

CANTERA



Revista de divulgación científica
del Instituto de Ciencias Biológicas
de la UNICACH | Año 5 |
| NÚMERO 2 | DICIEMBRE 2024



*Valerija
Viktorovna*

Presentación

Divulgar es publicar, extender, poner al alcance del público algo. CANTERA es un medio de comunicación del Instituto de Ciencias Biológicas que pretende trascender los muros universitarios y socializar el conocimiento, aquel que se aprende y genera dentro de las aulas, los laboratorios, las selvas y los bosques o el que proviene de los saberes tradicionales, que son parte del quehacer diario de la biología. CANTERA tiene como tentativa transmitir el conocimiento como a uno mismo le hubiera gustado que le contaran las cosas.

Para este número CANTERA integra once colaboraciones, seis notas son de contribución libre y representan el mosaico biológico, en la primera de ellas se relata la relevancia del Popoyote de San Cristóbal un pez de la región chiapaneca en peligro de extinción; en la segunda se cuenta cómo el fruto de una amistad de millones de años entre higos y avispas sostiene a una basta comunidad de bichos. Estudiar la composición de los tejidos de los organismos es vital para entender la naturaleza, la tercera nota nos muestra la importancia de observar la biología con ojos microscópicos. *Escherichia coli* es una bacteria bien conocida, no siempre es nociva y el siguiente escrito señala cuando sí y cuando no. En temporada navideña prolifera el llamado "síndrome del corazón festivo" de sus circunstancias y efectos es el tema de la nota cinco. En la última contribución se relata un problema emergente ambiental, la generación de los microplásticos.

En las secciones invitadas y permanentes podrás leer en el *Día a día en el ZooMAT* la historia del personaje que dio origen al Museo Zoológico "César Domínguez Flores". En *Cuéntanos tu tesis*, en esta ocasión con "Selva Lacandona: Una mirada desde los Peces" se reseña la tesis de Licenciatura pionera en el estudio de peces de la selva que a su vez marcó el camino de un connotado investigador del Instituto. En *Amasijo de arte y ciencia* se publican dos relatos "Maquinita" y "Al rescate del caballito de sombra azul" donde los protagonistas, peloteros y caballitos, son insectos bien conocidos pero mal comprendidos. Cerramos con la sección de fotografía, esta vez con un carismático pez "El Popoyote del Grijalva" pariente cercano del "Popoyote de San Cristóbal"

Esperamos que este noveno número (año 5 número 2) tenga la misma o una mejor recepción que los números anteriores.

Buena lectura
 Comité Editorial

Portada y contraportada



Las imágenes representan el lento viaje para cosechar una pelota de estiércol, obrada por un empedernido escarabajo. Este proceso, aunque desagradable para nosotros, concede un nutritivo fertilizante para el suelo, y cumple un ciclo vital para el mundo terrestre. Tras una aventura llena de obstáculos y enfrentamiento, el escarabajo pelotero crea su hogar subterráneo, que albergará pronto una nueva vida que continuará su labor de viajero, alimentando la tierra.

Esta serie de ilustraciones fueron realizadas combinando técnicas de óleo pastel sobre acuarela, y acompañan al texto "Maquinita" de Francisco Xavier Aguilar Meza.

Autor: Valeria Victoria Pérez
 (artista visual).





Contenido

Revista de divulgación científica del Instituto de Ciencias Biológicas

El Popoyote de San Cristóbal,

un pez chiapaneco en peligro de extinción

Didier Casanova Hernández
Carlos Daniel Pinacho Pinacho
Jesús Alejandro Zamora Briseño
Ernesto Velázquez Velázquez

La comunidad del higo: el fruto de una invasión solidaria

Sathya Lakshmi Álvarez Jaramillo

Ventajas y retos de la histología en las ciencias biológicas

Daniel Monter Tolentino
Guadalupe Soto Rodríguez
María de Jesús Rovirosa Hernández
Paola Belem Pensado Guevara
Daniel Hernández Baltazar

Escherichia coli:

Un miembro del microbiota intestinal

María del Carmen Girón Pérez
Ruth Ana María González Villoria
Rosa del Carmen Rocha Gracia

Síndrome del corazón festivo:

Un viaje de la fiesta al hospital

Cruz García Pacheco
María del Carmen Girón Pérez

Microplásticos: una amenaza silenciosa para la vida

Luz Ivonne Pérez Gómez
Miguel Ángel Peralta Meixueiro

Día a día en el ZooMAT

El Museo Zoológico “César Domínguez Flores”

Barbarella Álvarez Pérez
Paola Liévano Oropeza

Cuéntanos tu tesis

Selva Lacandona: Una mirada desde los peces

Ernesto Velázquez Velázquez

Amasijo de arte y ciencia

Maquinita

Francisco Xavier Aguilar Meza

Amasijo de arte y ciencia

Al rescate del caballito de sombra azul

Juan Antonio López-Díaz y Ariane Dor

Fotografía e Ilustración

El Popoyote del Grijalva

Sergio de Jesús Siliceo Abarca

CANTERA, Año 5 , número 2, agosto-diciembre de 2024, es una publicación semestral editada por el **Instituto de Ciencias Biológicas de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH**. Libramiento norte poniente 1150, Col. Lajas Maciel; Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; Tel.: 961 617 0400, www.unicach.mx, cantera.biologia@unicach.mx. Editores responsables: Iván de la Cruz Chacón, Claudia Azucena Durán Ruiz. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título: 04-2023-070413145300 otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. ISSN electrónico: en trámite.

El contenido de los artículos es responsabilidad de los autores y no refleja el punto de vista de los editores ni de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos aquí publicados siempre y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación. Todo el contenido intelectual que se encuentra en la presente publicación periódica se licencia al público consumidor bajo la figura de **Creative Commons**. Esta obra se distribuye bajo una Licencia **Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir**





El Popoyote de San Cristóbal, un pez chiapaneco en peligro de extinción

DIDIER CASANOVA-HERNÁNDEZ, CARLOS DANIEL PINACHO-PINACHO, JESUS ALEJANDRO ZAMORA-BRISEÑO,
ERNESTO VELÁZQUEZ-VELÁZQUEZ.

Entre los riesgos del Popoyote se encuentran la introducción de especies exóticas invasoras, como la carpa común, la lobina negra, la trucha arcoíris, la rana toro, entre otras especies.

El Popoyote de San Cristóbal es un pez **endémico** del estado de Chiapas de nombre científico *Tlaloc hildebrandi*, al que también se le conoce como escamudo de San Cristóbal, sardinilla de Chiapas o pez cachorrito de San Cristóbal. Esta especie fue descrita o descubierta por primera vez por el científico estadounidense Robert Rush Miller en 1950, con ejemplares provenientes de la laguna de María Eugenia, en San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México (Figura 1). Perteneció a la familia Profundulidae conformada por solo dos géneros *Profundulus* y *Tlaloc*; en este último se incluyen tres especies: *Tlaloc labialis*, *Tlaloc portillorum*

y *Tlaloc hildebrandi*. Los Popoyotes son pequeños (Figura 2), generalmente entre 7 y 10 cm de longitud, aunque se han encontrado peces hembras de hasta 13 cm de longitud y machos de 12.5 cm.

El Popoyote de San Cristóbal es una especie amenazada e incluida en la Norma Oficial Mexicana (059-SEMARNAT-2010) como en "Peligro de Extinción"; también está catalogada en el Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como una amenazada de extinción. Entre los riesgos del Popoyote se encuentran la introducción de especies exóticas invasoras, como la carpa común, la lobina negra, la trucha

Figura 2.

Fotografía del Popoyote de San Cristóbal (*Tlaloc hildebrandi*) del Humedal de Montaña "La Kist", San Cristóbal de las Casas, Chiapas.



arcoíris, la rana toro, entre otras especies. Algunas de estas especies impactan negativamente en las poblaciones del popoyote: la carpa común le transmite parásitos; la lobina negra, la trucha arcoíris y la rana toro depredan a los popoyotes juveniles. Otros de los factores es la contaminación de los ríos y manantiales; la fragmentación del hábitat y la pérdida de más del 70% de los humedales de montaña. Es de llamar la atención la presencia de un parásito exótico invasor; se trata de la Tenia de las Carpas, una solitaria conocida con el nombre científico de *Schyzocotyle acheilognathi*; esta tenia asiática es una amenaza seria para las poblaciones de *T. hildebrandi*, pues se ha reportado alta frecuencia de este parásito durante todo el año, cercanas incluso al 50%, provocando la muerte de los popoyotes, especialmente en su etapa juvenil.



El Popoyote como controlador biológico natural.

Tlaloc hildebrandi es un pez que se alimenta principalmente de las larvas de zancudos, por lo que ayuda a controlar las poblaciones de estos insectos que son transmisores de enfermedades como paludismo, dengue, zika o chikungunya, que han aumentado sus incidencias en la región con el inminente incremento de las temperaturas locales, derivado del cambio climático global.

Los humedales de montaña (palustres tipo ciénegas), que se localizan en la región de los Altos de Chiapas, son el hábitat predominante del Popoyote de San Cristóbal. En esta región se localiza la cuenca del río Fogótico, que originalmente fue una cuenca cerrada (endorreica), era el hábitat original del Popoyote; sin embargo, gran parte de los humedales han sido profundamente modificados y

los cuerpos de agua contaminados, lo que ha ocasionado casi la desaparición del Popoyote de estos ambientes. Aunque su distribución original incluía los arroyos y manantiales del Valle de Jovel, en el municipio de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, muestreos recientes realizados por investigadores del ECOSUR y de la UNICACH, en varios puntos de su distribución natural dentro de la cuenca del río Fogótico, confirman la dramática reducción de sus poblaciones, por lo que su desaparición local es casi inminente.

Una luz de esperanza para la conservación del Popoyote.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) publicó en el *Diario Oficial de la Federación* del 1 de abril de 2022 el acuerdo mediante el cual se establece el Hábitat Crítico para la con-

Figura 1. Laguna de María Eugenia, San Cristóbal de las Casas, Chiapas. Fotografía de Elda Kramski.

servación de la vida silvestre en los Humedales de Montaña “La Kisst” y “María Eugenia”, en el municipio de San Cristóbal de las Casas, en Chiapas, México. El hábitat crítico se compone por el sitio Ramsar número 1787 Humedales de Montaña “La Kisst” y el sitio Ramsar número 2045 Humedales de Montaña “María Eugenia”; además, ambas zonas forman parte del complejo de Áreas Naturales Protegidas (Zona Sujeta a Conservación Ecológica) decretadas por el Gobierno del Estado de Chiapas. Recientemente (8 de enero de 2024), el *Diario Oficial de la Federación* expidió el decreto mediante el cual se declara Área Natural Protegida, con la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna, el sitio Humedales de Montaña La Kisst y María Eugenia, las cuales son el hábitat del único pez nativo y endémico que vive en estos ambientes, el Popoyote de San Cristóbal. Con estos mecanismos de protección, SEMARNAT y CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) buscan asegurar la conservación, no sólo del Popoyote, sino también de las especies de flora y fauna silvestre que habitan en estos ecosistemas únicos en Chiapas.

En este sentido, en el Museo de Zoología “José Álvarez del Villar” de la Universidad de Ciencias y Arte de Chiapas, desde hace poco más de dos décadas, se han llevado a cabo investigaciones enfocadas a entender aspectos de la biología, ecología y conservación de esta especie, única en Chiapas. Actualmente, en colaboración con investigadores del Instituto de Ecología, A.C., estamos aplicando las herramientas más avanzadas a nuestro alcance para descifrar los secretos que guardan algunos de los parásitos más importantes para esta especie, tratando de generar un punto de partida para proponer opciones de control de dichos patógenos,



que nos permitan ayudar en la conservación del Popoyote de San Cristóbal.

G L O S A R I O

Libro rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN):

Organización internacional que tiene por objetivo conservar la integridad y biodiversidad para hacer frente a las amenazas de extinción de las especies; y asegurar el uso sostenible de los recursos naturales.

Especie exótica invasora: Son especies o poblaciones que han sido capaces de adaptarse, reproducirse y colonizar nuevos hábitats distintos a su lugar de origen natural, compitiendo, desplazando o depredando a las especies nativas.

Parásito exótico invasor: Parásito introducido con una especie exótica que es capaz de infectar a nuevos hospederos distintos a su hospedero natural, donde se reproducen y se dispersan en nuevos ambientes.

D E L O S A U T O R E S

M.C. Didier Casanova Hernández¹

didier.ibt@hotmail.com

Dr. Carlos Daniel Pinacho Pinacho²

carlos.pinacho@inecol.mx

Dr. Jesús Alejandro Zamora Briseño²

alejandro.zamora@inecol.mx

Dr. Ernesto Velázquez-Velázquez³

ernesto.velazquez@unicach.mx

¹ Programa de Doctorado en Ciencias en Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas Tropicales. Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Libramiento Norte Poniente 1150. C.P. 29039, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

² Red de Estudios Moleculares Avanzados, Instituto de Ecología A. C., Carretera Antigua a Coatepec 351, El Haya, 91073 Xalapa, Veracruz, México.

³ Museo de Zoología, Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Libramiento Norte Poniente No. 1150, Colonia Lajas Maciel, C.P. 29039. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.



La comunidad del higo: el fruto de una invasión solidaria

SATHYA LAKSHMI ÁLVAREZ JARAMILLO

Similar a dos almas gemelas que no pueden imaginar su existencia separadas, hay relaciones entre plantas y animales, condicionadas a coexistir para sobrevivir. El origen de estas relaciones nace de la búsqueda de un beneficio, a veces a costa de un mal para la planta, como en el parasitismo, y en ocasiones benéficas para ambas partes, como en la polinización de las flores y en la dispersión de las semillas tras el consumo del néctar y de los frutos, respectivamente.

Las relaciones que se mantienen vigentes por miles de años deben su éxito a la **evolución** que las moldeó para persistir; esto sucede cuando un animal se asocia de manera selectiva con un pequeño grupo de plantas o con una sola especie, entonces tanto el animal como la planta adquieren adaptaciones tan particulares que comprometen su exclusividad para siempre. Este fenómeno es el resultado de la evolución conjunta de ambos organismos (coevolución) [1], y puede ejemplificarse en la historia de las avispas de los higos.

Hace aproximadamente 90 millones de años, durante el Cretácico Tardío, surgió la interacción entre un género ancestral de avispas y un antepasado de las plantas conocidas como higueras [2]. La evolución a través de los años siguientes provocó cambios que dieron origen a nuevas especies entre los individuos de ambos grupos, diversificándose a tal grado que hoy existen cerca de 362 avispas de 20 géneros formando la familia de las agaónidas (Agaonidae), y al mismo tiempo, una variedad de 755 especies de árboles conocidas como higueras agrupadas en el género *Ficus*, generalmente presentes en regiones tropicales. Cada especie de *Ficus* suele tener una o más especies de avispa agaónida asociadas, aunque en algunos casos, una sola especie de agaónida puede polinizar varias higueras [3,4,5].

Las higueras poseen la extraordinaria peculiaridad de producir flores y frutos al interior de una misma estructura llamada sícono, la cual es conocida como el “fruto del higo”; al interior del sícono hay muchas flores agrupadas que cuando se polinizan dan origen

a varios pequeños frutos juntos. (Figura 1). Sólo las avispas agaónidas pueden polinizar al sícono y sólo las flores del sícono pueden engendrar a la progenie de las avispas [3].

En la mitad de las especies de las higueras, las flores masculinas y femeninas se hallan dentro del mismo sícono. Cuando las flores femeninas están listas para ser fecundadas, esta estructura da la bienvenida a las avispas polinizadoras a través de una abertura que se ubica en la parte superior denominada ostiolo (Figura 2), que para facilitar la entrada alcanza su mayor apertura y desprende la esencia de las flores femeninas, cuya fragancia particular a cada especie de higuera es detectada hasta 10 km de distancia por los receptores olfatorios de las antenas de las agaónidas, llamándolas de este modo hacia la higuera que les corresponde [6].

La entrada al sícono es un tortuoso umbral que sólo el cuerpo aplanado de las hembras agaónidas puede cruzar. Impulsadas a través de las escamas que rodean el ostiolo (brácteas), las avispas se anclan al camino sujetándose con “dientes” que conforman sus mandíbulas y con “ganchos” que portan en sus patas. Este arduo proceso mutila alas, antenas y parte de las extremidades, incapacitando a la mayoría de volver al exterior. Una vez dentro del sícono, el polen transportado por las agaónidas entra a las flores femeninas por el estigma, y un conducto llamado estilo lo dirige hacia el ovario donde se desarrollan las semillas. Las flores de los higos poseen estilos largos (longistiladas) y cortos (brevistiladas) (Figura 3). Debido a que el **ovipositor** de las avispas (Figura 4) generalmente sólo alcanza los ovarios de las flores brevistiladas, allí es donde se alberga su progenie, formando **agallas** que alimentan a las larvas por alrededor de un mes; mientras que las flores de estilo largo, fertilizadas con el polen y libres de avispas, desarrollan las semillas del higo [3,7]. Los arreglos florales de los síconos varían según la especie, reflejándose en la cantidad de semillas y de agaónidas que producen [8].

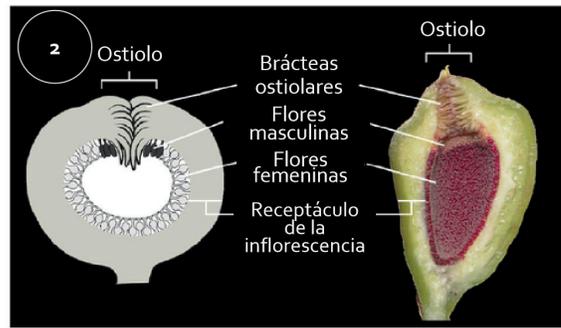


Figura 1. Siconos o higos de *Ficus citrifolia*. (c) Bruce Holst. <https://mexico.inaturalist.org/photos/60717168>

Figura 2. Morfología del sicono. Tomado de Souza et al., 2015. doi:10.3732/ajb.1500279.

Ostiolo: Apertura apical.
Brácteas osteolares: escamas alrededor del ostiolo.

Flores estaminadas: flores con estambres (órganos masculinos productores de polen).

Flores pistiladas: flores con pistilo (estructuras femeninas).

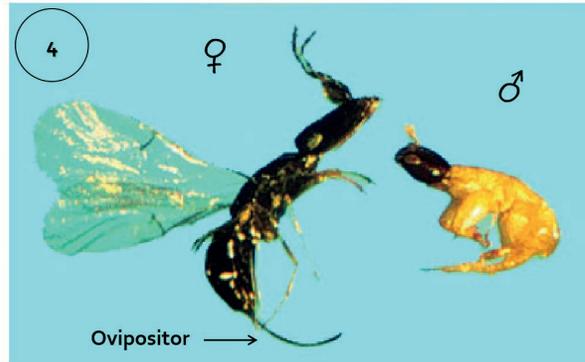
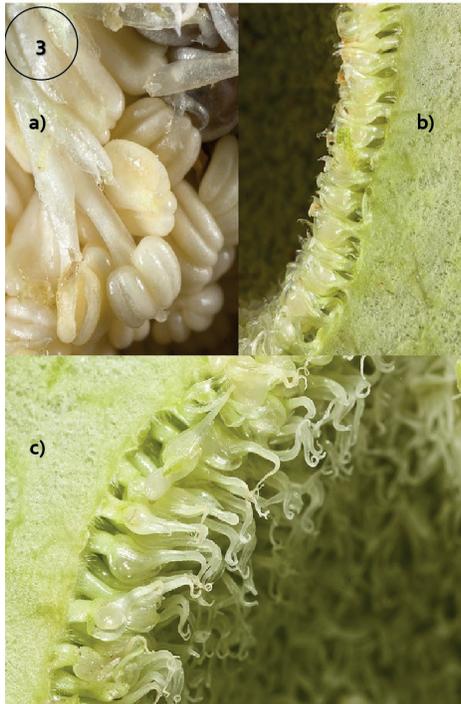
Receptáculo de la inflorescencia: sitio donde se insertan las flores. https://www.researchgate.net/publication/282345524_Diversity_of_fig_glands_is_associated_with_nursery_mutualism_in_fig_trees

Figura 3. Flores del sicono. A) Flores estaminadas (o masculinas). B) Flores pistiladas (o femeninas) brevistiladas. C) Flores pistiladas (o femeninas) longistiladas. (c) Manuel Bernal.

<https://www.asafona.es/revista/index4f1b.html?p=3100>

Figura 4. Hembra y macho de *Blastophaga psenes* (c) W. P. Armstrong. <https://www.waynesword.net/BananaFig.htm>

Figura 5. *Blastophaga psenes* emergiendo. A) Hembra. B) Macho. (c) Manuel Bernal. <https://www.asafona.es/revista/index4f1b.html?p=3100>

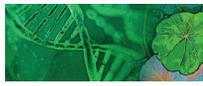


Las higueras poseen la extraordinaria peculiaridad de producir flores y frutos al interior de una misma estructura llamada sicono; la cual es conocida como el “fruto del higo”.

Una vez que las flores son polinizadas, el sicono deja de recibir avispa, permitiendo que las larvas de las agaónidas se desarrollen y que las semillas del higo comiencen a madurar. Las flores masculinas, que son más pequeñas y menos numerosas, completan su maduración al mismo tiempo que las larvas agaónidas se convierten en avispa polinizadoras. Los machos agaónidos son los primeros en emerger de las flores, están ciegos, carentes de alas y mucho más pequeños que las hembras (Figura 5). Su misión es arrastrarse en busca de las flores donde las hembras reposan, y una vez encontradas, se aparean con ellas a través de una apertura en la flor, repitiendo el proceso con la cantidad de hembras posibles [3].

Algunas especies de agaónidas tienen estructuras similares a “bolsas” en las que almacenan polen en el tórax y en sus patas delanteras, al salir de sus flores, las hembras se dedican a guardar en ellas el polen para transportarlo al próximo sicono, llevando a cabo una polinización activa; por otro lado, las avispa que no poseen bolsas de polen únicamente transportan el que se adhiere a sus cuerpos, ésta es una polinización pasiva. Las hembras apareadas, una vez cargadas de polen, salen en busca del próximo sicono receptivo, a través de un túnel cavado por los machos, los cuales mueren ahí mismo [2, 3].

Alrededor de una semana después, el sicono finaliza su maduración y alimenta a diversos animales



que intervienen en la dispersión de las semillas, tales como monos aulladores, monos araña, murciélagos frugívoros, tlacuaches, ardillas, puerco espines, guaqueques, cacomixtles, martuchas, tucanes, trogones, iguanas y muchos más. El dulce higo también es un deleite para los humanos [3,9].

Además de la polinización realizada por las avispas agaónidas, existen otros roles como el extraordinario caso de la agaónida *Ceratosolen galili*, que dejó de polinizar y se convirtió en parásita del higo [2]; así como la participación de otros insectos que ocupan sitios dentro y fuera del sícono, entre estos, avispas no polinizadoras que parasitan las larvas de las agaónidas o a las semillas del higo [10]; larvas de moscas de la fruta que se alimentan de las levaduras y bacterias dejadas por las agaónidas alrededor del ostiolo [11,12]; homópteros que se alimentan de los higos; hormigas que consumen la melaza excretada por los homópteros y que adicionalmente depredan a las avispas parásitas [13], y depredadores de avispas polinizadoras y parásitas que aguardan la entrada del sícono, tales como larvas de gorgojos, orugas de polillas y mariposas, adultos y larvas de escarabajos estafilínidos. Adicionalmente, algunas aves insectívoras toman parte del botín que la comunidad del higo les proporciona [14].

Así la invasión de las avispas agaónidas logró consolidar una relación solidaria que garantiza la supervivencia propia y la de las higueras; al mismo tiempo, el fruto del higo es la base que fomenta el equilibrio de una enérgica comunidad de insectos que brinda alimento variado para animales frugívoros e insectívoros.

G L O S A R I O

Evolución. Cambios morfológicos y fisiológicos experimentados por los seres vivos en función de la selección natural.

Ovipositor. Órgano utilizado para depositar huevos.

Agalla. Formación anormal de tejido vegetal en respuesta a la presencia de organismos externos.

P A R A C O N O C E R M Á S

[1] Soler, M. 2003. Coevolución. En: Soler, M. (ed.). *Evolución: la base de la biología* (pp. 221-234). Proyecto Sur de Ediciones. España.

[2] Machado, C. A., Jousset, E., Kjellberg, F., Compton, S. G. & Herre, E. A. (2001). Phylogenetic relationships, historical biogeography and character evolution of fig-pollinating wasps. *Proceedings of the Royal Society of London*, 268, 685-694. <https://doi.org/10.1098/rspb.2000.1418>.

[3] Serrato-Díaz, A. (2007). Coevolución a nivel macroevolutivo entre *Ficus* (Moraceae) y sus polinizadoras, las avispas Agaonidae. [Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de México]. Dirección General de Bibliotecas de la UNAM. Tesis Digitales. <http://132.248.9.195/pd2007/0621697/0621697.pdf>.

[4] Hernández-Aguilar, X., Rodríguez, A., Nieves-Aldrey, J. L., Polidori, C., Gómez, J. F. & Gil-Tapetado, D. (2024). Global Geographical Patterns on the Historical Species Description Process of Fig Wasps (Agaonidae). *Zoological Studies*, 63:27.

[5] Cardona, W., Chacón-de-Ulloa, P. y Kattan, G. (2007). Avispas no polinizadoras asociadas a *Ficus andicola* (Moraceae) en la Cordillera Central de Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 33 (2): 165-170.

[6] Grison-Pigé, L., Bessiére, J. M. & Hossaert-McKey, M. (2002). Specific attraction of fig-pollinating wasps: Role of volatile compounds released by tropical figs. *Journal of Chemical Ecology*, 28(2), 283-295. <https://doi.org/10.1023/a:1017930023741>.

[7] Nefdt, R. J. C., & Compton, S. G. (1996). Regulation of Seed and Pollinator Production in the Fig-Fig Wasp Mutualism. *Journal of Animal Ecology*, 65 (2): 170-182.

[8] Cook, J. M., & Rasplus, J.-Y. (2003). Mutualists with attitude: coevolving fig wasps and figs. *Trends in Ecology & Evolution*, 18(5): 241-248. [https://doi.org/10.1016/s0169-5347\(03\)00062-4](https://doi.org/10.1016/s0169-5347(03)00062-4).

[9] Domínguez-Domínguez, L. E., Morales-Mávil, J. E. & Alba-Landa, J. (2006). Germinación de semillas de *Ficus insipida* (Moraceae) defecadas por tucanes (*Ramphastos sulfuratus*) y monos araña (*Ateles geoffroyi*). *Revista de Biología Tropical*, 54(2): 387-394.

[10] Farache, F. H. A., Cruaud, A., Rasplus, J.-Y., Cerezini, M. T., Rattis, L., Kjellberg, F. & Pereira, R. A. S. (2018). Insights into the structure of plant-insect communities: Specialism and generalism in a regional set of non-pollinating fig wasp communities. *Acta Oecologica*, 90: 49-59.

[11] Lachaise, D. (1977). Niche separation of African *Lissocephala* within the *Ficus* Drosophilid community. *Oecologia*, 31(2): 201-214. <https://doi.org/10.1007/BF00346921>.

[12] Pignal, M.-C., Lachaise, D. & Couturier, G. (1985). Les levures des figues et des drosophiles associées en forêt de Taï (Côte-d'Ivoire). *Acta oecologica. Oecologia generalis*, 6(3): 223-233.

[13] Cushman, J. H., Compton, S. G., Zachariades, C., Ware, A. B., Nefdt, R. J. C. & Rashbrook, V. K. (1998). Geographic and taxonomic distribution of a positive interaction: ant-tended homoptera indirectly benefit figs across southern Africa. *Oecologia*, 116: 373-380. <https://doi.org/10.1007/s004420050600>.

[14] Bronstein, J. L. (1988). Predators of Fig Wasps. *Biotropica*, 20(3): 215-219. <https://doi.org/10.2307/2388236>.

D E L A A U T O R A

Bióloga Sathya Lakshmi Álvarez Jaramillo.

sathya.alvarez@e.unicach.mx

Una vez que las flores son polinizadas, el sícono deja de recibir avispas, permitiendo que las larvas de las agaónidas se desarrollen y que las semillas del higo comiencen a madurar.

Ventajas y retos de la **histología** en las **ciencias biológicas**

DANIEL MONTER TOLENTINO, GUADALUPE SOTO RODRÍGUEZ, MARÍA DE JESUS ROVIROSA HERNÁNDEZ,
 PAOLA BELEM PENSADO GUEVARA Y DANIEL HERNÁNDEZ BALTAZAR

Estudiar la composición de los tejidos animales y de las plantas es clave para las ciencias biológicas por tres aspectos fundamentales: El conocimiento de la estructura celular, la integración funcional de los tejidos y la capacidad para interactuar con el entorno. En este contexto, la caracterización de la complejidad morfológica, y en consecuencia funcional, de los individuos es quehacer de la histología. Curiosamente, su estudio ha permitido la descripción de características distintivas de las especies, la anatomía comparada o incluso como criterio taxonómico, no obstante, las variaciones en la estructura de los tejidos no solo permiten describir la conformación estructural, sino también son claves en la evaluación histopatológica, o para el reporte de los beneficios de una terapia en la clínica.

La histología es una ciencia que incide en otras ciencias. En esta ocasión, tomando como referencia tres ejemplos, revisaremos las limitaciones y aportaremos sugerencias para la óptima incorporación de la histología en tres áreas de las ciencias biológicas: la biología molecular, la biomedicina y la biología marina.

Ejemplo 1. Estudiando a las moléculas en el tejido

Una de las ventajas del uso de la histología es que permite evaluar la cantidad, ubicación e interacciones específicas de las moléculas en células y tejidos. Así, mediante la detección de proteínas, o partes de ellas, usando anticuerpos sintéticos (inmunomarcaje), es posible observar variaciones en la forma, número y capacidad de reacción de las células ante diversos estímulos. Por ejemplo, en un estudio en ratas fue posible marcar, mediante la adición de una molécula sintética, a la mielina, una proteína que recubre los **axones** de las

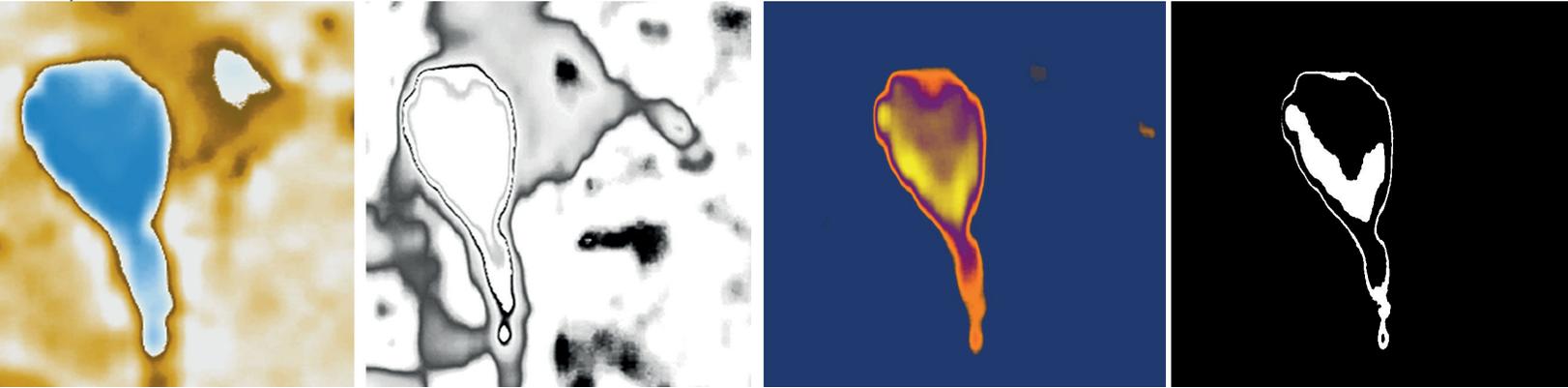
neuronas en el encéfalo y facilita la comunicación neuronal.

Esta estrategia permitió identificar cómo se pierde la mielina, lo que implica alteración en la formación de mielina (hipomielinización), o pérdida sustancial de ella (desmielinización); además, cómo repercute esta situación en la propia neurona, en las vecinas y en los circuitos que conforman. En consecuencia, la identificación a nivel molecular de proteínas específicas permite comprender las manifestaciones de una patología, que en nuestro ejemplo, es la pérdida gradual e irreversible de la función motora en las ratas de experimentación.

La utilidad es clara, sin embargo, este tipo de estudios enfrentan a los investigadores a las siguientes dificultades técnicas: ¿qué características deben tener las moléculas sintéticas que “marcan” determinadas proteínas?, ¿cuál es tiempo adecuado para evaluar la dinámica de las moléculas en las células y los tejidos?, ¿de qué tamaño deben ser las secciones de tejido para cuantificar y detectar adecuadamente la ubicación de las moléculas de interés? Las respuestas pueden encontrarse en un siguiente nivel de organización.

Ejemplo 2. Identificando variaciones en la citoarquitectura

Mediante la observación en microscopio es posible conocer la estructura celular y la composición de los tejidos tanto en presencia como en ausencia de daño. ¿Cómo es posible esto? Para ser específicos revisaremos un ejemplo. En la actualidad es común usar los compuestos extraídos de plantas para mejorar la salud, lo cual conocemos como fitoterapia. Para evaluar si estos fitoquímicos son funcionales y seguros, los investigadores pueden enfocarse en aspectos a nivel celular o macroscópico. Por ejem-



plo, a nivel celular, ¿qué moléculas se liberan?, ¿qué cambios morfológicos experimentan?, o incluso ¿cómo se afecta la comunicación intercelular?; mientras que a nivel macroscópico, el impacto de los fitoquímicos puede ser evaluado en términos de la funcionalidad de órganos, y si se altera o no la conducta del sujeto de estudio.

Por lo tanto, es necesario realizar en los sujetos de experimentación un análisis neuro-anatómico donde se tengan al menos dos proteínas de interés, una que cambie y una que no cambie ante los estímulos estresantes. Lo interesante es que la presencia de estas proteínas implica variaciones constantes en el metabolismo y la forma de las células, dando paso al auge del análisis histopatológico.

De modo que los resultados dan información respecto a cómo progresan las enfermedades neurodegenerativas, o bien, cuál es el mecanismo de acción de los fitoquímicos. Pero el estudio de la relación molécula-molécula-célula no es sencillo, toda vez que es necesario solventar algunos retos: ¿cómo garantizar que el tejido conserve las proteínas de interés?, ¿cuánto debo conocer de las células que conforman un órgano para ser capaz de describir sutiles cambios de forma?, ¿el éxito del análisis histológico está solo determinado por la agudeza visual del experimentador o depende de cuán sofisticado es el laboratorio donde se realiza el estudio?

Notarán los lectores que la complejidad aumenta cuando los estudios no se concentran en órganos que poseen células finitas como las neuronas en el cerebro, sino que se realizan en estructuras con una organización compleja y con alto recambio

Mediante la observación en microscopio es posible conocer la estructura celular y la composición de los tejidos tanto en presencia como en ausencia de daño

celular, como es el caso de las gónadas en los peces.

Ejemplo 3. Describiendo cambios en la forma celular y tisular

Para los biólogos marinos es importante realizar estudios de estructura y de función de los órganos; sin embargo, la histología es poco utilizada. La razón del limitado uso de técnicas histológicas en el estudio de especies marinas está en función de la falta de experiencia y de su costo. Una de las excepciones son los estudios vinculados a la reproducción de los peces.

Para este ejemplo destacaremos un estudio de gónadas realizado en el atún aleta amarilla del Golfo de México. En estadios inmaduros la forma y longitud de la gónada es significativamente menor a la observada en estadios maduros. Para que estas diferencias morfométricas ocurran son necesarios cambios sustanciales en cuanto al tipo de células que la componen, su superficie, su volumen, su capacidad de mantenerse unidas a otras células, o bien su resistencia ante los cambios de presión.

Así que pensar en realizar estudios histológicos en este tipo de órganos supone un detallado conocimiento de la temporalidad en que cada estructura anatómica puede ser observada. La importancia de estudiar gónadas implica conocer su dinámica de maduración, los factores intrínsecos y extrínsecos de la gónada, cambios en las variables ambientales y en la estabilidad de los periodos, así como los sitios de reproducción de la especie. Por ello, mantener la sinergia entre la histología y la biología marina es necesaria para comprender la compleja dinámica biológica.

Figura 1. El núcleo celular visto desde 4 perspectivas. Imagen cortesía de María de Jesús Rovirosa Hernández y Daniel Hernández Baltazar.

Los consejos

Como hemos revisado, los investigadores tienen la oportunidad de conocer las estructuras a nivel nano, micro y macroscópico. Si bien la histología ha sido favorecida por el incremento en los protocolos de manejo de tejidos, el desarrollo de instrumentos ópticos sofisticados para su observación, el auge de métodos para colorear o para la localización de células (o partes de ellas), y entre otros, la implementación de programas computacionales para el análisis de imágenes, su aplicabilidad enfrenta retos, para los cuales aportamos sugerencias para reducirlos:

Retos técnicos	Sugerencias
El tiempo	Estandarizar la extracción de cada órgano
Grosor del corte	Conocer el tamaño de las células de interés
Corte adecuado	Usar equipo calibrado
Colecta de material biológico	Almacenar cada muestra según su constitución
Tejido dañado	Identificar el fijador adecuado
Costos	Optimizar el uso de reactivos y equipos
Disponibilidad de insumos	Buscar colaboraciones
Práctica histológica deficiente	Incentivar la capacitación transdisciplinar
Errores de interpretación	Estudiar anatomía y colaborar con expertos
Imágenes de baja calidad	Usar equipos con adecuada resolución
Protocolos no estandarizados	Sistematizar, probar y publicar los métodos
La histología solo es cualitativa	Refinar los métodos garantizará datos de calidad para conteos, densitometría y análisis estadístico

Finalmente, si bien cada investigador deberá afrontar retos adicionales, tales como la comprensión del tema, la búsqueda de instalaciones con el material correspondiente, los gastos que conlleva realizar la técnica y la elaboración de textos que permitan su reproducibilidad, el éxito se augura cuando existe disciplina, talento, vocación y disponibilidad para la colaboración científica responsable.

A G R A D E C I M I E N T O S

A las apreciables histólogas, M en C. Maricela Torres y Soto y Biol. Aurora del Carmen Sánchez García, por motivar a múltiples generaciones.

P A R A C O N O C E R M A S

[¹] Barrientos Bonilla AA, Pensado Guevara PB, Varela Castillo GY, Hernández Baltazar D. (2023). Aprender a observar: encuentros con la histología. *Revista Canteira*, 4(1):28-29 <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/4782>.

[²] Pacicco AE, Brown NJ, Murie DJ, Allman RJ, Snodgrass D, Franks SJ. (2023) Reproductive biology of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the northcentral U.S. Gulf of Mexico. *Fisheries Research*. 261, 106620 doi.org/10.1016/j.fishres.2023.106620

[³] Robert L, Sorenson T, Clark B. (2014). Atlas of Human Histology. <https://histologyguide.com/about-us/atlas-of-human-histology.html>.

[⁴] Roviroso-Hernández MJ, Martínez Flores LM, Rodríguez Landa JF, Caba M, et al. (2024). Chronic infusion of *Montanoa tomentosa* reduces despair-like behavior and activates hypothalamic oxytocin neurons in male Wistar rats. *BLACPM*, 23 (6): 947-960. <https://doi.org/10.37360/blacpma.24.23.6.57>.

[⁵] Soto-Rodríguez G, Gonzalez-Barrios JA, Martínez-Fong D, Blanco-Alvarez VM, Eguibar JR, Ugarte A, Martínez-Pérez F, Brambila E, Peña LM, Pazos-Salazar NG, Torres-Soto M, García-Robles G, Tomas-Sanchez C, Leon-Chavez BA. (2015). Analysis of chemokines and receptors expression profile in the myelin mutant taiep rat. *Oxidative medicine and cellular longevity*. 2015, ID 397310. doi.org/10.1155/2015/397310.

D E L O S A U T O R E S

Biol. Daniel Monter Tolentino. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (sede Tuxpan), Universidad Veracruzana. danielmonter274@gmail.com.

Dra. Guadalupe Soto Rodríguez. Facultad de Medicina, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. guadalupe.sotorod@correo.buap.mx.

Dra. María de Jesús Roviroso Hernández. Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana. jroviroso@uv.mx.

M en C. Paola Belem Pensado Guevara. Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana. paoly_R21@hotmail.com.

Dr. Daniel Hernández Baltazar. IxM CONAHCyT / Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana. danielhernandez@uv.mx.



Escherichia coli: un miembro del microbiota intestinal

MARÍA DEL CARMEN GIRÓN-PÉREZ, RUTH ANA MARÍA GONZÁLEZ-VILLORIA
ROSA DEL CARMEN ROCHA-GRACIA

Los apasionados de las ciencias tratamos de explicar realidades a través de una variedad de disciplinas, en la búsqueda de la verdad nos enfocamos en estudiar lo que nos rodea, algunos con un interés particular por la diversidad de vida diminuta y unicelular, como Antoine Van Leeuwenhoek (1632-1723), considerado el padre de la microbiología. Esta área de la ciencia incluye el estudio de las bacterias, quizá la más famosa de ellas es *Escherichia coli* (*E. coli*), este microorganismo fue descrito en 1885 y desde entonces es objeto de múltiples intereses (Figura 1), desde la búsqueda de medios de cultivos para su crecimiento e identificación, por ejemplo, el medio de cultivo que contiene Eosina y Azul de Metileno, (EMB, por sus siglas en inglés), hasta la elucidación de los mecanismos moleculares asociados a su metabolismo; actualmente es considerada un *organismo modelo* para las investigaciones microbiológicas. Este texto se enfoca en explicar su participación en el microbiota intestinal humana.



Figura 1. *Escherichia coli* irradia una coloración verde metálico cuando se cultiva en Agar Eosina Azul de Metileno (EMB).

fermenta la lactosa [1,3]. Respecto al **genoma** de *E. coli*, el contenido de los nucleótidos incluye aproximadamente 5000 genes con una proporción de guanina-citocina del 50%, sin embargo, la cantidad y diversidad genética puede modificarse gracias a la Transferencia Horizontal de Genes (THG), aceptando material genético de otras bacterias (genes extracromosomales). Este fenómeno contribuye a que *E. Coli* pueda ser comensal o patógena.

E. coli comensal o patógena, ¿cómo es posible esta dualidad?

La cara positiva, *E. coli* es una bacteria comensal que se establece en la microbiota intestinal de los humanos desde el nacimiento, por lo que contribuye a la estabilidad o eubiosis. En condiciones óptimas la microbiota, en la que se incluye a *E. coli*, favorece la digestión y evita la colonización de bacterias patógenas en el intestino [2].

Por otra parte, el lado negativo, lo adquiere por el proceso de THG[4], los genes extracromosomales pueden proporcionarle cualidades patógenas, incluso la capacidad de sobrevivir tanto en el intestino

¿Quién es *Escherichia coli*?

Es una bacteria que forma parte de la familia Enterobacteriaceae, por su forma y su reacción a la tinción de Gram; es considerada un bacilo gram negativo, pues tiene forma de bastoncillo largo, recto o encorvado y se tiñe de color rosa o roja (Figura 2), puede vivir y crecer con o sin oxígeno (anaerobias facultativas); es diminuta, su tamaño oscila entre dos micrometros de largo y medio micrómetro de ancho. No forma esporas, es móvil y

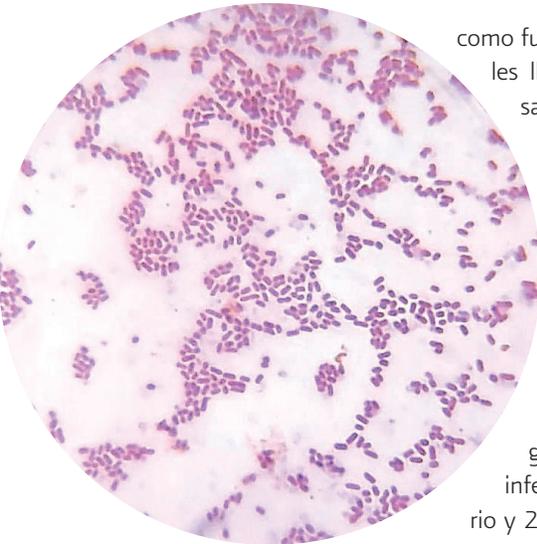


Figura 2. *Escherichia coli*, es una bacteria gram negativa. La imagen muestra una vista con aumento de 100X. Realizado por García-Pérez, 2023.

como fuera de él. A estas variantes les llamamos patotipos y causan enfermedades diarreicas, gastrointestinales, colitis, meningitis, sepsis, entre otras. Estos patotipos se clasifican principalmente en: 1) Extraintestinales, que causan infecciones en otros sitios del cuerpo humano, como *Escherichia coli* Uropatógena (UPEC) causante de infecciones en el tracto urinario y 2) Diarreagénicas, patotipos que causan infecciones intestinales y que varían en función de los mecanismos para causar enfermedad, algunas cepas pueden producir toxinas, otras tienen la facilidad de invadir a la superficie mucosa o adherirse a las células intestinales, por ello, se agrupan en seis patotipos diarreagénicos: Enteropatógena (EPEC), Enterotoxigénica (ETEC), Enteroinvasiva (EIEC), Enteroagregativa (EAEC), Enterohemorrágica (EHEC), Adherencia Difusa (DAEC) y la más recientemente descrita, *E. coli* Adherente-Invasiva (AIEC).

Escherichia coli Adherente Invasiva (AIEC)

Este patotipo se identificó por primera vez en 1999 en un paciente con Enfermedad de Crohn (EC), desde entonces se han realizado estudios para determinar la presencia de AIEC y su participación en la patogénesis de las Enfermedades Inflamatorias Intestinales (EII) [5], agrupadas principalmente en la Enfermedad de Crohn y la Colitis Ulcerosa (CU).

Cuando la AIEC invade el tejido intestinal se activa la respuesta inflamatoria, faltan por esclarecer los detalles respecto a la interacción entre la presencia de la variante de *E. coli* AIEC y las enfermedades EII, esta tarea no ha sido sencilla ya que uno de los principales problemas radica en la identificación del patotipo de la AIEC, pues, aunque las pruebas de identificación bacteriana han evolucionado desde pruebas fenotípicas hasta moleculares, en la actualidad estas pruebas no han sido consistentes, impidiendo que exista una *firma molecular* que la determine con certeza. La forma de identificarla es mediante estudios fenotípicos característicos de

AIEC: ser positiva a la invasión y la adherencia de células intestinales del hospedero (enterocitos), formación de biopelícula y, además, sobrevivir dentro de macrófagos [5].

Si bien *E. coli* ha sido ampliamente estudiada, aún nos encontramos con variantes como la AIEC que ponen de manifiesto que es importante el estudio de esta bacteria y su relación con la salud o enfermedad de la población.

G L O S A R I O

Micrómetros: considérese que un metro contiene 1000 milímetros. Un micrómetro (μm), es la milésima parte de un milímetro.

P A R A C O N O C E R M Á S

[1] Cachón, A.H.; Salinas-Molina, G.M., Dzul-Beh, A.J. y Dzib-Baak, H.E. (2024). *Escherichia coli*: amiga y enemiga en nuestro cuerpo. *Revista digital universitaria UNAM*. https://www.revista.unam.mx/2024v25n1/escherichia_coli_amiga_y_enemiga_en_nuestro_cuerpo/

[2] Baldelli, V.; Scaldaferrì, F.; Putignani, L. y Del Chierico, F. (2021). El papel de las enterobacterias en la disbiosis de la microbiota intestinal en las enfermedades inflamatorias intestinales. *Microorganims*. 9(4). DOI: 10.3390/microorganismos9040697

[3] Mandell, Douglas y Bennett. (2020). *Enfermedades infecciosas. Principios y Prácticas*. Elsevier Health Sciences.

[4] Mota-Bravo, L.; Camps, M.; Muñoz-Gutiérrez, I.; Tatarenkov, A.; Warner, C.; Suárez, I.; Cortés-Cortés, G. (2023). Detección de transferencia horizontal de genes mediada por plásmidos conjugativos naturales en *E. coli*. *JoVE*.193:2-23. DOI: 10.3791/64523

[5] Mirsepasi-Lauridsen, H. C., Vallance, B. A., Krogfelt, K. A., & Petersen, A. M. (2019). *Escherichia coli* Pathobionts Associated with Inflammatory Bowel Disease. *Clinical microbiology reviews*, 32(2). DOI: <https://doi.org/10.1128/CMR.00060-18>

D E L A S A U T O R A S

Biol. María del Carmen Girón Pérez. maria.gironperez.icuap@viep.com.mx

Estudiante. Maestría en Ciencias Microbiológicas (opción médica), Instituto de Ciencias (ICUAP), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).

D.C. Ruth Ana María González Villoria

Posdoctorante. Laboratorio de Microbiología Hospitalaria y de la Comunidad (LMHyC). Centro de Investigación en Ciencias Microbiológicas (CICM), ICUAP-BUAP

D.C. Rosa del Carmen Rocha Gracia

Codirectora del Laboratorio de Microbiología Hospitalaria y de la Comunidad (LMHyC). Centro de Investigación en Ciencias Microbiológicas (CICM), ICUAP-BUAP

Síndrome del corazón festivo: un viaje de la fiesta al hospital

CRUZ GARCÍA PACHECO Y MARÍA DEL CARMEN GIRÓN PÉREZ

Las bebidas alcohólicas son parte de nuestra historia, pues su uso está presente en diversas culturas; sin embargo, el consumo de alcohol en exceso puede desencadenar problemas serios en la salud humana, particularmente en el sistema circulatorio; su consumo desmedido ha contribuido a una “epidemia emergente” de enfermedades cardiovasculares como la hipertensión, el aumento en el tamaño del corazón (cardiomegalia) y la presencia de arritmias (alteración en la actividad eléctrica del corazón) [1]. Una complicación frecuente en temporada navideña es el llamado “síndrome del corazón festivo” o bien, “síndrome del corazón navideño” (Figura 1) del que hablaremos a continuación.

¿Qué es el síndrome del corazón festivo?

El término fue acuñado en 1978 por Philip Ettinger en un artículo donde describió la aparición de arritmias cardíacas en 24 pacientes que diariamente excedían el consumo de alcohol. Además, se notó que el ingreso hospitalario de pacientes con alteraciones cardíacas solía coincidir con una jornada festiva, por ello lo bautizaron como “corazón de día de fiesta” [2]. En la actualidad se sabe que esta patología puede surgir en personas jóvenes y sanas que abusan momentáneamente del alcohol [3]. Este síndrome cardíaco se caracteriza por la aparición de una arritmia llamada fibrilación auricular (Figura 2).

Un poco más acerca de la fibrilación auricular

Normalmente, el corazón late gracias a señales eléctricas provenientes de células cardíacas especializadas y automatizadas que inician el impulso eléctrico de forma rítmica, lo que hace que este se propague

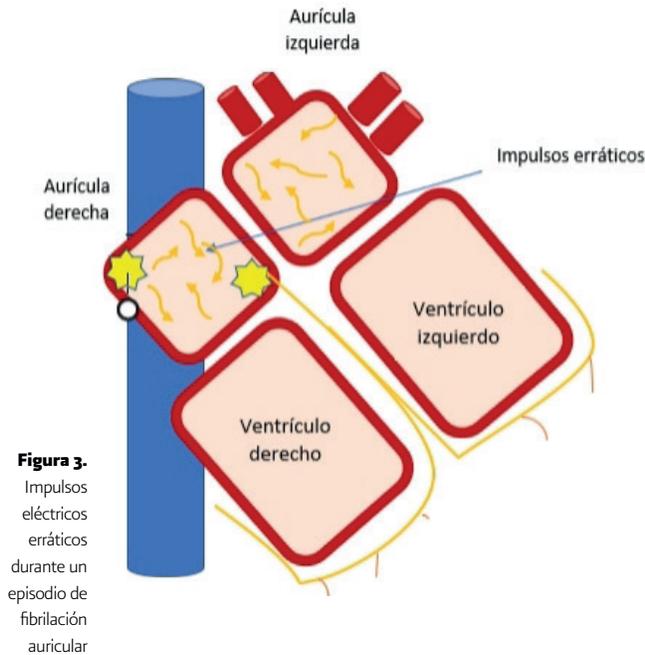
El corazón late gracias a señales eléctricas provenientes de células cardíacas especializadas y automatizadas que inician el impulso eléctrico de forma rítmica



Figura 1. La época navideña tiene una alta incidencia en la presentación de este síndrome. Imagen modificada de Anatomía de Rouviere.

por todo el corazón coordinando la contracción [4]. La **fibrilación auricular** se ha descrito como un trastorno del ritmo cardíaco en el que las **aurículas** laten de manera irregular y descoordinada [4] (Figura 2 y 3), es decir, las señales eléctricas se vuelven caóticas, lo que provoca un latido rápido, ineficaz y desordenado [5]. Surge a partir del aumento en la señalización de la enzima *JNK2*, la cual aumenta su concentración ante estrés celular. Se encontró que el exceso de alcohol es uno de los factores que aumentan la producción de *JNK2*, cuya importancia radica en la fosforilación de una molécula llamada *calmodulina quinasa 2*, que funciona como un activador de la liberación de calcio de forma errática en el **retículo sarcoplásmico** en el **cardiomiocito**, lo que conduce a una alteración en el potencial en reposo de estas células dando como resultado el inicio de una serie de contracciones involuntarias [1]

El síndrome del corazón festivo es una condición que subraya los riesgos asociados con el consumo excesivo de alcohol



(Figura 4). Además de esto, un mecanismo adicional provocado por la ingesta excesiva de alcohol es la pérdida de **electrolitos** en la orina, mismos que son esenciales para mantener la actividad normal de las células cardíacas [4].

Señales para considerar

En el *síndrome del corazón festivo*, puede haber palpitaciones transitorias o persistentes que varían en duración y severidad [3]. En los casos más graves, los síntomas son fatiga, debilidad generalizada, dolor en el pecho, dificultad para respirar o desmayos e intoxicación por alcohol, se observa deterioro del estado mental, pulso irregular y filiforme, y a veces, presión arterial baja. La exploración cardíaca (auscultación), puede revelar sonidos irregulares, lo que indica la presencia de arritmias [3].

¿Qué se debe hacer en caso de presentarlo?

El pronóstico del síndrome del corazón festivo varía en función de la existencia de enfermedades cardíacas subyacentes. Si bien la mayoría de los casos se resuelven de manera espontánea, algunos pacien-

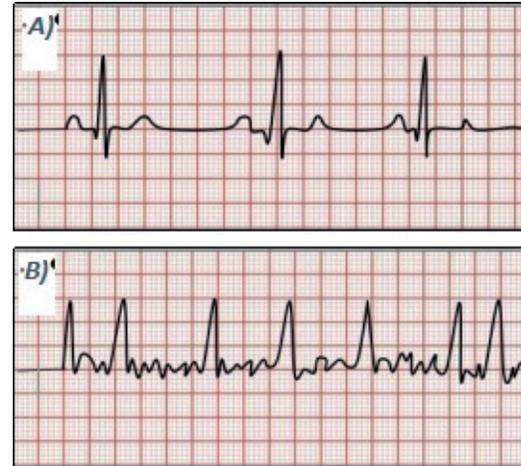


Figura 2. Actividad eléctrica del corazón: a) representación normal, b) representación durante la fibrilación auricular.

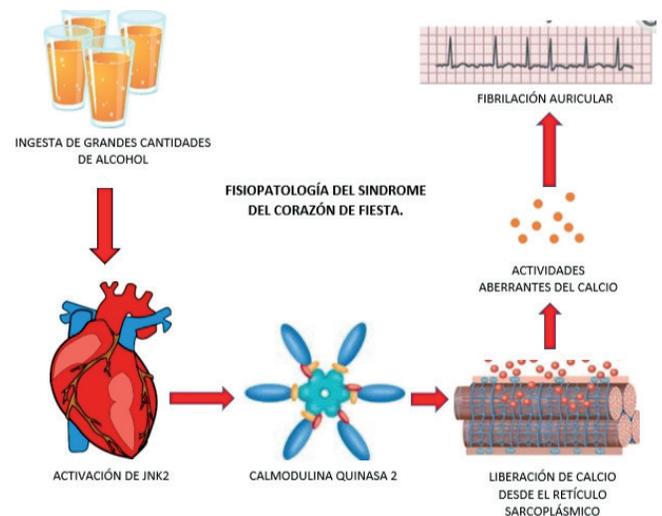


Figura 4. Fisiopatología de la acción del alcohol sobre el corazón. Imagen modificada de Jiajie y

tes (20% al 30%) pueden experimentar recurrencias a largo plazo [1]. Usualmente el tratamiento para personas con intoxicación por alcohol incluye hidratación intravenosa, reemplazo de electrolitos, reemplazo de vitaminas (especialmente tiamina y complejo B) (Figura 5).

Los pacientes que acuden al servicio de urgencias con arritmias sostenidas deben ser observados y monitoreados continuamente, en la mayoría de los casos, esto es suficiente. Si hay signos de inestabilidad clínica como hipotensión, alteración del estado mental, signos clínicos de shock, dolor torácico o insuficiencia cardíaca aguda, se debe considerar la valoración por el servicio de cardiología [6].

El síndrome del corazón festivo es una condición que subraya los riesgos asociados con el consumo excesivo de alcohol, incluso en personas sin antecedentes de enfermedades cardíacas. Conocer los síntomas y las consecuencias de este síndrome

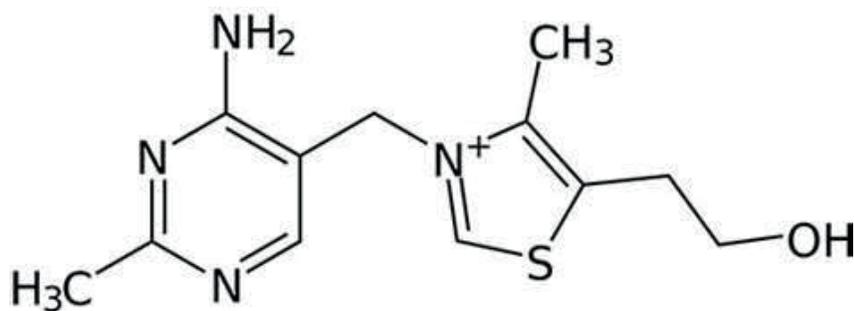


Figura 5. La deficiencia de tiamina (Vitamina B1) puede causar alteraciones cardiovasculares y neurológicas importantes.

es esencial para prevenir complicaciones en la salud. Sin duda, moderar la ingesta de alcohol es clave para disfrutar de las celebraciones sin poner en riesgo la salud cardiovascular.

G L O S A R I O

Aurícula: Una de las dos cavidades superiores del corazón que recibe la sangre.

Cardiomiocito: Es la célula del músculo cardíaco responsable de la contracción del corazón.

Electrolitos: Son minerales en el cuerpo que tienen una carga eléctrica, como el sodio, potasio y calcio. Son esenciales para muchas funciones, incluidas las contracciones musculares y el balance de fluidos.

Enzima: Es una proteína que acelera las reacciones químicas en el cuerpo, permitiendo que los procesos biológicos ocurran más rápido.

Filiforme: Se refiere a algo que tiene forma de hilo o es muy delgado. En medicina, se utiliza para describir pulsos débiles o poco perceptibles.

Fosforilación: Es el proceso mediante el cual se añade un grupo fosfato a una molécula, lo que a menudo activa o desactiva ciertas proteínas y procesos en las células.

Hipotensión: Es la presión arterial baja, es decir, cuando la fuerza con la que la sangre circula por los vasos es inferior a la normal.

Potencial en reposo: Es la diferencia de carga eléctrica entre el interior y el exterior de una célula cuando no está activa. En las células del corazón, este potencial es clave para preparar la contracción muscular.

Reticulo sarcoplásmico: Es una estructura en las células musculares, incluida las del corazón, que almacena y libera calcio. Este calcio es crucial para la contracción muscular.

Shock: Es una condición médica grave en la que el cuerpo no recibe suficiente sangre o oxígeno, lo que puede causar daño a los órganos. El shock puede ser causado por heridas graves, infecciones, o pérdida de sangre.

P A R A C O N O C E R M Á S

- 1.- Yan J, Thomson JK, Zhao W, Gao X, Huang F, Chen B, Liang Q, Song LS, Fill M, Ai X. (2018). Role of stress kinase JNK in binge alcohol-evoked atrial arrhythmia. *J Am Coll Cardiol*: 71(13):1459-70. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.01.060.
- 2.- Staerk L, Sherer JA, Ko D, Benjamin EJ, Helm RH. (2017) Atrial fibrillation: epidemiology, pathophysiology, and clinical outcomes. *Circ Res*. 120(9):1501-1517. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.117.309732.
- 3.- Ettinger PO, Wu CF, De La Cruz C, Weisse AB, Ahmed SS, Regan TJ.(1978). Arrhythmias and the "Holiday Heart": alcohol-associated cardiac rhythm disorders. *Am Heart J*. 95(5):555-62. DOI: 10.1016/0002-8703(78)90296-x
- 4.- Marcus GM, Vittinghoff E, Whitman IR, Joyce S, Yang V, Nah G, Gerstenfeld EP, Moss JD, Lee RJ, Lee BK, Tseng ZH, Vandanham V. (2021). Acute consumption of alcohol and discrete atrial fibrillation events. *Ann Intern Med*; 174(11):1503-9. DOI: 10.7326/M21-0228
- 5.- Ricchiuti N, Chenoweth K, Gao X, Bare DJ, Yan J, Ai X. (2023). Long-term alcohol-activated c-Jun N-terminal kinase isoform 2 preserves cardiac function but drives Ca²⁺-triggered arrhythmias. *12(18):2233*. DOI: 10.3390/cells12182233.
- 6.- Surma S, Lip GYH. (2023). Alcohol and atrial fibrillation. *Rev Cardiovasc Med*. 24(3):73. DOI: 10.31083/j.rcm2403073.

D E L O S A U T O R E S

MPSS. Cruz García Pacheco,

Estudiante de Medicina. Facultad de Medicina-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. cruz.garcia@alumno.buap.mx

Mtra. María del Carmen Girón Pérez

Posgrado en Ciencias Microbiológicas (opción médica), Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas. Instituto de Ciencias (ICUAP), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).

Microplásticos: una amenaza silenciosa para la vida

LUZ IVONNE PÉREZ-GÓMEZ Y MIGUEL ÁNGEL PERALTA-MEIXUEIRO

Los microplásticos son considerados uno de los causantes de la pérdida de especies en los ecosistemas; están presentes directa (microplásticos en el ambiente, agua o sedimentos) e indirectamente (en organismos que sirven de alimento de peces e invertebrados marinos de menor tamaño) [1]. Por estas razones, actualmente se realizan estudios sobre microplásticos en los alimentos, el cuerpo humano y en el aire; se consideran un peligro nuevo, a tal grado que es una preocupación emergente mundial.

¿Qué son los microplásticos? Son todos los residuos o fragmentos que resultan de la descomposición de objetos sintéticos y moldeables (plásticos), son pequeñas partículas en forma de fibra, lámina, gránulos, entre otros, que miden menos de cinco mm en su dimensión más larga. Es decir, son plásticos que se degradan y se microfragmentan, volviéndose más peligrosos (Figura 1, A). [2].

Existen además los nanoplásticos, que son partículas de menos de 10 nm (la millonésima parte de un metro); los mesoplásticos (fragmentos de plásticos de 5 mm a 25 mm) y por último, los macropásticos (mayor de 25 mm, basura que se percibe a simple vista). Esto refleja el impacto del problema ambiental, a tal grado que hemos llegado a clasificar los residuos plásticos por tamaño. Muchos de ellos han ingresado a los ambientes acuáticos a través de diferentes vías y han sido reportados en playas, sedimentos y en la columna de agua (agua de la superficie hasta el fondo) [1,2].

Algunos microplásticos ingresan a los ambientes acuáticos por orígenes secundarios como los productos de higiene personal, cosméticos y limpieza del hogar; por ejemplo, en el lavado de la ropa se liberan fragmentos de plásticos en formas de fibras,

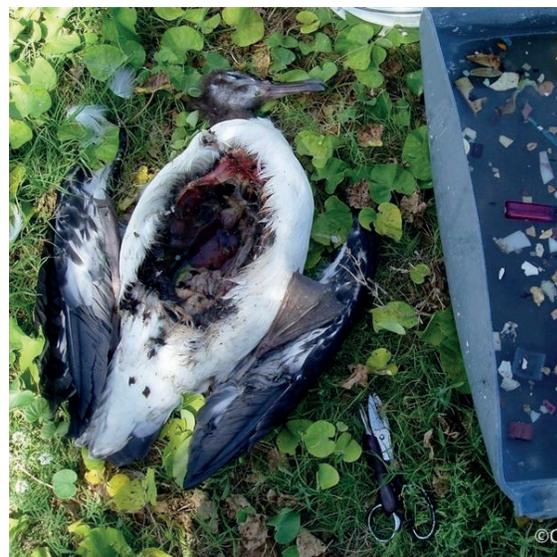
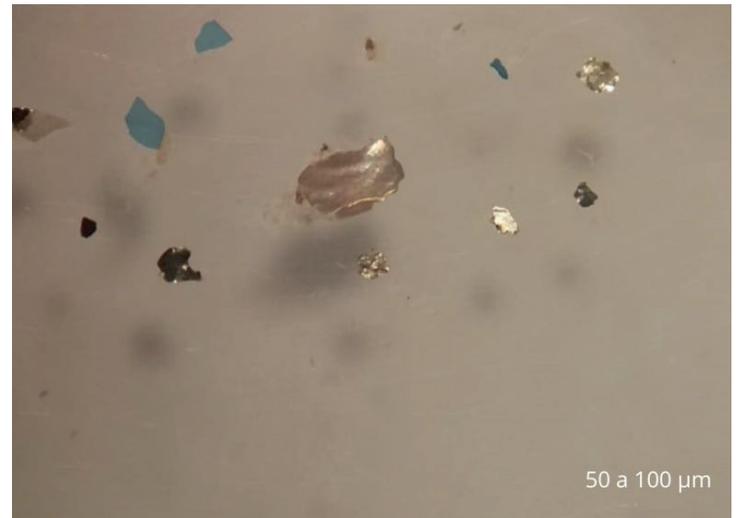


Figura 1. Efecto de los microplásticos. A) microplásticos en muestras de zooplancton de la laguna Mar Muerto, México, vistos en un microscopio estereoscópico. B) Albatro muerto por la ingestión del plásticos en diferentes tamaños. ©Claire Fackler, NOAA.

que tarde o temprano llegan al mar [2]. Esto constituye uno de los grandes problemas de contaminación del planeta, ya que son muy pequeños para ser eliminados fácilmente.

Desde esta perspectiva, la fauna marina mantiene interacciones con los plásticos, entre ellos, la ingestión por aves marinas, peces, tortugas marinas,



ballenas y delfines, provocándoles asfixia, lo cual es común con los macroplásticos (por ejemplo, las bolsas de un solo uso y los popotes). Algunos animales pueden morir por inanición (falta de consumo de alimentos) por la acumulación de desechos plásticos en el intestino, causando la obstrucción del tracto digestivo. Otros plásticos pueden conducir a la desnutrición y causar lesiones internas perforar o bloquear el tracto digestivo (Figura 1, B) [2].

Los microplásticos pueden permanecer durante muchos años en el mar, propiciando su presencia y acumulación en la columna de agua y en los sedimentos marinos. De esta manera, el tamaño de los microplásticos es determinante en su ingreso a la red trófica (cadenas alimenticias), esto ocurre cuando los organismos del zooplancton (conjunto de organismos pertenecientes al eslabón primario marino) se alimentan en la columna de agua y sin darse cuentan engullen fragmentos de plástico. Estos organismos pueden transferir el plástico a otros cuando son comidos, hasta alcanzar los peces y animales de gran tamaño como la ballena azul.

Algunos peces, como los atunes, son capturados por barcos pesqueros y luego comercializados, sin saber que en su carne llevan fragmentos de plásticos, que llegan a nuestra mesa [3]. Además, los microplásticos se dispersan en el aire que respiramos en formas de fibras, por lo que eventualmente también pueden llegar por esta vía a varios órganos del cuerpo humano. [1].

Según los datos de la Organización de las Naciones Unidas, en 2022 se produjeron 400 millones de toneladas de plásticos y de estos, de ocho a trece millones de toneladas terminaron en el mar. Desafortunadamente el 80% de los desechos marinos provienen de fuentes terrestres a través de los drenajes domésticos e industriales y el 20% de actividades en el mar (pesca). Los efectos de esta contaminación son alarmantes, lo que ha provocado que actualmente se registren cinco grandes islas de basura que flotan en el mar, lo que dificulta la penetración de luz, afectando la fotosíntesis por el fitoplancton marino [2].

La falta de una gestión eficaz del uso excesivo

de los plásticos y sus residuos ha originado grandes problemas ambientales y el impacto directo en la salud humana. Es difícil encontrar un lugar en el planeta (ríos, mares y suelos), donde no se detecten la fragmentación y comportamiento tóxico de los microplásticos [1].

Como consumidores conscientes, es primordial considerar la reducción de nuestro consumo en general, sean plásticos o no; [2]; ya que la basura más fácil y eficiente de gestionar es la que no se genera. La sociedad de consumo en la que vivimos se nutre de lo momentáneo, como la moda y lo desechable como las botellas de plástico. Es necesario comprender, que la única salida que nos queda es el reciclaje y la disminución de residuos y establecer un compromiso sobre la basura que generamos, lo cual favorecerá la reducción de nuestra huella ecológica (indicador de sostenibilidad que trata de medir el impacto en nuestro entorno).

Recuerda que, mientras más pequeños son, más mortales podrían ser, así que toma conciencia antes de arrojar basura en la calle, ríos, arroyos, en zonas costeras y en el mar, porque llegará a nosotros más pronto de lo que pensamos. **El mejor plástico es el que no se consume**

REFERENCIAS

- [1] Fonseca, M. M. A., Gamarro, E. G., Toppe, J., Bahri, T., & Barg, U. (2017). The impact of microplastics on food safety: The case of fishery and aquaculture products. *FAO Aquaculture Newsletter*, (57): 43-45.
- [2] Campoy, P., & Beiras, R. (2019). Revisión: Efectos ecológicos de macro-, meso- y microplásticos. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189(11): 581.
- [3] Otero Tobo, D. M. (2022). Microplásticos en el sistema digestivo de los peces *Opisthonema oglinum*, *mugil spp.* y *Caranx crysos*, capturados en la zona costera del Magdalena, caribe colombiano. Tesis de Licenciatura en Biología Marina. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

DE LOS AUTORES

Luz Ivonne Pérez Gómez. luz.ivonne.

perez.gomez@gmail.com

Dr. Miguel Ángel Peralta Meixueiro.

miguel.peralta@unicach.mx

Instituto de Ciencias Biológicas.

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Día a día en el ZooMAT

El Museo Zoológico

“César Domínguez Flores”

BARBARELLA ÁLVAREZ PÉREZ Y PAOLA LIÉVANO OROPEZA

El origen

Corría el año de 1942 cuando el joven entusiasta Miguel Álvarez del Toro; llega a Chiapas a cumplir un cometido, ser técnico taxidermista de la nueva institución denominada “Viveros Tropicales y Museo de Historia Natural”. La encomienda fue clara, elaborar piezas con la técnica de taxidermia que mostrara la vasta fauna del estado de Chiapas; esta ambigua orden fue la motivación para que Don Miguel Álvarez del Toro comenzara a recorrer las amplias regiones chiapanecas para obtener los especímenes representantes de la extensa fauna. En dicha búsqueda y al notar la maravillosa fauna reinante, se decide crear, a la par del museo, un zoológico que permitiera dar a conocer, a través de ejemplares vivos, los animales que habitan en Chiapas, ya que era, y sigue siendo, una necesidad imperante para el estado.

Las primeras instalaciones del museo y zoológico se ubicaron en donde ahora está situada la rectoría de la UNICACH; posteriormente, con motivación de un espacio más amplio y adecuado, en 1949 se trasladó a lo que hoy conocemos como Convivencia Infantil; en ese entonces, el Museo Zoológico se ubicó en lo que es ahora el Teatro de la Ciudad “Emilio Rabasa” (Figura 1).

César Domínguez Flores

En los años 70’s surge la figura de César Domínguez Flores, un ingeniero topógrafo, que trabajó en una institución que atendía asuntos agrarios en Chiapas, motivo por el cual se dedicó a recorrer y a medir, literalmente, el suelo chiapaneco, hectárea por hectárea. Estas largas permanencias en el campo contribuyeron a despertar su interés por la naturaleza, permitiéndole observar hasta el último suceso que ahí se estaba dando; así mismo, le desesperaba



Figura 1.
Antigua
localidad
del Museo
Zoológico

regresar y no encontrar aquello que con beneplácito había visto en sus viajes anteriores. Debido a estas recurrentes salidas, César Domínguez y Don Miguel Álvarez se conocen e inmediatamente establecen un vínculo de identidad, de profunda amistad y, tiempo después, de una colaboración de trabajo muy estrecha.

Don César Domínguez se incorporó a las líneas del Instituto de Historia Natural, realizaba actividades indistintas como pintar un mural para ambientar un diorama, crear un artefacto hecho con material rústico que resolvía un problema técnico en el zoológico o bien se iba a campo a liberar excedentes de especies del zoológico, sin dejar atrás las actividades meramente administrativas. La amistad era tan profunda que juntos compraron porciones de tierras vírgenes para posteriormente donarlas y formar lo que ahora alberga la Reserva de la Biosfera La Encrucijada.

Por esos tiempos, cuando el Cañón del Sumidero elevó su nivel de agua por el embalse de la Presa de Chicoasén, el Ingeniero coordinó el rescate de la fauna ahí existente y en 1980 los dos entrañables amigos diseñaron el proyecto para trasladar el zoológico del centro de la ciudad a “El Zapotal”, donde sus conocimientos en topografía fueron fundamen-

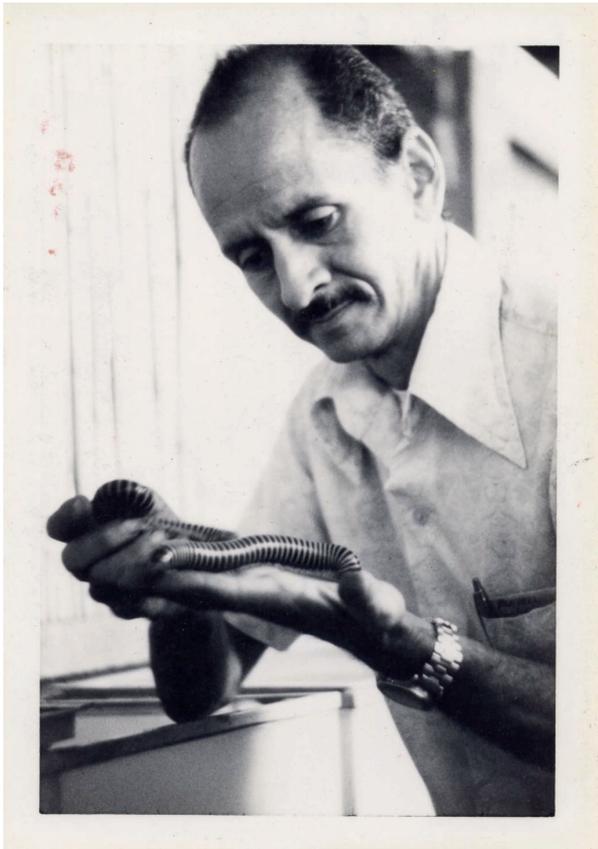


Figura 2. Ingeniero Cesar Domínguez Flores contemplando un ejemplar.

tales para medir el área y localizar los espacios adecuados para los recintos, logrando que el zoológico tuviera bases definitivas en la conocida Reserva y que también el museo encontrara un albergue en un edificio diseñado especialmente para cobijar la colección que la componía en ese entonces (Figura 2).

Lamentablemente, un accidente automovilístico, en 1982, causa la muerte del **“amigo irremplazable”**, palabras de Don Miguel, ya que efectivamente, Don César dejó en el Instituto un hueco que jamás pudo ser ocupado. La tristeza ahondó con los deterioros en la arquitectura del edificio del museo, que cerró después de año y medio de apertura. No pudo ser reabierto en vida de Miguel Álvarez del Toro, ya que falleció en 1996 y no es hasta 1999 que nuevamente se inicia la remodelación de lo que será el nuevo museo y su discurso museográfico; quedó finalmente terminado en el año 2003 y se acordó que llevara el nombre de **“MUSEO ZOOLOGICO CÉSAR DOMÍNGUEZ**

La exposición permanente en el museo está compuesta por 200 ejemplares de taxidermia, dispuestos en 11 dioramas que ilustran, a través de diversas expresiones museográficas los diferentes ecosistemas o ambientes de Chiapas

FLORES”, como deseo expresado por el mismo Miguel Álvarez del Toro en honor a esa persona que comprometió parte de su vida en el estudio de los ricos suelos de Chiapas y la conservación de los recursos naturales del estado.

Taxidermia

En el actual museo se cuenta con una colección de 691 ejemplares preparados por el método de la taxidermia, arte bastante desconocido en el estado, aunque de larga trayectoria mundial, que consiste en vestir con la piel de un ejemplar, previamente preparada, un cuerpo artificial de diversos materiales a fin de presentarlo lo más cercano a un ejemplar vivo. Podemos ver a este arte nacer desde las tierras áridas del desierto de Atacama, Chile, hace más de 7000 años, con la preparación de cadáveres en rudimentarios disecados; las tierras egipcias con sus preparaciones momificadas; pasando por todo el interés europeo en la preparación de animales de tierras lejanas, que podían así ser preservados y exhibidos en los primeros museos del mundo. Este arte llega a nuestro estado de la mano de Don Miguel Álvarez del Toro; el legado de la taxidermia la continúa su allegado trabajador Jesús López; de éste, a su vez pasa al siguiente taxidermista, Isabel Pérez Castro; los conocimientos han fluido hasta el actual maestro de la taxidermia, Pedro López González, hijo de don Jesús López y depositario para la siguiente generación de taxidermistas.

El actual museo zoológico

La exposición permanente en el museo está compuesta por 200 ejemplares de taxidermia, dispues-

Figura 3. Actual entrada del Museo Zoológico "Cesar Domínguez Flores"



En el museo laboran seis expertos que diseñan los espacios, realizan exposiciones temporales, atienden y guían a los visitantes, dan mantenimiento a las instalaciones y crean nuevos escenarios para la educación

tos en 11 dioramas que ilustran, a través de diversas expresiones museográficas los diferentes ecosistemas o ambientes de Chiapas. Además, el museo cuenta con cuatro vitrinas ilustrativas con temas de interés: cráneos, aves migratorias, especies extintas y colibríes, esta última exposición posee ejemplares preparados de manos de don Miguel y tienen más de 70 años. Así mismo, el circuito cuenta con tres albergues enriquecidos ambientalmente para la apreciación de especies vivas, los cuales son: fauna acuática, búhos y la nueva remodelación del Diorama Vivo de Nubliselva en donde habita el quetzal, un albergue dispuesto para acercar a los visitantes a este maravilloso y escaso ecosistema, adicionado con motores especiales para simular neblina cada hora en el recinto.

Hoy, en el museo laboran seis expertos que diseñan los espacios, realizan exposiciones temporales, atienden y guían a los visitantes, dan mantenimiento a las instalaciones y crean nuevos escenarios para la educación; el museo zoológico se dedica a mantener vigente y actual el arte de la taxidermia que enriquece su colección museográfica, y es de gran valor científico tanto para los especialistas, como para acercar el conocimiento a la población general, en un afán de seguir educándola respecto a la vasta fauna con la que cuenta Chiapas y su grave peligro de desaparecer (Figura 3).

Con esta nota esperamos que las nuevas generaciones conozcan un poco más de la historia detrás del museo y de la tristemente desconocida maravillosa persona a la que fue dedicado, y se fomente su interés por el arte de la taxidermia, que es piedra angular de dicho museo y que enfrenta, así mismo, el riesgo de desaparecer en el estado.

Los invitamos a conocer físicamente la historia del museo y sus instalaciones. O si lo desean, pueden realizar un recorrido virtual por el Museo Zoológico "César Domínguez Flores", en el siguiente enlace: https://drive.google.com/drive/folders/1rTxli6Ro9zCd80EqUDsArAnXZXpkeFHe?usp=drive_link

Para leer en palabras de don Miguel Álvarez del Toro la historia de su llegada a Chiapas, sus andanzas y exploraciones por el estado, recomendamos consultar su apasionante libro *Así era Chiapas* el cual podrán consultar en la biblioteca de la UNICACH. Una lectura imperdible para todo joven chiapaneco, particularmente si decide dedicarse a la biología.

DE LAS AUTORAS

Barbarella Álvarez Pérez. museo.zool24@gmail.com
 Tallerista del Museo Zoológico
 "Cesar Domínguez Flores", ZooMAT

Paola Liévano Oropeza. paolaoropeza.pl@gmail.com
 Programa de manejo conductual,
 Curaduría General de Fauna Silvestre y Etología, ZooMAT

Cuéntanos tu tesis

Selva Lacandona: Una mirada desde los peces

ERNESTO VELÁZQUEZ VELÁZQUEZ

Figura 2.
Laguná Lacanjá, uno de los sitios de muestreo en la Selva Lacandona, Chiapas.

Cuando escuchamos el nombre de Selva Lacandona, al que Jan de Vos bautizó como el Desierto de la Soledad, normalmente lo asociamos a una región tropical del sureste de la República Mexicana, ubicada en el estado de Chiapas, caracterizada por exuberantes árboles perennes de gran altura, con altos niveles de precipitación y que conforman uno de los humedales más importantes de México. Este extenso territorio bañado por el río Usumacinta, el Lacantún y sus principales afluentes, se encuentra ocupado originalmente por una comunidad de Lacandones, asentados sobre el margen del río Lacanjá, que históricamente realizan la pesca de subsistencia, fue el maravilloso escenario donde realicé mis primeras incursiones en el fascinante mundo de los peces, a mediados de la década de los noventas.

Mi tesis de Licenciatura “Contribución a la biología de 10 especies ícticas, en el sistema hidrológico Lacanjá, Selva Lacandona, Chiapas”, dirigida por la Mtra. Rocío Rodiles, investigadora de El Colegio de la Frontera Sur, fue el pretexto ideal para ir periódicamente a la lacandona por mis muestras de peces (macabiles, pejelagartos, bagres de agua dulce, tenguayacas y diversa mojarra nativas). El escenario de recolecta fueron los lugares más maravillosos y recónditos del complejo sistema hidrológico del río Lacanjá (Laguna Carranza, Laguna Lacanjá, Río Cedros y varios sitios del cauce principal).

El propósito del proyecto de tesis fue generar información sobre las historias de vida de diez de las especies más comunes e importantes de peces, en la pesquería de autoconsumo que se realiza en el río Lacanjá; se revisaron los contenidos estomacales de los peces para caracterizar sus dietas; así como estimar las épocas reproductivas, mediante el análisis de las gónadas; también se documentó la ocurrencia de los principales grupos de endoparásitos. Nuestro estudio fue de los pioneros que se realizaron con el grupo de los peces de la Selva Lacandona, y más allá de los resultados obtenidos sobre la biología

de las especies, quisiera resaltar el gran aprendizaje obtenido tanto en la parte académica como en lo personal. En lo académico fue mi primera experiencia relacionada con un proyecto de investigación, que derivó con la defensa de mi tesis (octubre de 1997) y con la publicación de mi primer artículo como coautor (en *Zoología Informa: Revista del Departamento de Zoología, ENCB, IPN*). En la parte personal, quedan en mí los recuerdos maravillosos de los recorridos en lancha (con algunos accidentes) para ir a los sitios de recolecta del río, y conocer por primera vez la imponente cascada del río Lacanjá, de aproximadamente 15 metros de desnivel; las extenuantes caminatas por diversos senderos, con el equipo de pesca (redes) cargadas a espaldas (con ayuda de un mecapan), para llegar a los sitios de muestreo ubicados en la impresionante Laguna Lacanjá (de aguas cálidas y transparentes); la espeluznante Laguna Carranza (atiborradas de cocodrilos de pantano) y el majestuoso Río Cedros.

Finalmente, quiero reconocer que esta experiencia vivida con mi proyecto de tesis de licenciatura marcó el rumbo de mi quehacer como biólogo estudioso de los peces de Chiapas, y me abrió la oportunidad para realizar un posgrado en el propio centro donde realice mi tesis (ECOSUR). Lo anterior me permitió ingresar a la escuela de biología como profesor de asignatura en el año 2000; para posteriormente hacerme cargo del Museo de Zoología de mi alma mater, la UNICACH.

DEL AUTOR

Dr. Ernesto Velázquez-Velázquez.
ernesto.velazquez@unicach.mx
Museo de Zoología
Instituto de Ciencias Biológicas
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

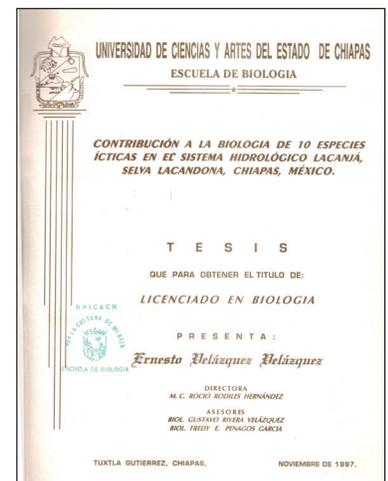


Figura 1. Portada de la tesis “Contribución a la biología de 10 especies ícticas, en el sistema hidrológico Lacanjá, Selva Lacandona, Chiapas”

Amasijo de Arte y Ciencia

Maquinita

FRANCISCO XAVIER AGUILAR MEZA



En el cielo sobre la rocosa ladera de la montaña, un diminuto autómatas vuela presuroso y el zumbido de su motor resuena; el gracioso cuerpo ovalado refleja, en tono verde iridiscente los últimos rayos del sol de la tarde. Detiene su movimiento bruscamente y desciende, aterrizando con certeza en su objetivo, un material cálido, blando, pastoso y extremadamente fresco.

Sin pausar, comienza con su labor y pronto tiene frente a sí una pelota de valiosa ambrosía de color marrón verdusco. Satisfecho con su excelso trabajo, el pequeño robot emprende nuevamente la marcha, se posiciona de espaldas a su creación y, con sus poderosas patas, fabricadas con la mejor **quitina**, empuja —sin esfuerzo— la casi perfecta esfera verde marrón, cuya mastodóntica mole es casi diez veces más pesada que él.

Empieza ahora su laborioso recorrido; con paso tambaleante, se desplaza, tan velozmente como puede, aunque a tropicónes, atraviesa la accidentada topografía, sin parar esquivando y escala obs-

táculos, siempre hacia delante y en línea recta, sin importarle el escabroso camino. Una travesía para esconder y proteger la preciada carga.

La maquinita no descansa en ningún momento y si le diera sed o hambre, bastaría con darle un bocanito o dos a la pelota para saciarse completamente. No afloja nunca el paso, no sea que algún semejante detecte su presencia y trate de arrebatarle su preciado cargamento. Los ojos y antenas son sensores de ultra alta tecnología que escanean constantemente el horizonte; están hechos con la más avanzada **ingeniería nanométrica** y trabajan en conjunto con los astros en el cielo para trazar la ruta en búsqueda de la guarida perfecta, una que cumpla con parámetros estrictos de temperatura y humedad.

Su cuerpo envuelto en el **exoesqueleto**; tres pares de patas, cabeza, tórax, abdomen y élitros, ensamblados uno con otro parecen una lustrosa armadura de láminas, un intrincado sistema operativo capaz de controlar cada uno de los músculos y guiar



su actuar mueve el **armatoste**, el instinto es de lo mas natural.

Adelante en su travesía, el pequeño; habiendo sorteado— no sin dificultad —una zanja llena hasta el borde de espinos, cuando sus sensores dieron una señal y el pequeño lentamente disminuyó el paso; encontró lo que busca. En un momento escanea la zona y se acerca a una enorme roca rodeada de algunos pocos y pequeños arbustos, que aun en pleno descampado conservan las hojas verdes; abajo, en la base de la roca, hay una pequeña saliente que junto a las ramas del matorral forman una hendidura de unos cuantos centímetros de diámetro. Un lugar idóneo.

La compleja maquinaria interna se pone en marcha una vez más y amplía el lugar. Rápidamente, sus fuertes patas y garras, cavan y expanden el agujero. Cuando la máquina estuvo totalmente satisfecha, empujó la pelota en el agujero, colocó en su centro una pequeña cápsula, una semilla, una réplica; su hija no es idéntica, es mejor.

Pronto emergerá del huevo y se alimentará, nutrirá y crecerá en el interior de aquella bola que la maquinita protegió.

Finalmente, con barro y rocas, metódicamente la máquina selló el acceso, terminando el trabajo; sacudió su cuerpo y desplegó las alas. El aire le decía a sus radares que al pie de la montaña un encarnizado enfrentamiento ocurría y varios de sus

Empieza ahora su laborioso recorrido; con paso tambaleante, se desplaza, tan velozmente como puede, aunque a trompicones, atraviesa la accidentada topografía, sin parar esquivo y escala obstáculos



congéneres luchaban por un nuevo montón del precioso material orgánico con el que podría formar una nueva pelota.

G L O S A R I O

Ambrosía: f. Mit. Manjar o alimento de los dioses^[1].

Armatoste: m. Objeto grande y de poca utilidad. m. Aparato con que se armaban antiguamente las ballestas. Sin.: Mamotreto, artefacto, trasto, almatroste, armatroste ^[1].

Élitros: m. Zool. Cada una de las dos alas anteriores de los ortópteros y coleópteros, las cuales se han endurecido y en muchos casos han quedado convertidas en gruesas láminas córneas, que se juxtaponen por su borde interno y protegen el par de alas posteriores, las únicas aptas para el vuelo ^[1].

Exoesqueleto: m. Zool. Dermatoesqueleto. Sin.: Dermatoesqueleto, esqueleto ^[1].

Ingeniería: f. Conjunto de conocimientos orientados a la invención y utilización de técnicas para el aprovechamiento de los recursos naturales o para la actividad industrial. ^[1]

nanométrica: adj. Perteneciente o relativo al nanómetro. ^[1]

Quitina: F. Bioquím. Hidrato de carbono nitrogenado, de color blanco, insoluble en el agua y en los líquidos orgánicos. Se encuentra en el dermatoesqueleto de los artrópodos, al cual da su dureza especial, en la piel de los nematelmintos y en las membranas celulares de muchos hongos y bacterias ^[1].

[1] REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española, 23.ª ed., [versión 23.7 en línea]. <https://dle.rae.es> [9-08-25].

D E L O S A U T O R E S

Texto. Francisco Xavier Aguilar Meza¹. al050323001@e.unicach.mx

Ilustraciones. Valeria Victoria Pérez². al050122069@e.unicach.mx

¹ Licenciatura en Escritura Creativa, Facultad de Artes, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

² Licenciatura en Artes Visuales, Facultad de Artes, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Amasijo de Arte y Ciencia

Al rescate del caballito de sombra azul

JUAN ANTONIO LÓPEZ-DÍAZ Y ARIANE DOR

En el volcán Tacaná [1], entre la neblina y las plantaciones de café, viven en una casa rústica Jade y Carlitos. Cada mañana, camino hacia la escuela, los hermanos cruzan un arroyo cristalino. Suelen detenerse a observar y a jugar con las numerosas libélulas y caballitos del diablo, especialmente los de color azul que vuelan sobre el agua o reposan sobre la vegetación a la orilla del arroyo.

Un día, Jade y Carlitos notaron que los árboles y arbustos de la orilla del arroyo habían sido cortados. En lugar de ellos, los pastos habían crecido y muy cerca de ahí, se había plantado maíz en varias parcelas. Los niños observaron a muchas libélulas grandes de color café, pero ningún caballito del diablo azul; pensaron que al regresar de la escuela los encontrarían, sin embargo, no fue así. Al día siguiente durante las clases, Jade le comentó lo que habían observado a la maestra. La maestra, que era bióloga, les dijo que quizás se debía a que algunos tipos de libélulas y caballitos del diablo no se encuentran en el mismo sitio todo el año.

Un día, la clase fue de excursión al arroyo. La maestra quedó impactada al observar que en esa zona había ocurrido un cambio importante en la vegetación ribereña. Entonces recordó lo que Jade y Carlitos le habían platicado y comprendió que esto podría estar relacionado con la desaparición de los caballitos del diablo azules. Por lo tanto, para encontrar las causas, se puso a investigar. Al día siguiente, la profesora llevó a los niños a la biblioteca y les mostró un libro sobre insectos (Figura 1), Jade y Carlitos sorprendidos observaron que en una de las páginas estaba ¡el dibujo de un caballito del diablo azul!



- ¡Mira, Jade; es el mismo que encontramos en el arroyo, lo reconozco por las manchitas negras que tiene en las alas! - dijo Carlitos mientras señalaba la ilustración.

- Es conocido como... ¡Caballito de sombra azul! ... y habita en los arroyos al interior de los bosques con mucha sombra - leyó Jade.

- Como verán niños, estos animales pertenecen a un grupo de insectos acuáticos agrupados dentro del orden Odonata, en donde podemos encontrar a dos tipos. Las libélulas tienen un cuerpo robusto y grande, sus ojos ocupan la mayor parte de la cabeza, cuando están en reposo, mantienen sus alas extendidas horizontalmente y tienen un vuelo rápido. Mientras que los caballitos del diablo tienen un cuerpo delgado y pequeño, sus ojos ocupan una menor parte en la cabeza, cuando están en reposo mantienen sus alas juntas y verticales y tienen un vuelo lento (Figura 2) [2].

- ¿Ustedes ya conocían a estos pequeños animales? - preguntó la maestra.

- Sí, nosotros les decimos "avioncitos". Les encontramos volando cerca de ríos y pozos aquí en nuestro ejido - dijo Carlitos.

Figura 1. Clase en la biblioteca escolar. Autor: Juan Antonio López Díaz. Técnica: estilógrafo y lápices de colores sobre papel.



- Así es Carlitos, estos insectos viven y se reproducen en los cuerpos de agua. Cuando son larvas, viven mucho tiempo dentro del agua y cuando son adultos, viven entre la tierra y el aire - agregó la maestra.

En el libro también se mencionaba la importancia de la vegetación ribereña en la vida de los caballitos del diablo, una gran cantidad de este tipo de vegetación en los cuerpos de agua favorece su presencia, aunque no afecta la vida de las libélulas.

- Las libélulas café que ahora son muy numerosas sobre el arroyo, necesitan la luz del sol para calentarse debido a que tienen un cuerpo más grande, por ello prefieren lugares abiertos o con muy poca vegetación. Mientras que los caballitos del diablo azules, al poseer un cuerpo pequeño, necesitan lugares con sombra que ofrece la vegetación ribereña debido a que su temperatura incrementa rápidamente con la luz; además, estas plantas representan refugios contra depredadores, les permiten descansar durante la noche y, en el caso de las hembras, utilizan a las plantas acuáticas para depositar sus huevos [3] - comentó la maestra.

- ¡Ah!, ¿por eso hay menos caballitos de sombra azules en el arroyo, maestra? - preguntó Jade.

- ¡Exacto! Esto nos sugiere que su hogar ha sido transformado por la falta de árboles que ofrecen sombra - respondió la maestra.

- Por eso las libélulas café aprovecharon para vivir ahí - comentó Carlitos.

- ¿Qué podríamos hacer para que los caballitos de sombra azules regresen al arroyo? - preguntó Jade.

- Pues fácil, ¡sembrar más árboles! - dijo Carlitos.

- ¡Perfecto, niños! me parece que hemos comprendido cómo podríamos ayudar a que regresen estos insectos a su hogar - agregó la maestra.

- Pero...esto no podemos hacerlo solos... ¡Hay que decirles a todos los habitantes del ejido para que nos ayuden! - comentó un compañero.

- ¡Así es, niños! ¿Qué les parece si hacemos una obra de teatro guiñol, la presentamos a la asamblea general y pedimos su apoyo para reforestar? - preguntó la maestra.

- ¡Sí!, respondieron los alumnos muy entusiasmados.

Y es así como Jade, Carlitos y los demás alumnos crearon personajes como la libélula café, el caballito de sombra azul, una pequeña familia, una bióloga, así como otros animales y plantas del arroyo. Con ayuda de la maestra escribieron el guión y ensayaron su obra.

El día de la presentación, las niñas y niños estaban muy nerviosos, pero al ver que llegaban sus familiares, se alegraron. También, asistieron muchos pobladores para ver la obra de teatro. Después, la maestra y la asamblea platicaron acerca de la importancia de la reforestación y del uso de plantas nativas de la región que son el hogar de muchos animales y evitan que las orillas de los arroyos se derrumben. Al final de esta charla, Jade, Carlitos y sus amigos pidieron a su ejido el apoyo para realizar la reforestación.

Desde entonces, los pobladores han sembrado muchos árboles nativos cerca del arroyo y los cuidan. El cultivo de maíz se hace en áreas alejadas de los arroyos, además se han sembrado árboles frutales y café de sombra, que sirven como alimento para las

Figura 2. Libélula (izquierda) y caballito del diablo (derecha) en reposo. Autor: Juan Antonio López Díaz. Técnica: Estilógrafo y lápices de colores sobre papel.



familias que viven en el volcán. Ahora Jade y Carlitos observan cómo regresan al arroyo muchos avioncitos de diferentes formas, tamaños y colores, incluyendo al caballito de sombra azul (Figura 3).

G L O S A R I O

Depredador: Animal que necesita cazar a otros animales de distinta especie para su subsistencia (Real Academia Española, RAE).

Larva: Animal en estado de desarrollo, que ha salido del huevo y es capaz de nutrirse por sí mismo, pero no ha adquirido la forma y organización propia de los adultos de su especie (RAE).

Odonata: Orden de insectos que tienen grandes ojos compuestos, abdomen largo y fino, dos pares de alas membranosas y transparentes, y es depredador. P. ej. libélulas y caballitos del diablo (RAE).

Tacaná: Significa “Casa del Fuego” en lengua mam. Un estratovolcán ubicado en la frontera de México y Guatemala.

Vegetación ribereña: Árboles, arbustos y hierbas acuáticas, semiacuáticas o terrestres que se desarrollan en la ribera de un río o lago.

PARA CONOCER MÁS

[¹] Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2017). Plan de Manejo Integral del Volcán Tacaná y su Zona de Influencia en México y Guatemala.

[²] Corbet, P. (1999). Dragonflies: Behaviour and ecology of Odonata. Comstock.

[³] Brito, J. P., Carvalho, F. G., & Juen, L. (2021). Response of the Zygopteran Community (Odonata: Insecta) to Change in Environmental Integrity Driven by Urbanization in Eastern Amazonian Streams. *Ecologies*, 2(1), 150-163. <https://doi.org/10.3390/ecologies2010008>

Figura 3. Caballito del diablo azul volando en la vegetación ribereña recuperada. Autor: Juan Antonio López Díaz. Técnica: Acuarela sobre Fabriano.

D E L O S A U T O R E S

Biól. Juan Antonio López Díaz.¹ juan.lopez@posgrado.ecosur.mx

Dra. Ariane Liliane Jeanne Dor Roques.² ador@ecosur.mx
¹Programa de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural, El Colegio de la Frontera Sur - Unidad San Cristóbal.

²Investigadora por México del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnología, comisionada en El Colegio de la Frontera Sur - Unidad Tapachula.



Fotografía e Ilustración

El Popoyote del Grijalva

SERGIO DE JESUS SILICEO ABARCA



En el Museo de Zoología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas se encuentran resguardadas múltiples especies de animales vertebrados. Aves, reptiles y anfibios son algunos de los grupos que están bajo el resguardo de profesionales. La colección que más sobresale en este espacio es la de los peces.

Hablar de peces no es cosa menor y puede ser complejo. Aunque popularmente todos tenemos un consenso de lo que son los peces, filogenéticamente no podemos decir lo mismo. Existen alrededor de 35,700 especies de peces, los dos grupos principales son los peces sin mandíbulas (como mixinos y lampreas) y los peces con mandíbulas (como los peces cartilaginosos, los peces vertebrados y los peces pulmonados).

La familia Profundilidae abarca los géneros *Tlaloc* y *Profundulus*, son peces óseos conocidos como popoyotes. El pez retratado en esta nota se trata del Popoyote del Grijalva (*Profundulus*

punctatus), el cual mide aproximadamente 10 cm de longitud y se distribuye en los ríos costeros y la cuenca alta del Río Grijalva en Chiapas y Guatemala.

Datos técnicos de la fotografía: Cámara: Canon 80D. Distancia focal: 100mm ISO 100, F/8, 1/100s. Flash cenital con difusor 1/16.

G L O S A R I O

Filogenia: 1. f. Parte de la biología que se ocupa de las relaciones de parentesco entre los distintos grupos de seres vivos.

2. f. Biol. Origen y desarrollo evolutivo de las especies, y en general, de las estirpes de seres vivos.

D E L A U T O R

M. en C. Sergio de Jesús Siliceo Abarca. sergio.siliceoa@gmail.com

Universidad Nacional Autónoma de México.
Instituto de Investigaciones en Ecosistemas
y Sustentabilidad.

Guía de autores

Resumen ejecutivo

El objetivo de la revista de divulgación del Instituto de Ciencias Biológicas es difundir el conocimiento biológico de manera clara, precisa y accesible al público no especializado que esté interesado en ampliar su comprensión acerca de temas biológicos.

Las aportaciones para la revista se pueden redactar como notas informativas, ensayos, artículos, reportajes, entrevistas o reseñas bibliográficas. Los textos de carácter técnico y los informes de trabajo no corresponden al perfil editorial de la revista. También se incorporan fotografías e ilustraciones científicas.

Sugerimos que, en la medida de lo posible, los autores adecuen sus textos con el fin de que su mensaje sea comprensible para una persona con estudios de enseñanza media o básica.

Están invitados a participar investigadores, académicos, estudiantes de licenciatura y posgrado, egresados, técnicos académicos, administrativos de la UNICACH o de cualquier otra universidad, con textos cuyos temas se encuentren comprendidos en alguna de las áreas de las ciencias biológicas: Botánica, Zoología, Micología, Microbiología, Ecología, Evolución, Etnobiología, Sustentabilidad y Biotecnología, o cualquier otro tema relacionada a los anteriores.

Criterios de evaluación, selección y publicación

- Dominio del tema.
- Estructura lógica, coherente y ordenada del texto.
- Redacción clara, didáctica y precisa y accesible para un público no especializado.
- La extensión de la nota debe ser de 1500 palabras máximo, acompañada de por lo menos una imagen y de referencias bibliográficas.
- La guía de autores en extenso puede ser consultada en: <https://icbiol.unicach.mx>

Flujo de revisión de las notas

1. Los autores envían por correo su nota y se les notifica su acuse de recibo. Las imágenes deben ser añadidas por separado en extensión .JPG en la mejor calidad posible.
2. El comité editorial revisa la nota y dictamina si es adecuado al perfil de la revista. En este punto es posible que se emitan recomendaciones para adecuar la nota.
3. De ser favorable el dictamen anterior, el escrito se le hace llegar a uno o dos especialistas quienes emitirán el dictamen de pertinencia, incluyendo posibles correcciones técnicas.
4. Los autores devuelven la nota corregida y el comité la envía a revisión de estilo
5. Las sugerencias de estilo en la nota se hacen llegar al autor para su consideración y devolución al comité editorial
6. Se emite la carta de aceptación para los autores en formato electrónico.
7. La nota se publica en el número consecutivo de cada semestre

Periodicidad de publicación

- Cantera pública dos números al año. Para el número de febrero-junio la fecha límite de envío de la contribución es el 30 de marzo y para el número de agosto-diciembre el 30 de septiembre.
- La nota debe ser enviada a cantera.biologia@unicach.mx

Dudas o informes en:

cantera.biologia@unicach.mx y <https://icbiol.unicach.mx>



DIRECTORIO DEL INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Dra. Alma Gabriela Verdugo Valdez

DIRECTORA DEL INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Dr. Miguel Ángel Peralta Meixueiro

COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO DEL INSTITUTO
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Mtro. Carlos Alberto Gellida Esquinca

SECRETARIO ACADÉMICO DEL INSTITUTO
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Dr. José Antonio de Fuentes Vicente

COORDINADOR DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS EN BIODIVERSIDAD Y
CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS TROPICALES

C.P. Fernando Morales Gómez

SECRETARIO ADMINISTRATIVO

Dra. Maria Silvia Sánchez Cortés

MAESTRÍA EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS

Dra. Dulce María Gómez Pozo

COORDINADORA DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

Dr. Miguel Ángel Peralta Meixueiro

COORDINADOR DEL DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIODIVERSIDAD
Y CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS TROPICALES

Dr. Francisco Javier Toledo Solís

COORDINADOR DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA MARINA
Y MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS

COMITÉ ORGANIZADOR DE CANTERA

COMITÉ EDITORIAL

Iván de la Cruz Chacón

Claudia Azucena Durán Ruiz

Noé Jiménez Lang

Antonio Durán Ruiz. Revisor de estilo

Sergio Siliceo Abarca. Fotógrafo

Fridali García Islas. Ilustradora

COMITÉ TÉCNICO DE EDICIÓN

Dr. Noé Martín Zenteno Ocampo

Mtro. Salvador López Hernández

Departamento de Procesos Editoriales
de la UNICACH

APOYO INSTITUCIONAL

CONSEJO EDITORIAL DEL INSTITUTO
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Dra. Alma Gabriela Verdugo Valdez

Directora

M.en C. Carlos Gellida Esquinca

Secretario Académico

Dra. Lorena Luna Cazáres

Dr. Felipe de Jesús Reyes Escutia

Dr. Jesús Manuel López Vila

REVISORES TÉCNICOS

Biol. Sergio Siliceo Abarca

Dr. Iván de la Cruz Chacón

Dra. Marisol Castro Moreno

Dra. Claudia Azucena Durán Ruiz



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

LICENCIATURA EN MANEJO DE RECURSOS HÍDRICOS

Área de Conocimiento

Ciencias químico - biológicas, Ciencias sociales y humanidades, Ciencias administrativas,
Bachillerato general o equivalente.

Unidad Académica

Instituto de Ciencias Biológicas

Subsede

Tonalá

Modalidad: Escolarizada (Presencial)

Duración: 4 años (8 semestres)



OBJETIVO

Formar profesionistas con una visión integral en las ciencias biológicas con alta calidad humana, científica y técnica; capacitado para gestionar y coordinar estrategias, programas y proyectos enfocados al manejo y transferencia de tecnología del agua bajo el enfoque de manejo integral de cuencas.



PROGRAMAS INTERNACIONALES

Contamos con convenios con universidades nacionales e internacionales para estancias de investigación, veranos científicos y movilidad estudiantil.



<https://ceico.unicach.mx/>

<https://www.facebook.com/CEICOUNICACH>

CUOTAS

Ficha de admisión
\$500

Inscripción al semestre
\$1,000

CONTÁCTANOS

Instituto de
Ciencias Biológicas
Subsede Tonalá



C. Juan José
Calzada y Av. Pro.
Calzada de Gpe.,
Col. Evolución, en
Tonalá, Chiapas.



966 66 3 5824
966 66 3 5738



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Doctorado en Ciencias en Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas Tropicales

CONVOCATORIA 2025

Foto: Adán Gómez



Título a otorgar: Doctor (a) en Ciencias en Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas Tropicales
Líneas de investigación (SNP): 1) Biodiversidad tropical 2) Manejo y conservación de ecosistemas tropicales
Créditos: 132 a 174 créditos SATCA
Modalidad: Escolarizada **Duración:** 3-4 años (6-8 semestres)

Pertenece al Sistema Nacional de Posgrados (SNP) Categoría 1 (Investigación) del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT). Convocatoria Autorizada por el Comité Académico del Doctorado.

Objetivo:

Formar investigadores altamente capacitados en la generación de conocimientos y dominio de técnicas y métodos relacionados con la biodiversidad y su conservación, con énfasis en los ecosistemas tropicales.

Sinopsis:

El Doctorado en Ciencias en Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas Tropicales, incluye líneas de investigación acordes con las fortalezas del personal académico del Instituto y que estén estrechamente relacionadas con el conocimiento y manejo de la biodiversidad de los ecosistemas tropicales. Está centrado en la autoformación del alumno y en la resolución de problemas asociados al manejo de los recursos naturales del trópico, con un estrecho acompañamiento de un comité tutor. El Doctorado forma investigadores capacitados en el conocimiento y manejo de la diversidad de ecosistemas y recursos naturales de la región tropical; capaces de generar y analizar información; de proponer y llevar a cabo acciones de intervención sobre los procesos que inciden en los ecosistemas tropicales, las especies aprovechadas y su estado de riesgo; así como, de los servicios que los mismos ecosistemas y las especies proveen.

Requisitos pre-registro en línea:

- Un anteproyecto de investigación con el visto bueno del Director de tesis. Deberá contener planteamiento del problema y su justificación, principales referentes teóricos, objetivos, método y bibliografía (8 páginas en total).
- Carta de un profesor del Núcleo Académico Básico del programa, asumiendo el compromiso de dirigir al estudiante a lo largo del programa. *
- Título del grado de Maestría o acta de examen de grado en caso de no contar con el primer documento, certificado de estudios o documento donde compruebe un promedio mínimo de 8.0 en el área de las ciencias biológicas o afín al programa.
- Constancia de acreditación de comprensión de lectura del idioma inglés, por el Centro de Lenguas (CELE) de la UNICACH, TOEFL (450 puntos) o Cambridge Certificate (PET A2). Si opta por el examen de inglés del CELE-UNICACH se recomienda inscribirse antes del 20 de mayo de 2025.
- Convalidación del documento expedido por otra institución \$300.00 MN
- Carta de exposición de motivos y de compromiso de dedicación de tiempo completo al programa. En caso de ser aceptado y estar laborando, deberá solicitar a su jefe inmediato un permiso por escrito de dedicación de tiempo completo. *
- Dos cartas de recomendación de personas de reconocido prestigio académico.
- Currículum Vitae en formato Rizoma CONAHCYT.
- Formato de reseña de su CVU. *
- Carta de liberación de beca CONAHCYT (si tuvo beca de Maestría), en su caso evidencia de que está en trámite.
- Los aspirantes extranjeros deberán presentar sus documentos originales con el apostillado o legalización, traducido y con la acreditación del promedio mínimo de 8 en la equivalencia emitida por la dirección de Servicios Escolares.
- Sostener una entrevista con el Comité de Admisión.

*Página web: doctoradoecosistemastropicales.unicach.mx
aspirantes y alumnos-formatos descargables.

Mecanismos y criterios de selección:

- Evaluación de antecedentes académicos.
- Entrevista con el Comité de Admisión del anteproyecto de investigación.

Nota: El cupo mínimo para la apertura del Grupo es de 7 candidatos aceptados e inscritos.

Cuotas:

Admisión \$1,800.00 Inscripción \$1,500.00

Fechas importantes:

ACTIVIDAD	FECHA	UBICACIÓN
Publicación de convocatoria (vigencia).	04 de diciembre de 2024 al 30 de mayo de 2025	https://unicach.mx/?tag=MTgz
Registro y envío en línea de documentos (formato PDF).	13 de enero al 30 de mayo de 2025	https://unicach.mx/?tag=MTgz
Examen de inglés Costo \$300.00 MN	28 de marzo de 2025 y 23 de mayo de 2025	Centro de Lenguas de la UNICACH
Revisión de documentos.	02 de junio de 2025	Coordinación del PE
Publicación de la lista de candidatos preseleccionados (1ª selección: en la lista de candidatos preseleccionados aparecerá una liga que dirección a la ficha de registro y despliega el recibo de pago referenciado) y Pago del proceso de admisión (monto a pagar \$1,800.00 MN).	10 de junio de 2025 Pago del 10 al 16 de junio de 2025	https://unicach.mx/?tag=MTgz Banco Santander (cualquier sucursal en México)
Examen de conocimientos.	17 de junio 2025	Salas de cómputo del CUID, Ciudad Universitaria.
Entrevistas y defensa del anteproyecto de investigación.	18-20 de junio 2025	Aulas 1 y 2 del edificio 28 de Posgrado-Ciudad Universitaria
Publicación de candidatos aceptados	3 de julio 2025	https://unicach.mx/?tag=MTgz
Registro de inscripción en línea y pago bancaria por concepto de inscripción (monto a pagar \$1,500.00 MN)	01 al 25 de julio 2025	Página de la UNICACH, Banco Santander (cualquier sucursal en México)
Entrega de documentos en servicios escolares	29 y 30 de julio de 2025	Servicios Escolares UNICACH
Inicio de actividades	04 de agosto de 2025	Aulas 1 y 2 del edificio 28 de Posgrado-Ciudad Universitaria, UNICACH.

El plan de estudios tiene una duración máxima de ocho semestres.

I Semestre	II Semestre	III Semestre	IV Semestre	V Semestre	VI Semestre	VII Semestre	VIII Semestre
AAI	AAII	AAIII	AAIV	AAV	AAVI	AAVII	AAVIII
AAC1	AAC2	AAC3	AAC4	AAC5	AAC6	Publicación de artículo	
Coloquio Generacional				Envío de artículo científico a una revista		Publicación de artículo	
Periodo para obtener la candidatura Grado a Doctor (4)							

Nota: AAI: Actividades Académicas de Investigación.

AAC: Actividad Académica Complementaria.

Los alumnos que concluyan su investigación de tesis antes del octavo semestre y hayan obtenido un mínimo de 132 créditos y cumplido con los requisitos del plan de estudios, podrán solicitar al Comité Académico, a partir del 7º. Semestre, la exención de las actividades académicas de investigación que les resten por cumplir e iniciar el procedimiento para la obtención del grado.

Informes:

Dr. Miguel Angel Peralta Meixueira/Coordinador del programa educativo
Mra. Marusia I. Guerrero Peralta/Técnica Académica de la Coordinación

- 📍 Edificio 2, Libramiento Norte Poniente No. 1150 Col. Lomas Maciel, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
- ☎ (961) 61 70 440 ext. 4246
- ✉ doctoradoecosistemas@unicach.mx
- 📌 [doctoradoByCET](https://www.facebook.com/DoctoradoByCET)

<https://doctoradoecosistemastropicales.unicach.mx>
<https://www.facebook.com/DoctoradoByCET>





UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

LICENCIATURA EN Biología MARINA

¡Un mundo acuático por estudiar!

Licenciatura en Biología Marina en la UNICACH es una oportunidad para conocer con mayor profundidad las problemáticas de los ecosistemas marinos y costeros, así como aprovechar los recursos acuáticos y pesqueros que existen en nuestro estado y en el mundo entero para su conservación, lo que permite desarrollar en ti a un profesionista altamente calificado para proponer, promover y ejecutar proyectos dirigidos a la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales marinos, costeros y humanos.

Área de Conocimiento:

Ciencias químico-biológicas,
Físico- matemáticas,
Bachillerato general o equivalente

Unidad Académica:

Instituto de Ciencias Biológicas

Duración:

4 años (8 Semestres)

Modalidad:

Escolarizada (Presencial)

Subsede:

Tonalá



CUOTAS

Ficha de admisión
\$500

Inscripción al semestre
\$1,000

Programas Internacionales

Contamos con convenios con universidades nacionales e internacionales para estancias de investigación, veranos científicos y movilidad estudiantil

<https://ceico.unicach.mx/>
<https://www.facebook.com/CEICOUNICACH>



CONTÁCTANOS

Instituto de
Ciencias Biológicas
Subsede Tonalá



C. Juan José
Calzada y Av. Pro.
Calzada de Gpe.,
Col. Evolución, en
Tonalá, Chiapas.



966 66 3 5824
966 66 3 5738

LICENCIATURA EN Biología

Sé un profesional en el estudio científico de la vida

La Biología, es la ciencia que te permite descubrir y estudiar todas las formas y manifestaciones de vida, su estudio y acciones impactan en el bienestar, en el presente y en el futuro de todos los organismos que cohabitan en el planeta, es muy relevante para conocer, preservar y aprovechar de forma racional nuestros recursos naturales, pero también para resolver, proponer y mitigar los problemas ambientales de forma creativa y eficiente.

El quehacer biológico es muy amplio, abarca muchas áreas de interés científico y en nuestro país hay mucho por hacer, sobre todo porque México cuenta con escenarios naturales exuberantes y de gran relevancia a nivel mundial, a su vez, nuestro estado posee una biodiversidad única, por lo que estudiar la **Licenciatura en Biología, en la UNICACH**, es la mejor opción debido a que contamos con el contexto Biológico ideal para descubrir, investigar, y desarrollar acciones que coadyuven al bienestar social y ambiental de nuestro planeta.

Somos la única universidad de Chiapas que cuenta con este programa y tenemos más de 40 años formando biólogos.

Esta carrera es para ti, si:

- Tienes vocación por el estudio de los seres vivos y su entorno, respeto a la diversidad biológica y cultural e interés por el desarrollo de investigación científica en los diferentes campos de la biología.
- Posees conocimientos en los métodos básicos de estudio e investigación; así como los fundamentos de las ciencias naturales y sus relaciones con la sociedad.
- Sabes expresarte y escribir de manera clara, precisa y correcta en el idioma español y tener conocimientos básicos de inglés.
- Conoces los aspectos generales de los medios utilizados en tecnologías de la información y comunicación.
- Capacidad de observar, analizar y sintetizar información, que te conduce a una búsqueda permanente de conocimiento.

¿Qué aprenderás?:

- Solucionar creativamente problemas ambientales y sociales.
- Comprender y dominar la información sobre la complejidad, estructura y función de la vida en sus diferentes niveles de organización.



Unidad Académica: Instituto de Ciencias Biológicas

Sede: Tuxtla Gutiérrez

Grado Académico: Licenciado (a) en Biología

Modalidad: Escolarizada (Presencial)

Duración: 4 años y medio (9 Semestres)

Inicio de Clases: Agosto

Programas Internacionales: Si, contamos con convenios con universidades nacionales e internacionales para estancias de investigación, veranos científicos y movilidad estudiantil

Área de Conocimiento: Bachillerato con énfasis en las áreas Químico-biológicas, físico-matemáticas o bachillerato general

Programa educativo acreditado por: el Comité de Acreditación y Certificación de la Licenciatura en Biología A.C. (CACEB).

