuestras células siguen fraccionándose para reemplazar tejidos viejos, y cada que lo hacen es más probable que se cometan y acumulen los errores que potencialmente convierten en cancerosa a una célula. En los humanos se llevan a cabo alrededor de unos 10 mil billones de divisiones celulares a lo largo de toda la vida, esas son 10 mil billones de veces que el cuerpo hará una nueva copia de ADN y cada una es una oportunidad para que se cometan y acumulen fallas. Las posibilidades aumentan cuanto más viva una persona.

Además, mientras mayor sea el número de células que conforman un organismo, es decir, mientras más grande sea su cuerpo, mayor será la cantidad de células que se estarán dividiendo a lo largo de su vida. Esto aumenta la probabilidad de que ocurran errores al dividirse. Por ejemplo, se ha estimado que por cada 10 centímetros de altura de más que pueda tener una persona suman 10% de probabilidad de desarrollar algún tipo de cáncer. Siguiendo esta lógica, se esperaría que los animales más grandes y longevos desarrollen un mayor número

de estas enfermedades a lo largo de su vida. La conclusión obvia sería que los animales gigantes de nuestra era, como los elefantes, ballenas o rinocerontes, estarían gravemente afectados por todo tipo de cáncer, pero sorprendentemente no es así. A este fenómeno se le conoce como paradoja de Peto.

La paradoja de Peto

A mediados de 1970, el epidemiólogo Richard Peto de la Universidad de Oxford, en Reino Unido, observó que no hay una relación lineal entre el tamaño de los organismos y la probabilidad de desarrollar cáncer. Comenzó observándolo en ratones, organismos que tienen las mismas probabilidades que los humanos de desarrollar esa afección a pesar de ser mucho más pequeños. Esto no pasa con los enormes animales del mundo actual.

Anna Dart evidenció en una publicación de 2022 que los casos de cáncer registrados en los animales de más tamaño no correspondían a los esperados. Es decir, que un organismo más grande se compone de un mayor número de células, lo que a su vez aumenta proporcionalmente las divisiones, y cada una de ellas es una posibilidad de que la célula se equivoque y, por tanto, se desarrolle algún tipo de cáncer. También la longevidad permite que las células realicen divisiones durante más tiempo y que se acumulen mutaciones en los genes. Sin embargo, parecía ser que los grandes animales habían desarrollado la forma de superar el cáncer a pesar de sus aparentes desventajas.

Para el caso de la majestuosa ballena azul, el animal más colosal sobre la Tierra y cuyo peso equivale a 1,700-2,500 humanos de peso promedio, se estima que su cuerpo se podría llegar a componer de cientos de billones o unos pocos cuatrillones de células. Aunque no hay un número exacto, la magnitud de esta cifra es impresionante. Es desconcertante reconocer el hecho de que no presenten tantas neoplasias como se supondría. Sin duda la naturaleza es muy sabia.

¿Cómo es que la evolución pudo vencer al cáncer, mientras que los científicos médicos siguen luchando en nombre de la humanidad para salvar a nuestros seres queridos que lo desarrollan? Se ha encontrado que millones de años de evolución han otorgado a estos enormes animales las herramientas necesarias para resolver el problema, pero también la naturaleza misma de las neoplasias podría jugar un rol en esto.

Defensa contra la enfermedad

Por un lado, a la par que los animales se iban haciendo más grandes mediante la selección natural (el mecanismo que elige a los individuos más aptos para sobrevivir), tuvieron que haber surgido estrategias para evitar que sucumbieran a al-





Ejemplar de ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) observado en La Paz, Baja California Sur. Un individuo adulto puede medir de 15 a 19 metros con un peso aproximado de 40 toneladas, y vivir hasta más de 50 años. Foto: Omar Chávez.

gún tipo de cáncer. Por ejemplo, Ewen Callaway, en un trabajo publicado en 2015, afirma que los elefantes africanos cuentan con 20 copias de un gen denominado p53 en su genoma, mientras que los humanos tienen una sola copia. El gen p53 es clave en los mecanismos de lucha contra las neoplasias; su función radica en detener el ciclo de división celular para reparar el daño al ADN, y lo hace evitando mutaciones negativas, induciendo la eliminación de las células potencialmente peligrosas y promoviendo la reparación del ADN.

Otra posible manera en que los animales grandes resisten al cáncer podría ser su gran tamaño. Se ha especulado que quizás las neoplasias no logran crecer lo suficiente como para afectarlos significativamente por el fenómeno conocido como hipertumores. Dado que las células cancerosas crecen sin control y requieren grandes cantidades de energía y recursos (nutrientes que roban del torrente sanguíneo), cuando la neoplasia alcanza un tamaño determinado comienza una competencia por los recursos por parte de las células cancerosas adyacentes, lo que hace que se eliminen entre ellas. De esta manera las neoplasias se destruyen entre sí antes de suponer una amenaza para el animal.

¿Por qué nos interesaría resolver esta paradoja de una vez por todas? Porque estudiar los mecanismos de prevención y supresión del cáncer en los animales de gran tamaño podría ayudar

a la inmunología comparada a encontrar nuevos caminos para tratar los distintos tipos de cáncer en humanos. La inmunología comparada es la disciplina que estudia la evolución de los sistemas de defensa contra enfermedades, y analiza las semejanzas y diferencias entre distintas especies.

Es recurrente observar que la naturaleza ya ha conseguido resolver muchos de los problemas a los que se enfrenta la humanidad, a través de mecanismos y herramientas biológicas diseñadas por la evolución, así que vale la pena tratar de comprenderlas y analizarlas buscando aplicarlas en la medicina moderna. Quizás si algún día logramos vencer completamente estas enfermedades, agradeceremos a nuestros amigos perdidos por darnos el ejemplo.

Bibliografía

- Callaway, E. (2015). How elephants avoid cancer. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/nature.2015.18534>
- Dart, A. (2022). Peto's paradox put to the test. *Nature Reviews Cancer*, 22(3), 129-129. <https://doi.org/10.1038/s41568-022-00447-4>
- Vincze, O., Colchero, F., Lemaître, J.-F., et al. (2022). Cancer risk across mammals. *Nature*, 601(7892), 263-267. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-04224-5>

Jesús Omar Chávez Sánchez es estudiante de la Maestría en Ciencias en el Instituto de Ecología (Xalapa, Veracruz, México) | jesus.chavez@posgrado.ecologia.edu.mx | <https://orcid.org/0009-0005-4338-3704>

Ana Paula Bravo Olmedo es encargada de divulgación de la ciencia en la Dirección de Apoyo a la Investigación y al Posgrado en la Universidad de Guanajuato (Guanajuato, Guanajuato, México) | ap.bravoolmedo@ugto.mx | <https://orcid.org/0009-0001-5572-6429>



Alouatta palliata, Valle de Uxpanapa, Veracruz. Foto: Rafael Omar Sánchez Vidal.



Cómo enfrentan la depredación los monos aulladores

Rafael Omar Sánchez Vidal, Ariadna Rangel Negrín y Pedro A. D. Dias

Resumen: Los monos aulladores, habitantes ágiles y ruidosos de las copas de los árboles, han desarrollado notables estrategias para sobrevivir en un entorno lleno de peligros. Aunque su tamaño y hábitat elevado les brindan cierta protección frente a depredadores como jaguares y águilas harpías, el riesgo nunca desaparece por completo. Para protegerse, despliegan conductas antipredatorias que han desarrollado para mantenerse a salvo, pero si dejaran de existir esos peligros en su hábitat, ¿conservarán su capacidad para reconocerlos?

Palabras clave: conducta antipredatoria, depredación, primates, ecología conductual.

Maayat'aan (maya): Bix u kanáantikuba'ob ba'ats'o'ob uti'al ma' u janta'alo'ob

Kóom ts'íibil meyaj: Le ba'ats'o'obo', ba'alche'ob jach péeka'ano'ob yéetel jach che'ej u máan u juum'ob tu ka'ananiil k'ab che'ob, ts'o'ok u kaxtik'o'ob bix ma' u loobilta'alo'ob, ka kuxa'ako'ob ich ya'abach sa'ajbe'enilo'ob. Ba'ale' tumen u wíinkil ma' jach nojoche' yéetel ka'anal tu'ux ku kajta'alo'obe' uts u kanáantikuba'ob ti' ba'alche'ob jantiko'ob je'elbix báalamo'ob yéetel jump'éel u chi'ibal koos águila harpía; u sajakil u yúuchule' ma'atech u jach bin. Uti'al u kanáantikuba'obe' ku beetik'ob ba'alo'ob u kanmajo'ob ti'al ma' u janta'alo'ob, ba'ale' wa p'aatak mina'an ba'alche'ob jantiko'ob tu'ux kajakba'alo'obe', ma'atan wáaj u tubiko'ob bix u k'ajóoltiko'ob wale'.

Áantaj t'aano'ob: kanáaniil ti'al ma' u janta'al, janta'al ba'alche', primates, ecología conductual.

Bats'i k'op (tsotsil): K'u x-elan ta xchabi sbaik k'uchal mu xljajik ta ti'el ti j-avanel maxetike

Ya'yejal vun ta cha'oxbel k'op: Ti j-avanel maxetike, ja' te kuxulik ta anil tsoytsunel xchi'uk avetel ta sni' te'etik, ja' jech te sa'ojik k'uxi ta spoj sbaik k'ucha'al mu staik vokolal ta skoj ti xibal sba ta spat xokonike. Manchuk me ti muk'tikik xchi'uk ti toyol bu ta xkuxiike ja' te mu toj k'unikuk ta milel yu'un ti muk'ta bolometik xchi'uk muk'tikil xiketike, pe jech te oy o ti xi'elal ta skuxlejalike. Ta xchabiel sbaik, oy k'usi xchanojik spasel k'ucha'al mu xljajik ta milel, pe k'alal jech mu'yukuk bocho' jech ta xljajik ta ti'el ta skuxlejalike, ¿me jech van oy sbijilik ta xchabiel sbaik?

Cha'oxbel k'opetik tunesanbil: Bijilal ta chabiel bail, stubesel sts'unubal chonbolom, maxetik, xchi'uk xchanel kuxiel k'opojel xchi'uk spat xokon.

El amanecer se acerca en las selvas de Veracruz y todo parece estar en calma. De pronto, el suave rumor de ranas e insectos queda opacado por un sonido muy potente e incluso inquietante que se escucha a kilómetros de distancia: la intensa y grave vocalización de los monos aulladores, nombre que justamente se debe a sus llamados, similares a profundos aullidos. Durante millones de años, estos primates han evolucionado hasta crear tácticas diversas que les permiten enfrentar amenazas en tierra o a las que llegan desde el aire; en tal sentido, sus vocalizaciones funcionan para delimitar el territorio entre grupos y alertar sobre posibles depredadores.

Vigilar para sobrevivir

En América hay 14 especies de monos aulladores (género *Alouatta*). Viven entre las ramas de los árboles, donde hay poca probabilidad de que los ataque un animal de gran tamaño como el jaguar (*Panthera onca*), que pese a ser un escalador experto, no puede desplazarse por las ramas más delgadas debido a su peso. Pero en zonas expuestas, con poca cobertura vegetal, aparece otro peligro: las aves rapaces que intentan capturar sobre todo a los primates jóvenes.

Una de estas especies, los monos aulladores de manto (*A. palliata*), está presente en México, América Central y Sudamérica. Su pelaje negro con franjas doradas o café a los costados explica su nombre común. Con colas prensiles que les permiten sujetarse a las ramas, las hembras adultas pesan entre 3 y 7.6 kg, y los machos entre 4.5 y 9.8 kg. Ser grandes limita el número de depredadores potenciales; así, el peligro radica en jaguares, pumas (*Puma concolor*), ocelotes (*Leopardus pardalis*) y águilas harpías (*Harpia harpyja*), las de mayor tamaño en las selvas americanas; si bien reportes anecdóticos sugieren que

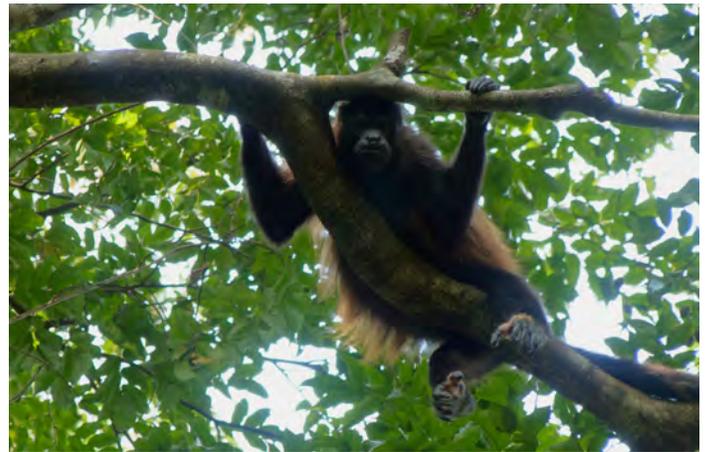
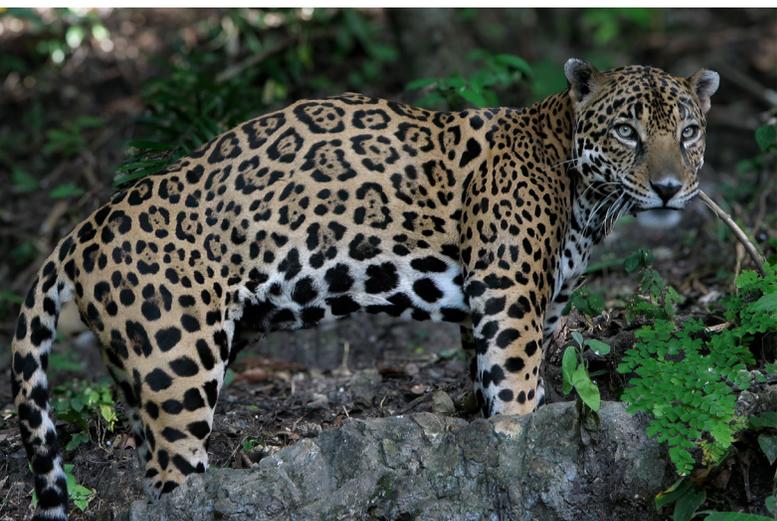


Foto: Rafael Omar Sánchez Vidal.

las crías también son atacadas por los caracaras (*Caracara plancus*) y los viejos de monte (*Eira barbara*). En cambio, primates más pequeños, como los tamarinos bigotudos (*Saguinus mystax*) de Sudamérica, son presas de decenas de especies, que van desde felinos y cánidos hasta aves rapaces y serpientes.

La mayoría de los monos aulladores viven en grupos, aunque esto signifique competir por recursos, como alimento, espacio o pareja, y ser más fácilmente detectados por los depredadores. Sin embargo, la convivencia ofrece ventajas. Por ejemplo, un individuo puede relajarse para tomar el sol en una rama si hay otro que vigila el entorno y avisa cuando detecta movimientos o sonidos amenazantes. Deben encontrar un equilibrio entre dedicar tiempo y energía a evitar ser depredados, a la par de alimentarse, descansar o buscar pareja, entre otras actividades; no obstante, vigilar representa la diferencia entre la vida y la muerte.



Depredadores del mono aullador. Fotos: Humberto Bahena Basave.

en otras ocasiones prefieren dispersarse en distintas direcciones. También se ha observado que un macho llama la atención del depredador mientras los demás escapan. Es posible que esta decisión se asocie a la selección de parentesco; es decir, un individuo podría estar dispuesto a poner en riesgo su vida para defender a sus crías, hermanos u otros parientes cercanos, ya que de este modo aumenta la probabilidad de que sean sus genes los que se transmitan a las siguientes generaciones.

La vida en la selva: un escenario cambiante

Es un hecho que la dinámica entre los monos aulladores y sus depredadores se ha modificado como consecuencia de lo que ocurre en su entorno. La destrucción de los bosques tropicales lleva décadas y ha puesto en peligro de extinción a un gran número de especies de fauna. Gracias a su flexibilidad conductual y capacidad de adaptación, los monos aulladores de manto han sido capaces de resistir la dramática reducción de su hábitat y aún los encontramos en fragmentos de bosque. Desafortunadamente, otras especies no han corrido con la misma suerte. En varias regiones de México los jaguares y las águilas harpías han desaparecido, lo que ha dejado a los primates libres de depredadores. Pero si estos últimos desaparecen ¿qué ocurre con la capacidad de los monos para detectarlos y evadirlos? ¿Permanece esta conducta básica de supervivencia en la memoria de las poblaciones o se diluye por la ausencia de riesgo?

Al respecto, en el Instituto de Neuroetología de la Universidad Veracruzana investigamos las conductas de detección y evasión de depredadores de los monos aulladores de manto en los Tuxtlas y el valle de Uxpanapa, dos regiones del estado de Veracruz. Para ello, utilizamos grabaciones sonoras de vocalizaciones (*playbacks*) de jaguares y águilas harpías, además de grabaciones (como estímulo control) de otra ave que no es un depredador. Los *playbacks* se han usado desde hace décadas para observar conductas infrecuentes en condiciones silvestres, y son una técnica muy útil en el estudio de las conductas antipredatorias en numerosas especies.

Durante 10 meses analizamos las variaciones de comportamiento como respuesta a la reproducción de las grabaciones con monos que no se han enfrentado a jaguares ni águilas harpías desde hace 70 y 45 años, respectivamente, en la región de los Tuxtlas, y de monos que potencialmente están expuestos a esas dos especies en el valle de Uxpanapa. A pesar de que el último avistamiento de águilas harpías en este sitio es de 1944, hay informes que sugieren la posibilidad de que habitaran allí hasta fechas recientes o que aún se encuentren en ese lugar.

Nuestros hallazgos muestran que tanto los monos aulladores con potencial presencia de depredadores, como los que han vi-



vido sin este peligro, vigilan con frecuencia similar. Además, la velocidad de respuesta ante los sonidos de jaguares fue alta en ambos casos, lo que sugiere que los reconocen como amenaza, aunque estén extintos en la zona. En cambio, vigilan menos cuando escuchan las reproducciones de las águilas harpías, y su velocidad de respuesta es más lenta, por lo que estos sonidos quizá son interpretados como una amenaza menor. Aun así, es más alta la frecuencia de vigilancia entre los individuos que tienen contacto con estas águilas que entre los que no.

Cuando analizamos la duración total de las conductas anti-predatorias —escape, aproximación, vigilancia y vocalizaciones—, encontramos que los monos sin exposición a los depredadores realizan estas conductas en conjunto durante más tiempo, además de desplegarlas también cuando escuchan sonidos de un ave que no es su amenaza. Esto sugiere que carecen de la capacidad de discriminar entre estímulos sonoros de depredadores y no depredadores.

Nuestra investigación da indicios de cómo la conducta de los primates podría estar modificándose como consecuencia de la extinción local de los depredadores, y sus implicaciones. Por ejemplo, ya que la energía es un recurso limitado y debe repartirse entre las diferentes actividades que aseguran la supervivencia y la reproducción (entre otras, funcionamiento de órganos y sistemas, búsqueda de pareja, gestación y crianza), la inversión en conductas con bajo valor adaptativo representaría un gasto innecesario. Podemos especular que, si los monos volvieran a estar expuestos a las águilas harpías, probablemente no podrían evitar ser depredados por ellas.

Todo esto nos da pistas acerca de las presiones selectivas que favorecen el mantenimiento y pérdida de conductas en los monos aulladores de manto. En este sentido, la incesante interacción entre depredadores y presas ejemplifica de manera fascinante las intrincadas relaciones entre las diferentes especies de un ecosistema; conocer más al respecto resulta esencial para entender las respuestas animales a un mundo en constante cambio.

Bibliografía

- Cristóbal-Azkarate, J., Urbani, B., y Asensio, N. (2015). Interactions of howler monkeys with other vertebrates: A review. En M. M. Kowalewski *et al.* (eds.), *Howler monkeys: behavior, ecology, and conservation* (pp. 141-164). Springer.
- Fichtel, C. (2012). Predation. En J. C. Mitani, J. Call, P. M. Kappeler, R. A. Palombit, y J. B. Silk (eds.), *The Evolution of Primate Societies* (pp. 169-194). The University of Chicago Press.
- Sánchez-Vidal, R. O., Rangel-Negrín, A., Briseño-Jaramillo, M., Sosa-López, J. R., y Dias, P. A. (2024). Acoustic recognition of predators by mantled howler monkeys (*Alouatta palliata*): A playback experiment with naïve and experienced subjects. *American Journal of Biological Anthropology*, 185(3), e25013.



Mono aullador en Catemaco, Veracruz. Foto: Rafael Omar Sánchez Vidal.

Rafael Omar Sánchez-Vidal es estudiante de la Universidad Veracruzana (Xalapa, Veracruz, México) | mvz.rsv@gmail.com | <https://orcid.org/0009-0000-2992-7975>

Ariadna Rangel-Negrín es investigadora de la Universidad Veracruzana (Xalapa, Veracruz, México) | arrangel@uv.mx | <https://orcid.org/0000-0003-3539-3652>

Pedro A. D. Dias es investigador de la Universidad Veracruzana (Xalapa, Veracruz, México) | pdias@uv.mx | <https://orcid.org/0000-0002-2919-6479>



Academia y sociedad cimentando el futuro

María Luisa Ballinas Aquino, Limbania Vázquez Nava
y Landy Edith Rafael Riveros

En esta sección presentamos las novedades editoriales de Libros
ECOSUR. ¡Conócelas!
Le toca el turno a *Retribución e incidencia social:
miradas y memorias situadas en el sur*.

**Maayat'aan (maya): Múuch' ajka'ansajo'ob yéetel kajnálilo'ob
táan u meyajo'ob uti'al k'iino'ob ku taalo'ob**
Ti' le jaatsa' kek ts'áaik k'ajóolbil le túumben meyajo'ob yaan ichil
Áanalte'ob ECOSUR. Bejla'e' yaan k k'ajóolti *Retribución e incidencia
social: miradas y memorias situadas en el sur*. ¡Ka k'ajóolto'ob!

**Bats'i k'op (tsotsil): Bijil vinik antsetik xchi'uk jnaklumentik ta
stsatsubtasbeik yip ach' kuxlejajil**
Ta jchop vun li'e ta xka'ktik ta ilel ach' a'yejetik ta vunetik yu'un
ECOSUR.
Retribución e incidencia social: miradas y memorias situadas en el sur.
¡Ojtikino!



Objetivo de la obra

Debatir y comprender el tema de la retribución social, reconociendo la historia y trayectoria de ECOSUR, una institución que ha centrado sus esfuerzos en transformar las realidades de precariedad e injusticia en el sureste de México, mediante la formación e investigación que se desarrolla en sus programas de posgrado y el fortalecimiento de las capacidades comunitarias.

Anécdota

La idea de elaborar este libro surgió en 2023 y se fue construyendo como un esfuerzo colectivo de coordinación, creatividad y paciencia. Tal como se menciona en el epílogo de la obra, fue posible reunir “experiencias, reflexiones y aprendizajes que condensan un futuro donde academia y sociedad juntas construyen un mundo más justo y sostenible”.

Información general:

Título: Retribución e incidencia social: miradas y memorias situadas en el sur

Coordinación: María Luisa Ballinas Aquino, Limbania Vázquez Nava y Landy Edith Rafael Riveros.

Editorial: ECOSUR / Comparte Vida CIPCIC, 2024

ISBN: 978-607-26546-4-8

Formato: Libro electrónico en PDF de acceso abierto

Tipo de obra: Cultura e identidades

Público al que va dirigido: Estudiantes de licenciatura y posgrado.



Origen de la obra

El libro es fruto del diálogo que se dio durante la Semana de Intercambio Académico (SIA 2023), un evento anual que tiene como objetivo que el personal académico y estudiantes de posgrado intercambien ideas sobre el papel de la ciencia en las problemáticas de la frontera sur de México, desde una perspectiva transversal y multidisciplinaria. En este caso, personal académico, estudiantes y posdoctorantes de las cinco unidades de ECOSUR (San Cristóbal de Las Casas, Tapachula, Campeche, Chetumal y Villahermosa) reflexionaron acerca de la retribución social a partir de sus investigaciones y experiencias desde el territorio que habitan.

¿Por qué leerlo?

Porque nos lleva a reconocer la importancia de la autorreflexión en el quehacer científico, humanista y tecnológico que busca caminos hacia la construcción conjunta de respuestas ante las realidades en la frontera sur de México. Por eso en este volumen encontraremos experiencias en torno a comunidades rurales, territorios agropecuarios y petroleros y áreas naturales protegidas; hallaremos la revisión de estrategias y herramientas de retribución, incluyendo los medios digitales, y nos acercaremos a términos como apropiación social, vinculación y reciprocidad.

Tres datos relevantes

Se recorre la historia de la retribución social en ECOSUR desde su fundación hasta la actualidad, y la transformación de las formas de relacionarse con las comunidades con las que se trabaja.

El libro debate, propone, critica y aporta nuevos elementos para la comprensión de un concepto relativamente nuevo con el que se apuesta a que las experiencias de investigación, colaboración y formativa de las personas alcancen a la sociedad.

Propone campos de posibilidad que abonan a la emergencia de una incidencia situada, pertinente y vinculante.

¿Cómo hacer para que los saberes sistematizados y organizados por la ciencia puedan ser puestos al servicio de la sociedad y de los ecosistemas para el sostenimiento de la vida planetaria?

Este libro testimonia las múltiples facetas de la retribución e incidencia social desde ECOSUR; experiencias, reflexiones y aprendizajes que condensan un futuro donde academia y sociedad juntas construyen un mundo más justo y sostenible.

Menciones especiales

El libro forma parte de la celebración del 30 aniversario de ECOSUR, en reconocimiento de su historia y trayectoria.

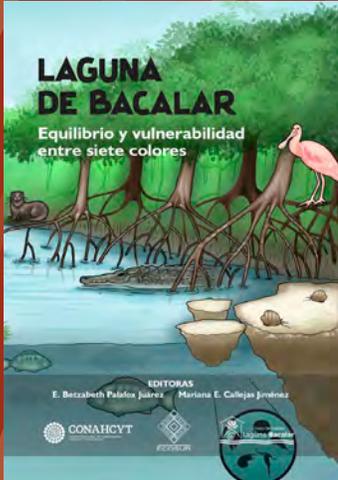
El catálogo Libros ECOSUR ofrece materiales académicos, manuales para el manejo de recursos naturales y guías científicas, además de obras de divulgación y audiolibros, dirigidos a profesionistas, productores, instancias de tomas de decisiones, audiencias con discapacidad visual y público en general.

Encuentra esta y otras novedades editoriales en www.ecosur.mx/libros y www.altexto.mx Y en alrededor de 100 librerías en México. Los libros digitales en versión epub también están disponibles en librerías y tiendas como Amazon, Google Books, Apple Books, Kobo, Barnes & Noble, Gandhi y Gonvill. También existen versiones en acceso abierto desde el repositorio institucional.

Información: libros@ecosur.mx y ochow@ecosur.mx



Novedades editoriales de ECOSUR



Laguna de Bacalar. Equilibrio y vulnerabilidad entre siete colores

Mariana Elvira Callejas Jiménez, Erika Betzabeth Palafox Juárez (editoras)

El libro explora aspectos biológicos, ecológicos y sociales en la Laguna de Bacalar, condensando décadas de estudios realizados en esta área por parte de ECOSUR. Se aborda la riqueza natural y los desafíos ambientales y sociales que enfrenta ese ecosistema, que son consecuencia del desarrollo turístico, la urbanización no planificada, así como de la deforestación y el aporte de nutrientes a la laguna. Se subraya que la belleza y salud de la región son vitales para su desarrollo económico.

“Puedo ser parte del cambio”: personal médico en la lucha por el aborto seguro en Latinoamérica

Suzanne Veldhuis

La obra busca reconocer, documentar y difundir el aporte del personal médico para ampliar el acceso al aborto seguro de las mujeres y otras personas con posibilidad de gestar en Latinoamérica. A través de un viaje de experiencias y aprendizajes en países como Argentina, México, Colombia, Ecuador, El Salvador, Panamá y Perú, podemos ver cómo el personal médico puede influir no solo a través de la atención cotidiana sino también por medio de la incidencia política.



“Reforma” de 2020: desafío pensionario en México

Héctor Javier Sánchez Pérez, Gustavo Leal Fernández



“Reforma” de 2020: desafío pensionario en México

Héctor Javier Sánchez Pérez, Gustavo Leal Fernández

Este libro es una aproximación al sistema pensionario mexicano que resulta de su reforma en 2020 y que coincide con la aparición de la pandemia por covid-19 en el mundo. Los análisis aquí reunidos son de vital importancia para el país por múltiples razones, como la precarización de las pensiones en sí, la enorme deuda que representa para el Estado aportar los recursos para hacerlas efectivas y una cada vez mayor proporción de población que está alcanzando la edad de jubilación en un contexto nacional profundamente complejo.

Foto: Humberto Bahena Basave.



Colecciones científicas: tesoros de la naturaleza. Conversación con Jorge Eduardo Bolaños Citalán

Elena Anajanci Burguete Zúñiga

Resumen: Las colecciones científicas son como bibliotecas de la naturaleza. Almacenan muestras de plantas, animales, minerales y fósiles que se utilizan para estudiar, asombrarnos y comprender mejor nuestro mundo. De esto y más nos platica Jorge Bolaños, académico que se encarga del manejo y mantenimiento de la colección mastozoológica de ECOSUR.

Maayat'aan (maya): Múuch' meyajob yóok'olal ciencia: u ayik'alil yóok'olkaab. Tsikbal yéetel Jorge Eduardo Bolaños Citalán

Kóom ts'íbil meyaj: Le múuch' meyajob yóok'olal científica óoli' beey kúuchilo'ob tu'ux ku li'isa'al áanalte'ob wáaj u bibliotecail u kuxtal ba'ax yaan yóok'olkaab. Ku much'iko'ob éesajilo'ob paak'al, ba'alche'ob, mineralo'ob yéetel úuchben ba'alo'ob kimeno'ob ku jo'osa'al ti' lu'um wáaj fósiles ku k'a'ana'ankunta'al ti'al u xoka'al, ti'al u ja'ak'al k'ool bey xan ti'al k'utsil na'atik yóok'olkaab. Lela' yéetel ya'ab u jeel ba'alo'ob ku tsikbatik Jorge Bolaños, ajka'ansaj meyajtik yéetel kanántik u múuch' meyajilo'ob yóok'olal mastozoológica yaan ECOSUR, tu'ux yaan u ch'i'ibal ba'alche'ob ku chu'ucho'ob.

Bats'i k'op (tsotsil): Stsobel bijil vunetik: matanal yu'un osil banamil. Ta slo'il ya'yej Jorge Eduardo Bolaños Citalán

Ya'yejal vun ta cha'oxbel k'op: Ti stsobel bijil vunetike xko'olaj k'ucha'al nail vunetik yu'un osil banamil. Ja' te stak' stael ta yojtikinel vomol a'maletik, chonbolometik, ton baxetik xchi'uk k'usitik yantik ta xich'an tunesel ta xchanel yo' jech jtatik lek ta ojtikinel k'u x-elán yelanil ti jlumal kosilaltike. Ja' jech ta slo'iltabotik xchi'uk k'usitik yan ya'yej ti Jorge Bolaños, jchanubtasvanej ti ja' sbainoj sk'e'el yabtelanel jun abtelal sventa chonbolometik ta ECOSUR.



Foto: Laura Rubio Delgado.

Las colecciones biológicas son un conjunto de organismos o partes de estos que se preservan siguiendo estándares de curaduría para permitir la identificación taxonómica de sus ejemplares. Su importancia radica en que son repositorios de información sobre la biodiversidad, resguardan los secretos del mundo natural y de la memoria de los ecosistemas, además de que forman parte del patrimonio de un país o región. En esta entrevista, abordamos el tema con Jorge Eduardo Bolaños Citalán, académico del Departamento de Conservación de la Biodiversidad de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).*

* Extracto de la entrevista transmitida en octubre de 2024 en "Voces de la ciencia desde el sur mexicano", <https://open.spotify.com/episode/1BHFY1eqjiRdOCvpYXAwpu>

¿Qué es una colección científica?

A grandes rasgos, es un banco y acervo de información que, en términos biológicos, resguarda organismos bióticos como animales o vegetales, los cuales se conservan, catalogan y administran con el fin de validar y generar conocimiento científico. Son fundamentales por sus dos grandes aportaciones: conocimiento científico, y conocimiento educativo y de difusión. Para el primer caso, se proporciona información muy puntual y básica sobre estudios de sistemática, ecología, zoología, anatomía, fisiología, etología, filogenia y de evolución, entre otros. Por ejemplo, si hablamos de filogenia, podemos determinar si una especie de ratón del sureste de México es diferente o estrechamente emparentada con otra del centro o norte del país, para lo cual se recurre a otras colecciones a fin de obtener datos morfológicos, muestras de tejido o medidas de los ejemplares depositados en ellas, y así son posibles las comparaciones para llegar a una conclusión. En este sentido, todas las colecciones científicas son un reservorio genético y un patrimonio que resguarda la diversidad biológica de México y del mundo.

En cuanto a lo educativo, ayudan a la generación de conocimiento científico, pero también a la formación y docencia de nuevos biólogos. Con una colección se puede aprender a identificar una especie u obtener información sobre muchos detalles, como la estructura y forma de los dientes o la morfología del cráneo, por dar algunos casos.

También son importantes las tareas de difusión. Utilizando una colección científica logramos acercar un determinado conocimiento a la población que no es especialista en estudios biológicos: niños y adultos pueden enriquecer su comprensión sobre el patrimonio biológico de México. Por decir algo, con los ejemplares en resguardo les podemos explicar que musarañas y roedores son especies completamente distin-



Foto: Jorge Bolaños.

tas, aunque a primera vista se parezcan. Con estas estrategias también es posible contribuir a eliminar los mitos que existen en contra de algunos animales, como los murciélagos.

¿Cuántas colecciones biológicas existen en México?

Hay 747 colecciones científicas registradas ante la SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), y ECOSUR cuenta con 31 colecciones ubicadas en cuatro unidades: 17 en Chetumal, 7 en San Cristóbal, 6 en Tapachula y 1 en Villahermosa. Son de contenido muy diverso: desde hongos, plantas, insectos, abejas, reptiles y peces, hasta la que nos corresponde, que es la de mamíferos.

Platicanos acerca de la colección de mamíferos.

En México hay más de 34 colecciones mastozoológicas, y la de ECOSUR es la más importante en el sureste, por su representatividad taxonómica y geográfica. Además, tenemos un importante patrimonio conformado por el banco de tejidos de algunos ejemplares. Es de perfil regional y su acervo es de unos 10,500 ejemplares, de los cuales más del 80% se han registrado y recolectado en esta región: Chiapas, Tabasco, Campeche, Quintana Roo, Yucatán y una parte en Veracruz. El 20% restante corresponde a ejemplares que provienen de intercambios con instituciones de otras entidades del país. La colección ha sido acreditada por la American Society of Mammalogists (ASM), lo que confirma que cumple con estándares y requisitos curatoriales de calidad; en nuestro país solo cuatro colecciones cumplen con este reconocimiento.

¿Cuáles son esos requisitos?

Tiene que ser una colección de calidad en la que todos los acervos estén bien identificados, las etiquetas sean funcionales y los ejemplares se encuentren bien preservados. También se deben manejar estándares de humedad y temperatura, y protocolos de acceso y consulta.

¿Qué formación se necesita para el manejo de colecciones?

Las personas que manejan este tipo de colecciones deben ser, en general, biólogos con experiencia o especialización en el área. Para el caso de los mamíferos, conviene ser especialistas en sistemática y taxonomía, aunque con el tiempo uno se va especializando cada vez más, y aprendemos a detectar los detalles más finos que a veces el biólogo de reciente formación no percibe.

La colección mastozoológica se inició en 1982. ¿Cómo se ha adaptado a las nuevas tecnologías?

En el acervo hay 10,500 piezas, entre cráneos, pieles, esqueleto y ejemplares en piel curtida y en alcohol, todos con sus respectivas etiquetas que anteriormente se elaboraban a mano, una forma de trabajo que derivaba en falta de uniformidad en la escritura y algunos elementos; ahora se hacen digitalmente, y en el futuro las vamos a generar con código de barras. Es decir, ya no habrá información escrita, sino un código que, escaneándolo, nos remitirá a un inventario digital con todos los datos: cuántos ejemplares de la especie están depositados en la colección, cuántos machos, cuántas hembras, características, etcétera.

Antes se guardaban los tejidos o los ejemplares solo en alcohol y se colocaban en repisas, ahora contamos con refrigeradores especializados en los que se preservan los tejidos. Para algunos casos, se utilizan ultracongeladores, humidificadores, extractores de olor, reactivos o químicos para conservar los tejidos de forma que el RNA (ácido ribonucleico) o el ADN (ácido desoxirribonucleico) no se degrade y siga siendo útil para estudios moleculares.



Foto: Archivo ECOSUR.





Foto: Jesús Carmona.

Otro ejemplo es que las trampas para salir a campo antes eran muy pesadas y ahora se han vuelto ligeras. También existen nuevas tecnologías para trabajar con mamíferos: cámaras-trampa para el registro de ejemplares, detectores ultrasónicos de murciélagos, cámaras térmicas y de visión nocturna, entre otras. Un cambio muy importante es el que se ha dado a nivel molecular para el estudio de los mamíferos. Gracias a las herramientas computacionales y técnicas moleculares mucho más robustas y cada vez más diversificadas o especializadas se han descrito nuevas especies, lo cual no se podría hacer si no existiera una colección científica.

Las recolectas científicas en México comenzaron entre finales del siglo XIX y principios del XX, y a muchas se les depositó en museos mexicanos y extranjeros. Con los nuevos estudios moleculares se han descubierto y descrito nuevas especies de plantas y animales, que habían mantenido oculta su verdadera identidad. Desde esta colección de ECOSUR, la doctora Consuelo Lorenzo, su curadora, describió una nueva especie de roedor para México: *Peromyscus carolpattonae*, a partir de estudios

hechos en la Sierra Madre de Chiapas y parte de Guatemala con otra especie que vive a alturas de entre 1,500 y 2,000 metros. A simple vista los ratones parecían iguales con ligeros cambios en color y tamaño, pero mediante la morfología geométrica (o análisis de cráneos), metodologías especializadas y estudios de sistemática molecular, resultó que ciertas poblaciones de Guatemala que se conocían como *Peromyscus guatemalensis*, son completamente distintas de las poblaciones que existen en Chiapas. Gracias a este descubrimiento disponemos de un ejemplar tipo en la Colección Mastozoológica de ECOSUR (primer ejemplar en el cual se basa la descripción de una nueva especie) el cual es muy valioso: *Peromyscus carolpattonae*.

¿A qué retos te has enfrentado?

Uno de los principales y que por ahora plantea más problemas se da en el exterior; me refiero a la inseguridad que se vive a nivel estatal y nacional en México. Hay localidades que ya son inaccesibles para realizar estudios.

En el ámbito personal, como biólogo, hay especies de mamíferos que presentan todo un reto para su identificación. En algunos casos hemos invertido muchos días y noches para conseguir un ejemplar de una especie y a veces lo logramos, como ocurrió con una especie de ratón descrita a finales de 1896 en la sierra del municipio de Motozintla, Chiapas. Fuimos varias veces a buscar la especie, estuvimos casi seis noches padeciendo frío y hambre, evitando caernos durante la colocación de las trampas porque es un lugar muy inclinado. Por suerte, al final conseguimos obtener un ejemplar, ¿después de que tenía poco más de 100 años de no haberse visto!

¿Cuál es el futuro de las colecciones biológicas?

Al paso que vamos con la pérdida de biodiversidad en México, llegará el momento en que las colecciones biológicas sean el único referente para especies extintas. En esto radica su importancia: son reservorios de la diversidad genética. Por fortuna, la sociedad muestra mayor interés en el tema de la biodiversidad, y se multiplican los estudios para desentrañar los misterios que existen alrededor de algunas especies, desde el tamaño y color hasta qué pasa a lo largo de su distribución. Veo un futuro promisorio para las colecciones biológicas, en especial para la mastozoológica de ECOSUR.

Elena Anajanci Burguete Zúñiga es integrante del área de Comunicación Social y Divulgación de la Ciencia en El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal (San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México) | eaburguete@ecosur.mx

CRITERIOS EDITORIALES DE ECOFRONTERAS

Las personas interesadas en escribir para esta revista deben proponer artículos inéditos, que aborden temas de pertinencia social relacionados con salud, dinámicas poblacionales, procesos culturales, conservación de la biodiversidad, agricultura, manejo de recursos naturales y otros rubros vinculados a contextos de la frontera sur de México y orientados a la sustentabilidad. Si el contexto es otra zona geográfica, tiene que tratarse de manera comparativa o con alguna liga a la frontera sur. No se aceptarán reportes de investigación ni informes de trabajo. Cada texto estará a cargo de una a tres personas coautoras (cuatro en casos justificados); en cuanto a la figura de asesoría temática, se reconoce un máximo de tres integrantes.

Aunque no se propicia la recepción de otros géneros, estos no se descartan: reportajes, crónicas, ensayos, reseñas o algún otro pertinente. Los textos deben tener lenguaje y tratamiento de divulgación para resultar atractivos, ágiles y claros para públicos no especializados y de ámbitos diversos, procurando que la audiencia reconozca algún aporte o conexión de los temas con su vida cotidiana.

ESTILO

Las temáticas deben plantearse de manera atractiva para nuestras lectoras y lectores, personas de ámbitos muy diversos, por lo que es necesario considerar el nivel de información que se va a utilizar.

El lenguaje tiene que ser ágil, claro y de fácil comprensión para públicos no especializados, así que los términos técnicos se explicarán con sencillez.

El tratamiento debe ser de divulgación, no académico. Pueden contarse anécdotas personales, usar metáforas o analogías y cualquier recurso estilístico que acerque al público. Conviene que autoras y autores se planteen lo siguiente: "Si yo no fuera especialista en este tema, ¿por qué me interesaría leer un artículo al respecto?".

Para una mejor asimilación del contenido, es pertinente narrar los procesos que llevaron a los resultados o reflexiones que se plantean.

El título debe ser sugestivo y conciso para llamar la atención.

El primer párrafo es muy importante para que las personas sigan leyendo: una entrada interesante, que en lo posible haga referencia a vivencias o a cuestiones que los lectores puedan reconocer.

Las citas bibliográficas deben ser las estrictamente necesarias; en lo posible, deben incorporarse al texto, por ejemplo: El sociólogo alemán Nicolás Krauskopf, en un estudio realizado en 2010, asegura que...

Al final del manuscrito se debe incorporar una bibliografía de tres referencias relevantes al texto, aunque no necesariamente deben haberse citado.

Las unidades de medida deben usarse, en lo posible, sin abreviaturas: 15 centímetros.

El signo de porcentaje (%) se anotará junto a la cifra, sin espacio: 88%.

Se redondearán cifras en caso de que faciliten la comprensión del texto.

Se utilizarán números con letra y cifras de forma alternada, buscando la facilidad de lectura y comprensión: Mil ejemplares, 8 millones de habitantes.

Las principales referencias para gramática y ortografía son la Real Academia Española y la Fundación del Español Urgente. Se adoptarán las novedades de la *Ortografía de la lengua española*, edición 2010.

La extensión del artículo debe ser de entre cuatro y cinco cuartillas, escritas a espacio y medio (1.5) en tipo Arial 12 (aproximadamente 9,500 caracteres con espacios incluidos). No utilizar sangrías, tabuladores ni dar ningún tipo de formato al manuscrito: no justificar la mancha del texto, no centrar títulos ni subtítulos, no aumentar los espacios entre párrafos.

Si se incluyen gráficas o figuras, deben servir para clarificar el contenido; si son de mayor especialización, es preferible omitirlas. Deben anexarse en archivo independiente, con buena resolución, textos en español e indicando la fuente.

Procurar dividir el texto con subtítulos.

Pueden incluirse recuadros que expliquen aspectos técnicos o complementarios.

Se debe brindar material fotográfico si se cuenta con él. Entregarlo en archivo aparte, de preferencia en formato JPEG con resolución de 300 dpi, con el debido crédito autoral.

Añadir una nota con información de todas las personas autoras, cada una en un párrafo independiente y con estos datos: categoría académica o puesto; institución de adscripción en primer nivel, junto con la unidad o sede regional de ser el caso; ciudad, estado si es en México y país; correo electrónico; ORCID, en caso de contar con él. Si hay estudiantes en las autorías, incluir el nombre de su programa. Preferir el siguiente acomodo para los datos:

Angela Rodríguez Magallanes es investigadora de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Villahermosa (Villahermosa, Tabasco, México) | arodriguezmag@ecosur.mx | <https://orcid.org/0000-0001-2345-6789>

Francisco Neptalí Morales Serna es estudiante del Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable, El Colegio de la Frontera Sur (San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México) | neptali@ola.icmyl.unam.mx | <https://orcid.org/0000-0009-8765-4321>

Incluir de tres a cinco "palabras clave". No deben formarse por más de tres términos. Ejemplo válido: recursos naturales; frontera sur. Ejemplo no válido: recursos naturales de la frontera sur.

PROCESO GENERAL

Pedimos a las personas colaboradoras que envíen su manuscrito a la cuenta articulos.ecofronteras@ecosur.mx. Se les dará acuse de recibido y el texto iniciará el proceso de evaluación.

Las colaboraciones aceptadas se programan en alguno de los siguientes números; *no hay compromiso de publicación inmediata*. El equipo editorial se encarga de la revisión y corrección de estilo, y solicita a los responsables los cambios necesarios, complementos de información y visto bueno a la versión final en procesador de textos. Posteriormente sigue la fase de diseño, diagramación y última corrección. Se requiere una carta de responsabilidad, declaración de originalidad y cesión de derechos para fines de divulgación.

La distribución de la revista es gratuita. Se pueden solicitar ejemplares: ecofronteras@ecosur.mx.



El Colegio de la Frontera Sur es un centro público de investigación científica, que busca contribuir al desarrollo sustentable de la frontera sur de México, Centroamérica y el Caribe a través de la generación de conocimientos, la formación de recursos humanos y la vinculación desde las ciencias sociales y naturales.

Unidad Campeche
Av. Rancho Polígono 2-A
Ciudad Industrial Lerma · CP 24500
Campeche, Campeche · Tel. 981 127 3720

Unidad Chetumal
Av. Centenario km 5.5 · CP 77014
Chetumal, Quintana Roo · Tel. 983 835 0440

Unidad San Cristóbal
Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n
Barrio de María Auxiliadora · CP 29290
San Cristóbal de Las Casas, Chiapas · Tel. 967 674 9000

Unidad Tapachula
Carretera Antiguo Aeropuerto km 2.5 · CP 30700
Tapachula, Chiapas · Tel. 962 628 9800

Unidad Villahermosa
Carretera Villahermosa-Reforma km 15.5
Ranchería El Guineo, 2a. Sección · CP 86280
Villahermosa, Tabasco · Tel. 993 313 6110

Oficina de enlace
Parque Científico y Tecnológico de Yucatán PCTY, Tablaje Catastral
31257. km 5.5 Carretera Sierra Papacal-Chuburná · CP 97302
Mérida Yucatán · Tel. 999 406 0048

www.ecosur.mx

