

CANTERA

Gaceta de divulgación
científica del
Instituto de Ciencias
Biológicas de la UNICACH
| Año 4 |
| NÚMERO 2 |



| Apoptosis neuronal | Copales | Endófitos | El último turquito | Fotografía |



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Doctorado en Ciencias en Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas Tropicales

CONVOCATORIA 2024

Foto: Adán Gómez



Título a otorgar: Doctorado 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.

Síntesis:

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 están 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 9 de abril de 2024.
- Carta de exposición de motivos.*
- Carta 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.

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

Mecanismos y criterios de selección:

- Evaluación de antecedentes académicos.
- Examen de conocimientos (evaluación de conocimientos y habilidades de acuerdo al perfil de ingreso).
- 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 \$1,200.00 Inscripción. \$1,500.00

Fechas importantes:

Convocatoria vigente del **21 de noviembre de 2023 al 29 de mayo de 2024.**

Fechas	Actividades
9 de enero al 29 de mayo de 2024	Registro y envío en línea de documentos.
10 de junio de 2024	Publicación de candidatos preseleccionados. en el sitio web: https://www.unicach.mx/?tag=MTGz
18 de junio de 2024	Examen de conocimientos.
19 al 21 de junio de 2024	Entrevista ante el Comité de Admisión (según programación).
3 de julio de 2024	Publicación de candidatos admitidos en el sitio web: https://www.unicach.mx/?tag=MTGz
10 al 26 de julio de 2024	Inscripciones de los candidatos admitidos.
5 de agosto de 2024	Inicio de actividades.

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 _I	AAI _{II}	AAI _{III}	AAI _{IV}	AAI _V	AAI _{VI}	AAI _{VII}	AAI _{VIII}
AAC ₁	AAC ₂	AAC ₃	AAC ₄	AAC ₅	AAC ₆		
			Coloquio Generacional	Envío de artículo científico o una revista		Publicación de artículo	
Período para obtener la candidatura Grado a Doctor (a)							

Nota: AAI: Actividad Académica de Investigación.

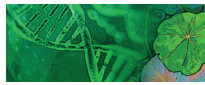
AAC: Actividad Académica Complementaria.

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 Meixueiro/Coordinador de Investigación y Posgrado
Mtra. Marusia I. Guerrero Peralta/Técnica Académica de la Coordinación

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

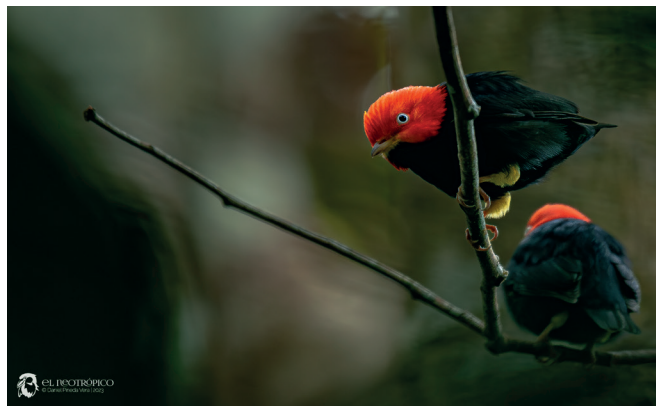


Portada

Ilustración de Fridali García Islas, representación libre de un pasaje del cuento El último turquito de Don Miguel Álvarez del Toro.

Contraportada

Fotografía de Daniel Pineda Vera, imagen del Turquito (*Ceratopipra mentalis*), el macho tiene un plumaje negro, la cabeza y la nuca de color rojo, con muslos de color amarillo y patas marrón. La hembra es de color verde oliva opaco con partes inferiores verde amarillentas y patas marrón.



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, y 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. Nadie mejor para popularizar la ciencia que quien la genera o la estudia.

Para este número **CANTERA** integra once escritos. El texto inicial narra en aspectos sencillos, como las neuronas, en algunas ocasiones, preparan con alevosía y ventaja su muerte. Le siguen dos aportaciones con tintes botánicos, la primera nos señala estudios para descubrir los aspectos genéticos que determinan la abundancia de la molécula que da origen al pigmento del achiote; la segunda es sobre los copales, árboles que liberan una resina fragante con usos ceremoniales desde tiempos prehispánicos. Enseguida esta la lectura sobre bichos microscópicos, llamados endófitos, que habitan en el interior de las plantas y que producen moléculas con relevancia ecológica y biotecnológica. Una nota zoológica nos muestra como es un día en el zoológico realizando actividades para el bienestar de los animales. Además, un grupo de investigadores nos cuentan como se realiza un estudio para detectar bacterias patógenas en las arenas de las playas chiapanecas. También se relata el alcance que han tenido las Olimpiadas de la Biología (capítulo Chiapas), una actividad de vocación científica orientada a estudiantes de enseñanza media superior, que en los últimos años se organiza en el Instituto de Ciencias Biológicas. Como ya es costumbre, está presente la sección Cuéntanos tu tesis, en esta ocasión se reseña el camino y las anécdotas que implicó la realización de la tesis de doctorado de una connotada investigadora del Instituto. Nos llena de alegría incorporar el cuento **El último turquito de Don Miguel Álvarez del Toro**, un cuento ya legendario en la biología, estaremos siempre agradecidos a su heredera Barbarela Álvarez Pérez por la autorización. Para enmarcar el cuento hemos preparado un preámbulo e ilustraciones originales que ojalá les agraden.

Cerramos con la presentación por primera vez del concurso de fotografía de la tradicional Semana de la Biología del Instituto de Ciencias Biológicas, donde se pone de manifiesto el talento de los estudiantes en el arte de fotografiar a la biodiversidad. Cada fotografía va acompañada de la información sobre la técnica utilizada así como una breve explicación de la imagen.

Esperamos que este sexto número tenga la misma o una mejor recepción que los números anteriores.

Buena lectura
Comité Editorial



Contenido

Gaceta de divulgación científica del Instituto de Ciencias Biológicas

Presentación

Apoptosis neuronal: ¿Una muerte necesaria?

Paola Belem Pensado Guevara y Daniel Hernández Baltazar

Copales: aromas y saberes

Alejandra Janeth Díaz López e Iván de la Cruz Chacón

Una letra que predice el futuro del Achiote

Ana Lucía López Gurgua y Renata Rivera Madrid

¿Qué son, en dónde viven y qué hacen los hongos endófitos?

Alma Rosa González Esquinca y Christian Anabí Riley Saldaña

Día a día en el ZooMAT: Experiencias en el entrenamiento animal

Paola Liévano Oropeza

La contaminación en el santuario Puerto Arista, Chiapas

Mariana de Jesús Fonseca-Hernández, Estefanía Miranda-Orozco, Jesús Manuel López-Vila y Javier Gutiérrez-Jiménez

Las Olimpiadas de Biología, capítulo Chiapas

Marisol Castro Moreno

Cuéntanos tu tesis

Un viaje extraordinario. Mis estudios en el doctorado

María Adelina Schlie Guzmán

Chiapas, en láminas de celulosa | Preámbulo para El Último Turquito

Daniel Pineda Vera

El Último Turquito Miguel Álvarez del Toro

Ilustraciones: Fridali García Islas

XIII Concurso de Fotografía de la Semana de la Biología del Instituto de Ciencias Biológicas de la UNICACH

Miguel Ángel Peralta Meixueiro

Fotografías:

Carlos Alberto Solís Sarmiento

Samuel Enrique Castellanos Hernández

Julio César Hernández Ramos

Diego Amando Escobar Pacheco.

CANTERA, Año 4, número 2, agosto-diciembre de 2023, 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.: 96170400, www.unicach.mx, cantera.biologia@unicach.mx. Editor responsable: Iván de la Cruz Chacón. 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 del Comité editorial 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**



Apoptosis neuronal: ¿Una muerte necesaria?

PAOLA BELEM PENSADO GUEVARA Y DANIEL HERNÁNDEZ BALTAZAR

Las células poseen mecanismos de destrucción o muerte para mantener el equilibrio fisiológico en el cuerpo, mejor conocido como homeostasis. Sin embargo, dependiendo del factor que causa el estrés (estresor), se activan otros tipos de muerte celular entre ellos, la necrosis, la necroptosis, la piroptosis, la autofagia y la apoptosis, para los cuales los principales estresores son el trauma o golpe accidental, la presencia de células cancerígenas, la aparición de fiebre por infección, la desnutrición y la necesidad de remodelar tejidos, respectivamente.

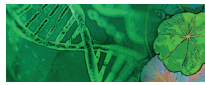
En el caso particular de la muerte celular por apoptosis, se trata de un proceso que evita dañar a las células vecinas, se ha descrito que desde la concepción y la formación embrionaria es clave para el desarrollo de órganos (organogénesis), como el hígado, el intestino, el riñón, el páncreas, el cerebro, entre otros; o bien es parte de la remodelación tisular en la etapa adulta. La participación de la apoptosis en la remodelación de tejidos puede confirmarse con un sencillo experimento; invitamos al lector a imaginar que está en un quirófano y extrae un fragmento del hígado de un individuo que presenta daño hepático, luego deja transcurrir dos semanas para descubrir que el hígado se regenera y recupera su forma y casi el 100% de su funcionalidad ¿Por qué retoma su forma y función?, ¿Por qué no crece más? Al analizar cortes histológicos en modelos animales que simulan ese procedimiento, se ha descubierto que, si bien las células hepáticas proliferan rápidamen-

te, éstas van muriendo gradualmente mediante apoptosis, lo cual evita el crecimiento anormal del hígado. Durante este proceso, existen dos proteínas claves: el factor de crecimiento de hepatocitos, que favorece la supervivencia celular, y la forma activa de la enzima caspasa-3, la cual indica que la apoptosis está presente.

Notamos con este ejemplo que la muerte celular posee beneficios y perjuicios que se cruzan en una delgada línea dependiendo en gran medida del tipo de estresor, de la frecuencia y la temporalidad en la que ocurre; no obstante, las células hepáticas pueden proliferar, pero ¿qué sucede con las que no? Partiendo de esta inquietud, en este escrito nos enfocaremos en la apoptosis neuronal, desglosando: 1) las etapas que permiten su activación (atrofia, pérdida de fenotipo y neurodegeneración), seguido de 2) la instauración del proceso apoptótico tomando como referente a la caspasa-3, para finalmente 3) nombrar las principales enfermedades neurológicas vinculadas a la exacerbada apoptosis neuronal.

1. ¿Cuáles son las etapas del daño neuronal?

La apoptosis puede ser activada por eventos de hipoxia-isquemia (ausencia de oxígeno), trauma (golpe), infección (invasión por microorganismos) o intoxicación (envenenamiento celular), o bien, como hemos revisado anteriormente, como “regulador” de la remodelación del tejido. Por ejemplo, a nivel cerebral, la alteración del entorno neuronal debido a toxicidad celular (ocasionada por iones metálicos



o toxinas) genera que las mitocondrias, organelos celulares importantes para la respiración celular, fallen, propiciando estrés. A nivel celular, estas alteraciones pueden ser distinguidas mediante cambios en el tamaño y la forma (alteración morfométrica) y son normalmente descritos como atrofia (cambios anormales en la forma celular), pérdida de fenotipo (pérdida de la función celular) y neurodegeneración, entendido como la suma de un cambio atípico en la forma y la función celular, que limita la supervivencia de ésta.

Revisemos algunos detalles de estos procesos. La atrofia se caracteriza por el cambio progresivo en la forma y volumen neuronal, lo que puede dar lugar a la pérdida de fenotipo, proceso que implica la pérdida de la capacidad de expresar genes y proteínas determinantes de la función celular. Cuando la atrofia y la pérdida de fenotipo ocurren es indicativo de que la neurodegeneración y la muerte celular son inminentes (Figura 1).

En el cerebro, un ejemplo de esta dinámica es la degeneración de las neuronas dopaminérgicas residentes de un núcleo cerebral conocido como *substantia nigra pars compacta*. Esta estructura es clave en la producción del neurotransmisor dopamina. Las neuronas dopaminérgicas nigrales son altamente susceptibles al estrés porque contienen en su citoplasma altos niveles de hierro y bajos niveles de enzimas anti-oxidantes como la glutatión-peroxidasa. Por esta razón, las neuronas productoras de los neurotransmisores dopamina, serotonina y noradrenalina son vulnerables a enfrentar constantemente estrés celular, que puede derivar en apoptosis.

2. ¿Cómo identificar el establecimiento de la apoptosis a través de marcadores celulares?

Al ser la apoptosis un proceso regulador de la remodelación del tejido requiere proteínas espe-

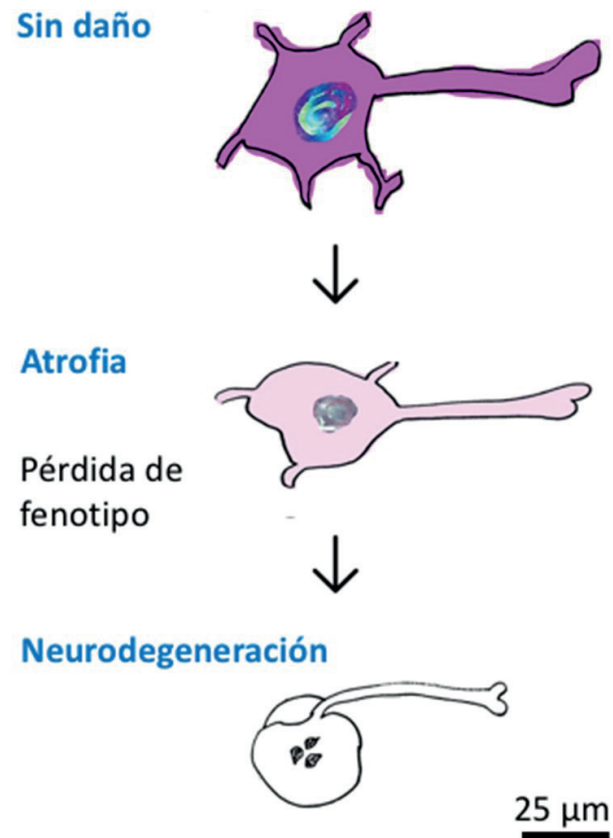


Figura 1. Apoptosis neuronal. Las neuronas son células constituidas de un soma y un axón, estructuras que junto a la flexibilidad del citoesqueleto facilitan el cambio de forma y volumen ante el estrés.

cíficas, es el caso de la caspasa-3. Siguiendo el ejemplo de daño por intoxicación, la activación de la caspasa-3 tendrá dos "momentos protagónicos": promover la muerte celular cuando es producida en las neuronas dopaminérgicas, e inducir la proliferación celular, para contener el daño, cuando es producida por las células gliales, células que rodean a las neuronas.

De modo tal, que cuando nos interesa estudiar el curso temporal de la aparición y duración de procesos celulares como la atrofia, pérdida de fenotipo, neurodegeneración, la caspasa-3 es el marcador biológico de primera elección.

La muerte celular por apoptosis se refiere a un proceso que evita dañar a las células vecinas; se ha descrito que desde la concepción y la formación embrionaria es clave para el desarrollo de órganos

3. ¿Cuáles son las consecuencias clínicas de la exacerbada apoptosis neuronal?

Siguiendo con nuestro ejemplo, el daño de las neuronas dopaminérgicas favorece la activación de la microglía y los astrocitos, células implicadas en la neuroinflamación. A nivel cerebral, la degeneración neuronal progresiva es causante del desarrollo de distintas patologías, como la enfermedad de Parkinson y el Alzheimer.

Existen tratamientos que pueden retardar la progresión del daño neuronal, los cuales utilizan fármacos, productos naturales y terapias basadas en la modificación de genes y proteínas (terapia génica) para prevenir o detener la muerte celular inadecuada.

Conclusión

Las neuronas tienen una vida prolongada, pero no viven para siempre. La destrucción masiva de neuronas a causa de una mala señalización o presencia de agentes estresores favorece el establecimiento y progresión de enfermedades que afectan gradualmente la memoria y las capacidades motoras.

[3] Hernandez-Baltazar, D., Nadella, R., Zavala-Flores L.M., Rosas-Jarquín, C.J., Rovirosa-Hernandez, M.J., Villanueva-Olivo, A. (2019). Four main therapeutic keys for Parkinson's disease: A mini review. *Iran J Basic Med Sci*, 22(7), 716-721. <http://doi.org/10.22038/ijbms.2019.33659.8025>

[4] Barrientos Bonilla, A.A., Montejó López, W., Pensado Guevara, P.B., Varela Castillo, G.Y., Hernández Baltazar, D. Estrategias para el estudio del cerebro. (2023). *La Ciencia Aplicada en Chiapas*. 10, 56-59. <https://icti.chiapas.gob.mx/programas/revista/LaCienciaAplicada10.pdf>

[5] Barrientos-Bonilla, A. A., Nadella, R., Pensado-Guevara, P. B., Sánchez-García, A. D. C., Zavala-Flores, L. M., Puga-Olguín, A., Villanueva-Olivo, A., & Hernandez-Baltazar, D. (2021). Caspase-3-related apoptosis prevents pathological regeneration in a living liver donor rat model. *Advances in medical sciences*, 66(1), 176-184. <https://doi.org/10.1016/j.advms.2021.02.003>.

G L O S A R I O

Neuronas dopaminérgicas. Producen el neurotransmisor dopamina.

Células gliales. Dan soporte, proveen nutrientes o funcionan como parte del sistema inmunológico cerebral.

Neurotransmisor. Molécula producida a nivel cerebral la cual permite la comunicación entre neuronas y otras células.

P A R A C O N O C E R M Á S

[1] Bonda, D. J., Baji, V. P., Spremo-Potparevic, B., Casadesus, G., Zhu, X., Smith, M. A., & Lee, H. G. (2010). Cell cycle aberrations and neurodegeneration. *Neuropathology and applied neurobiology*, 36(2), 157-163. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2990.2010.01064.x>

[2] Moujalled, D., Strasser, A., & Liddell, J. R. (2021). Molecular mechanisms of cell death in neurological diseases. *Cell death and differentiation*, 28(7), 2029-2044. <https://doi.org/10.1038/s41418-021-00814-y>

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

M. en C. Paola Belem Pensado Guevara¹. paoly_R21@hotmail.com

Dr. Daniel Hernández Baltazar². danielhernandez@uv.mx

¹ Instituto de Neurootología, Universidad Veracruzana.

² IxM CONAHCyT-Instituto de Neurootología, Universidad Veracruzana.

Copales: aromas y saberes

Alejandra Janeth Díaz López
e Iván de la Cruz Chacón

Con la llegada de noviembre, en México, las calles, los mercados, los cementerios y miles de hogares se preparan para la celebración del "Día de muertos", una festividad de origen prehispánico, en la que muchas familias honran a sus seres queridos fallecidos preparando altares de diversos tamaños y colores, en donde se ofrenda una variedad de comidas, objetos personales; se decoran con el amarillo de la flor de cempasúchil (*Tagetes erecta*) y, por supuesto, con el inigualable aroma del copal, cuya fragancia inunda el ambiente, que recuerda con amor a los seres añorados año con año.

La palabra "copal" deriva del vocablo náhuatl *copalli* que significa "incienso" y algunas veces se ha traducido como "que huele" o "que tiene aroma", hace referencia tanto a las resinas aromáticas como a los diversos árboles de donde proceden. Las resinas se obtienen de varios géneros botánicos, pero destaca el género *Bursera* de la familia Burseraceae, que es actualmente el de mayor volumen de producción e importancia comercial [1,2].

En México se conocen alrededor de 90 especies de burseras, 80 de ellas son **endémicas**, los estados con mayor diversidad son Guerrero, Michoacán y Oaxaca [3], en Chiapas se ha documentado la presencia de 17 especies [4]. Según inferencias de investigadores botánicos, aún faltan algunas burseras por descubrir y describir [5].

Los copales son abundantes y típicos en las selvas secas mexicanas (desde el sur de Sonora hasta Chiapas), en esa vegetación hay una es-



En México se conocen alrededor de 90 especies de burseras

tación de lluvias y otra de sequía muy marcadas [3]. Los copales están muy bien adaptados a este ambiente; cada año en temporada de seca, los árboles tiran todas sus hojas, mientras que, con la menor provocación de las lluvias, se renuevan, florecen fugazmente y fructifican [2,6].

El copal se usa desde los tiempos del México antiguo.

Nuestros antepasados del México prehispánico quemaban el copal sobre las brasas ardientes, el humo resultante, fue nombrado Iztacteteo (el "dios protector"); se empleaba como ofrenda en ceremonias rituales, entre ellas, la celebración de la madre tierra, el nacimiento, la muerte y la siembra y la cosecha de la milpa. Estuvo asociado a la lluvia y a la fertilidad. Tenía una fuerte conexión simbólica con el maíz, ya que han sido encontrados juntos en ofrendas en varios lugares significativos para los aztecas. En varias culturas precolombinas, dado su aprecio ceremonial, el copal fue

parte de las redes de intercambio y comercio [1, 2, 7, 8].

Por su consistencia viscosa, también se empleó como pegamento para incorporar piedras preciosas y conchas en máscaras; para elaborar pinturas que se mezclaban con pigmentos naturales para decorar murales, y como “chicle para mascar” similar a las gomas de los chicozapotes (*Manilkara zapota*) [1, 2, 7, 8].

Aun con la colonización europea, el copal ha mantenido su significado ceremonial, ya que se incorporó a las celebraciones religiosas de varias comunidades mestizas e indígenas que adoptaron el cristianismo, particularmente el catolicismo, como religión. Por consiguiente, el copal es considerado uno de los componentes del **sincretismo** de los pueblos tradicionales. Resultado de dicho legado cultural, el copal aún se emplea en actividades ceremoniales de los pueblos para pedir por lluvias y agradecer por las cosechas, como ofrenda a “Dios” o a algún santo, en los funerales y en ceremonias de las iglesias [1, 2, 7, 8].

En la medicina tradicional, el copal es usado para aliviar algunas enfermedades: frotando sus hojas se alivian dolores de cabeza, con la resina se tratan picaduras de alacrán y afecciones de la piel provocado por hongos, con su cáscara se prepara té o infusiones para aliviar la tos y afecciones del sistema respiratorio; según relatos -principalmente de personas mayores-, el copal fue parte de las infusiones empleadas para prevenir y tratar el COVID-19 ante la ausencia de una cura o tratamiento [9].

La naturaleza química del aroma del copal.

Las resinas de copal se distinguen de otros exudados botánicos, como el látex, las gomas, las ceras y los mucílagos, ya que son mezclas complejas de pequeñas moléculas llamadas terpenos que no son solubles en agua [10]. En esta mezcla

química, hay moléculas de 10 y 15 átomos de carbono responsables de la fragancia etérea y moléculas de 20 y 30 carbonos que le proporcionan la consistencia o viscosidad. Cuando las resinas del copal están recién exudadas son de apariencia líquida y traslúcida y de consistencia viscosa, con el tiempo se convierten en sólidas de color marrón, amarillo o blanco que se asemeja al ámbar, este proceso sucede por reacciones químicas de polimerización y oxidación de sus componentes originales [10, 11].

El olor de los copales es entonces un pequeño microcosmo químico de decenas de terpenos que están en proporciones desiguales, por ejemplo, la resina del copal blanco (*Bursera bipinnata*) está constituida de 23 moléculas, el -felandreno, el terpinoleno y el cariofileno son los principales componentes del olor, mientras que la viscosidad la confieren mayormente beta-amirina y alfa-amirina [12].

Las resinas son el mecanismo de defensa de las plantas contra herbívoros, fitopatógenos y otros organismos, ya sea porque varias de sus moléculas tienen la capacidad de inhibir el crecimiento de microorganismos o porque con sus consistencias sellan las heridas y crean una barrera que impide la entrada de enemigos naturales [11].

Extracción de resinas

La extracción del copal es una actividad arraigada en algunas comunidades rurales de México, principalmente en Guerrero, Morelos y Puebla, en donde el proceso muestra grados de manejo bien desarrollados, en el que pueden participar varios integrantes de las familias campesinas, aunque los hombres son los principales “copaleros”. Para la extracción, las cortezas de los troncos o ramas de los árboles se hieren con cuchillas afiladas especiales o machetes, se deja que la resina exude por días o semanas y se



acumule en forma sólida en recipientes de plásticos, pencas de maguey o simplemente que descienda por el tronco del árbol. A veces la herida se renueva con incisiones sobre las heridas anteriores o muy cerca de ellas. Comunidades con mayor grado de manejo de los copales tienen la astucia de seleccionar los árboles sanos, los que tengan una edad y tamaño adecuados y sobre todo los que liberan una mayor cantidad de resina o una resina más fragante, incluso algunos copaleros dañan solos las ramas y no el tronco principal. También se aprovechan las exudaciones naturales de los árboles, de modo que se recolectan las "lagrimas" de heridas en la corteza, de desprendimientos de ramas o incluso de las picaduras de insectos [2,7].

Las especies más documentadas en México para la extracción de resina fragante son el copal blanco (*Bursera bipinnata*) y el copal santo o copal ancho (*Bursera copallifera*), aunque hay reportes que se aprovecha entre 15 a 30 especies de burseras que generan *copalli* [2,7].

Sin duda alguna, los copales son resinas fragantes que sincretizan los saberes y los olores de México. Su uso, conocimiento y aprecio se originaron desde el México antiguo y se enriqueció con la colonización española; futuros estudios antropológicos, etnobiológicos, fitoquímicos permitirán conocer, apreciar y conservar mejor este patrimonio biocultural.

Glosario

Sincretismo: Combinación de distintas teorías, actitudes u opiniones.

PARA CONOCER MÁS

- [1] Montufar López, A. (2004). Identidad y simbolismo del copal prehispánico y reciente. *Arqueología*, (33), 60-71.
 [2] Purata, S. E. (2008). Uso y manejo de los copales aromáticos: resinas y aceites. CONABIO/RAISES.
 [3] Rzedowski, J., Lemos, R. M., & Rzedowski, G.

C. (2005). Inventario del conocimiento taxonómico, así como de la diversidad y del endemismo regionales de las especies mexicanas de *Bursera* (Burseraceae). *Acta Botanica Mexicana*, (70), 85-111.

[4] Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 87(3), 559-902.

[5] León de la Luz, J. L., Medel Narváez, A., Domínguez-Cadena, R. (2017). A new species of *Bursera* (Burseraceae) from the East Cape Region in Baja California Sur, Mexico. *Acta Botanica Mexicana*, 118: 97-103.

[6] Hernández-Rodríguez, Z. G., Castro-Moreno, M., González-Esquinca, A. R., & de-la-Cruz-Chacón, I. (2021). Fenología de *Bursera simaruba* y *Bursera tomentosa* en un bosque tropical seco de Chiapas, México. *Madera y Bosques*, 27(3), 1-15.

[7] Linares, E., Bye, R. (2008). El copal en México. *CONABIO. Biodiversitas*, (78), 8-11.

[8] Cházaro-Basañez, M., Mostul, B. L., García-Lara, F. (2010). Los copales mexicanos (*Bursera* spp.). *Revista científica internacional dedicada al estudio de la flora ornamental*, 57.

[9] Blancas, J., Abad-Fitz, I., Beltrán-Rodríguez, L., Cristians, S., Rangel-Landa, S., Casas, A.,

Torres-García, I & Sierra-Huelsz, J. A. (2022). Chemistry, Biological Activities, and Uses of Copal Resin (*Bursera* spp.) in Mexico. *Springer Nature AG*, 1-14.

[10] Gigliarelli, G., Becerra, J., Curini, M.; M. C. Marcotullio. (2015). Chemical Composition and Biological Activities of Fragrant Mexican Copal (*Bursera* spp.) *Molecules*. 20 (12): 22383-22394

[11] Langenheim, J. H. (2003). *Plant resins: chemistry, evolution, ecology and ethnobotany*. Portland, Cambridge: Timber Press

[12] Abad-Fitz, I., Maldonado-Almanza, B., Aguilar-Dorantes, K.M., Sánchez-Méndez, L., Gómez-Caudillo, L., Casas, A., Blancas, J., García-Rodríguez, Y.M., Beltrán-Rodríguez, L., Sierra-Huelsz, J.A., et al. (2020). Consequences of Traditional Management in the Production and Quality of copal resin (*Bursera bipinnata* (Moc. & Sessé ex DC.) Engl.) in Mexico. *Forests*, 11, 991.

DE LOS AUTORES

Alejandra Janeth Díaz López. ibq.aledilo@hotmail.com
 Iván de la Cruz Chacón. ivan.cruz@unicach.mx
 Laboratorio de Fisiología y Química Vegetal, Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Una letra que predice el futuro del Achiote

ANA LUCÍA LÓPEZ GURGUA Y RENATA RIVERA MADRID

El tascalate, la cochinita pibil y el tasajo son alimentos tradicionales que se consumen en el estado de Chiapas, México, y tienen al achiote como ingrediente común. El achiote (*Bixa orellana* L.) es un árbol de flores vistosas blancas, rosas o moradas; su fruto es una cápsula ovoide con colores que van del verde al rojo con o sin espinas (Bonilla, 2009) (Figura 1). Esta planta produce un pigmento llamado bixina que se acumula principalmente en las semillas (Figura 2). La bixina es importante como colorante en la industria alimenticia, cosmética y farmacéutica, por ello en México se ha prestado atención al cultivo del achiote, por lo que se ha incluido en programas de bienestar social (SNICS, 2017). La problemática actual de su plantación se divide en dos puntos importantes; a) no se cuenta con variedades registradas que contengan las cualidades agronómicas deseadas para una óptima producción de semillas y contenido de pigmento por kilogramo de semilla; b) a falta de variedades agronómicas no se pueden establecer siembras en campo homogéneas que aseguren una producción de semillas y contenido de pigmento predecible.

¿Existe alguna forma de predecir qué variantes de achiote producen más bixina? Anteriormente solo se podía hacer a través de la observación y diferenciación de la morfología de estas plantas; actualmente, se pueden aplicar herramientas de biología molecular que permitan identificar variaciones genéticas, tales como los marcadores moleculares.

¿Qué son los marcadores moleculares?

Cuando leemos “marcador” es fácil relacionarlo con un marcatextos, su función es señalar

algo que nos interesa, así funciona un marcador molecular. Por tanto, se usan moléculas como marcadores para asociarlas a algún rasgo de interés; en el achiote, podemos asociar los marcadores moleculares al contenido de bixina. Estas moléculas pueden ser las que se encuentran en el ADN (ácido desoxirribonucleico).

Cada ser vivo cuenta con una estructura llamada ADN, única para cada especie, sin embargo, dos individuos de la misma especie comparten, en su mayoría, la misma información, pero una mínima porción de ella es diferente. Una de las diferencias que pueden existir son los llamados Polimorfismos de un Solo Nucleótido (SNP por sus siglas en inglés *Single Nucleotide Polymorphism*, pronunciación: *esnip*), que son variantes que afectan el ADN en un solo nucleótido, y que a su vez pueden usarse como marcadores moleculares, para poder entenderlo echemos un vistazo al ADN.

¿Qué es un SNP?

El ADN contiene la información genética necesaria para construir las células y los tejidos de un organismo, su estructura primaria son polímeros lineales compuestos de monómeros (Lodish *et al.*, 2005), también llamados nucleótidos, que pueden ser usados como marcadores moleculares. El ADN tiene cuatro nucleótidos distintos: Adenina, Guanina, Timina y Citocina, que se abrevian con las letras A, G, T y C, respectivamente, cuya longitud y secuencia forman un *código genético* con instrucciones para la célula, técnicamente llamada secuencia de ADN. El SNP, entonces, es el cambio de uno de estos nucleótidos por otro, dentro de una fracción de la secuencia de ADN, por ejemplo,



se reemplaza una Guanina (G) por una Adenina (A) (Figura 3). Cuando la presencia de los SNPs se asocia a un rasgo en un organismo, funciona como un marcador molecular.

Mejora genética del achiote

El mejoramiento genético busca desarrollar variedades de cultivos para aumentar o mejorar su rendimiento, darle un aspecto más atractivo, o incrementar algún compuesto químico de interés agroindustrial, como sucedería con la bixina en el achiote.

En 2016, el grupo de investigación de la Dra. Renata Rivera en el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), desarrolló marcadores moleculares asociados a las características morfológicas, como el color de la flor, color del fruto y la producción de bixina, (Trujillo-Hdz et al., 2016). En ese trabajo, primeramente, se describieron 16 plantas de achiote que por su similitud y disimilitud en su morfología se agruparon en tres grupos (Figura 1). Posteriormente, se identificaron SNPs en fragmentos de la secuencia de ADN del achiote y fueron asociados a las características morfológicas de cada planta; esta asociación permitió dividir las muestras en tres **haplotipos** o grupos; sorprendentemente, estos tres haplotipos corresponden a los tres grupos previamente caracterizados por rasgos morfológicos. De esta manera, se generaron marcadores moleculares para identificar en las primeras etapas de desarrollo del achiote el grupo al cual pertenecen y así, por ejemplo, hacer



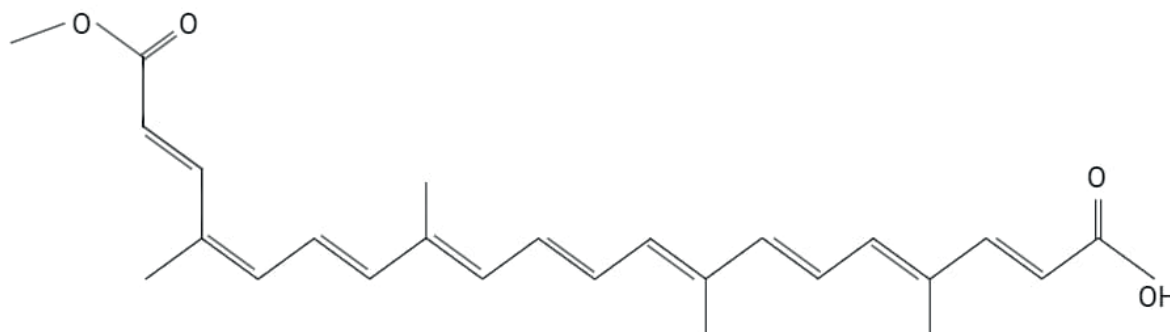
Figura 1. Planta de achiote y flores de los grupos representativos. Fotografía: Rodolfo Pech Hoil.

una selección concreta de qué **acesiones** de achiote tendrán flores blancas o rosas y cuánta bixina producirán (Figura 4).

Perspectivas de mejora en el cultivo del achiote

Gracias a la secuenciación masiva de **genomas** de plantas, en particular las que se han obtenido de achiote, se pueden seguir analizando más fragmentos de ADN en busca de más SNPs para asociarlos a características morfológicas de interés agroindustrial y de esta forma contar con más marcadores moleculares. Adicionalmente, se analizará el *genoma* completo para hacer una asociación más robusta y precisa con otras características de interés de esta planta, con el propósito de poder determinar variedades agronómicas potenciales de achiote.

Figura 2. Estructura química de la molécula de bixina



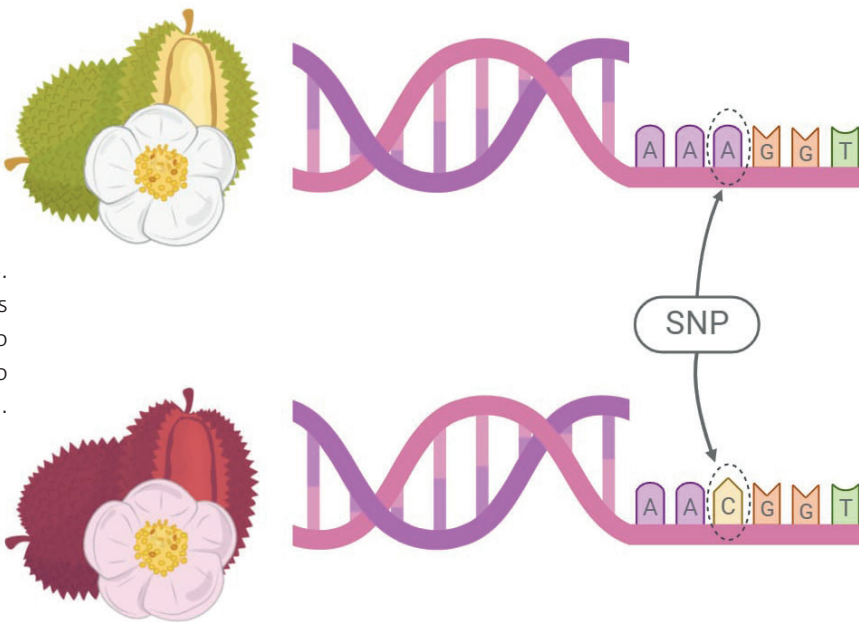


Figura 3. Polimorfismos de un Solo Nucleótido (SNP).

Cada ser vivo cuenta con una estructura llamada ADN, única para cada especie, sin embargo, dos individuos de la misma especie comparten, en su mayoría, la misma información, pero una mínima porción de ella es diferente

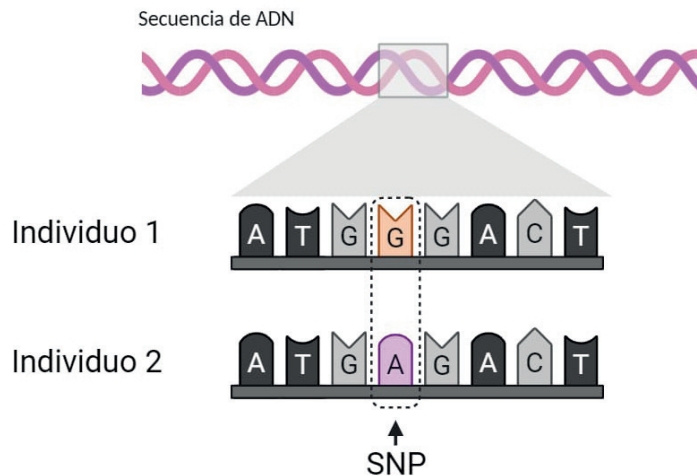


Figura 4. SNPs identificados en un fragmento de DNA presentados en las accesiones de achiote.

REFERENCIAS

[¹] Bonilla J. (2009). *Manual del cultivo de achiote*. Proyecto de desarrollo de la cadena de valor y conglomerado agrícola. Nicaragua.
 [²] Lodish, H. et al. (2005). *Biología celular y molecular*. (5th ed). Medica Panamericana.
 [³] SNICS (2017). Achiote (*Bixa orellana* L.): Generalidades de la Red Achiote. <https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/achiote-bixa-orellana-l>
 [⁴] Trujillo-Hdz, J.A., Cárdenas-Conejo, Y., Turriza, P.E., Aguilar-Espinosa, M., Carballo-Uicab, V., Garza-Caligaris, L.E., Comai, L. & Rivera-Madrid, R. (2016). Functional polymorphism in lycopene beta-cyclase gene as a molecular marker to predict bixin production in *Bixa orellana* L. (achiote). *Mol Breeding*. 36: 135. <https://doi.org/10.1007/s11032-016-0555-y>.

GLOSARIO

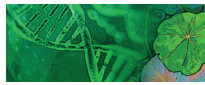
Haplotipo: Combinación o conjunto de SNPs que tienden a ser heredados juntos.
Accesiones: Lote de semillas de una especie que representa un cultivar o una población.
Genoma: Secuencia total de DNA que posee un organismo.

DE LOS AUTORES

Ana Lucía López Gurgua. anagurgua@gmail.com
 Renata Rivera Madrid. renata@cicy.mx
 Unidad de Biología Integrativa. Centro de Investigación Científica de Yucatán.

AGRADECIMIENTOS

Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) (Fronteras de la Ciencia No. 2016-01-1716). Ana Lucía López Gurgua agradece beca CONAHCYT No: 836832.



¿Qué son, en dónde viven y qué hacen los hongos endófitos?

ALMA ROSA GONZÁLEZ ESQUINCA Y CHRISTIAN ANABÍ RILEY SALDAÑA

Hay dos grupos grandes de hongos endófitos, los llamados clavicipitaceos que parasitan a algunos pastos y que tal vez fueron los primeros en descubrirse y los no clavicipitaceos que parasitan al resto de plantas.

Los endófitos fúngicos son microorganismos que, en algún momento de su vida, pueden colonizar los tejidos internos de una planta sin causarle daño aparente, esto incluiría aquellos organismos endófitos que tienen una fase epífita más o menos larga y también patógenos latentes que pueden vivir sin síntomas en sus hospederos durante algún tiempo, excluyendo a los hongos patógenos y a los micorrízicos [1]. Suelen establecerse si no en todas las plantas, en casi todas, a través de las raíces, las hojas o heridas. La colonización de las hojas puede darse a través de la germinación de esporas que se introducen por los estomas hasta que por división de las hifas llegan a las células del mesófilo, por poros o canales de penetración de células epidérmicas; en tanto que en las raíces laterales y zonas de elongación se da por hifas de penetración epidérmica o pequeñas estructuras similares a un apresorio. Pueden diseminarse a otros órganos de la planta a través del sistema vascular, o del apoplasto.

Hay dos grupos grandes de hongos endófitos, los llamados clavicipitaceos que parasitan a algunos pastos (Hypocreales; Ascomycota) y que tal vez fueron los primeros en descubrirse y los no clavicipitaceos que parasitan al resto de plantas. Los primeros con frecuencia aumentan la biomasa vegetal, confieren tolerancia a la sequía y producen sustancias químicas que son tóxicas para animales y que disminuyen

la herbivoría en las plantas; normalmente se transmiten por semillas [2] y su colonización es intercelular, dependiendo de los nutrientes del apoplasto para su crecimiento. Los segundos (Ascomycota o Basidiomycota) según los tejidos, el tipo de colonización y su transmisión se dividen en tres clases. En este grupo no están muy claras las ventajas para uno y otro organismo, usualmente los endófitos toman nutrientes y se protegen en el interior de la planta hospedera y en retribución se cree que incrementan el crecimiento o aumentan la tolerancia al estrés al producir metabolitos secundarios bioactivos como esteroides, alcaloides, fenoles, isocumarinas, xantonas, quinonas y terpenoides [3], metabolitos que a la planta le brindan protección y resistencia contra herbívoros y/o microorganismos. Con diferentes formas y tamaños pueden habitar las células o sus alrededores, incluyendo el tejido vascular. Logran diseminarse a todas las partes de las plantas.

Se conoce que las plantas biosintetizan moléculas con diversas actividades biológicas que el hombre aprovecha, entre otros, como analgésicos (morfina), anestésicos (connina), estimulantes (cafeína, nicotina), antibióticos (sanguinarina), antitumorales o como pigmentos vegetales, productos cosméticos, aceites esenciales, insecticidas, herbicidas y fungicidas. Es decir, estas moléculas fabricadas por las plantas, brindan muchos beneficios para la

humanidad. Se conoce también que los metabolitos bioactivos son sustancias naturales orgánicas producidas por microorganismos que poseen actividades en bajas concentraciones contra otros microorganismos, y por tanto tienen potencial antibiótico; estos microorganismos, también pueden vivir al interior de las plantas. La importancia de los hongos endófitos, aparece cuando se observan cuadros toxicológicos en animales de pastoreo, en 1898 se formuló la hipótesis de que los cuadros toxicológicos observados en animales, se debían al consumo de semillas o partes aéreas de los pastos infectados con hongos, tiempo después se supo que producían sustancias que defendían a los pastos de la herbivoría, y que la toxicidad podría estar relacionada con endófitos clavicipitaceos [4] lo que se comprobó poco después. La importancia de estos hongos se incrementó con el descubrimiento en 1926 de que en los cultivos de arroz habitaba el hongo *Gibberella fujikuroi* o *Fusarium moniliforme* en su forma asexual y su capacidad de biosintetizar ácido giberélico, que promovía el crecimiento de las plantas, descubrimiento que fue publicado en japonés en 1930.

En la actualidad y con el hallazgo de hongos endófitos se investiga si metabolitos secundarios bioactivos aislados de plantas son producto de los vegetales o de los microorganismos que los habitan o de ambos. Ejemplos sobresalientes del alcance de endófitos no clavicipitaceos son los hongos de las plantas *Taxus brevifolia* y *Catharanthus roseus* que producen potentes fármacos como los que se usan para combatir el cáncer, entre ellos el taxol aislado del hongo *Taxomyces andreanae* o la vinblastina y vincristina aisladas de *Fusarium oxisporum*, moléculas, que a saber, también las plantas producen. El fármaco alcaloide huperzina A (HupA) utilizado para tratar la enfermedad de Alzheimer no sólo se deriva de la planta *Huperzia serrata* sino que también es producido y biosin-

tezado por el hongo endófito *Penicillium* sp. El compuesto llamado LDL4.4 aislado de *H. serrata*; *Aspergillus fumigatus*, aislado de hojas de *Albizia lucidior* produce ergosterol, ácido helvólico y monometil sulocrina-4-sulfato con actividad inhibitoria sobre las bacterias *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas vulgaris* o compuestos bioactivos producidos por extractos del endófito *Penicillium* sp con actividad frente a la bacteria *Enterococcus faecalis*. Hay muchos ejemplos más.

Existen muchas plantas que producen compuestos con diversas actividades biológicas y también muchas con endófitos, que, aún de la importancia medicinal que puedan tener, en la mayoría de los casos se desconoce si esta respuesta está asociada a la planta, a la presencia de endófitos o a ambos. Por ejemplo, de la familia Annonaceae se conocen hongos endófitos de 20 especies, entre ellas: *Annona cacans*, *A. squamosa*, *A. muricata*, *A. senegalensis*, *Duguetia staudtii*, *Greenwayodendron suaveolens*, *Uvaria grandiflora*, *Xylopia sericea*; *Mitrephora wangii* y *Melodorum fruticosum*, de esta misma familia se han aislado 934 alcaloides, 99 con actividad biológica probada [5] y 456 "acetogéninas de anonáceas" [6] con actividades anticancerígenas, insecticidas y antimicrobianas. ¿Quién produce estos compuestos? ¿la planta o el endófito?. Algunos casos de endófitos de anonáceas con capacidad para producir moléculas secundarias, se circunscriben al hongo endófito *Cladosporium* sp aislado de hojas de *Annona cacans* que produce compuestos antioxidantes y antimicrobianos entre ellos ácido cumárico, ácido cinámico, cladosporina y cladosporol B junto con otros metabolitos, o al diterpeno periconicin B biosintetizado por *Periconia atropurpurea*, un endófito de *Xylopia aromatica*. *Diaporthe melonis* aislado de las hojas de *Annona squamosa*, es capaz de producir dihidroantracenos. El endófito *Simplicillium subtropicum* de la corteza fresca de *Duguetia*



staudtii biosintetiza los policétidos tetracíclicos y ergosterol. De los metabolitos más conocidos de la familia como los alcaloides y las “acetogeninas de anonáceas” se desconoce si los endófitos participan en su biosíntesis, aunque se sabe que algunos de estos metabolitos tienen actividad *in vitro* sobre hongos fitopatógenos. De esto se puede señalar que, es difícil distinguir si la producción de metabolitos secundarios es debida a la maquinaria biosintética de las plantas, o a la intervención de uno o varios microorganismos endófitos, o de ambos interactuantes, ya que en ocasiones los endófitos producen metabolitos similares a los de su planta hospedera como el taxol o la vinblastina y vincristina, entre otros. De todo lo comentado, el valor del estudio de los endófitos.

G L O S A R I O

Epífita: Que vive sobre otra planta, sin alimentarse a expensas de ésta.

Micorrizcos: Hongos asociados a raíces de una planta en la que ambos obtienen beneficios.

Esporas: Células reproductivas que no necesitan de otra para dividirse sucesivamente y formar un nuevo individuo.

Estomas: Abertura microscópica situadas en la epidermis de las hojas y partes verdes de los vegetales que permite el intercambio de gases y agua con el ambiente exterior.

Hifas: Filamentos vegetativos que conforman el micelio de los hongos.

Mesófilo: Tejido que se encuentra en medio de las hojas, entre el haz y el envés.

Células epidérmicas: Forman el tejido de protección de hojas, tallos, hojas, raíces, flores, frutos y semillas. Constituyen la cobertura más exterior de la planta.

Apresorio: Extremo hinchado de una hifa adhesiva, que rompe la cutícula de una célula epidérmica de la planta y que permite la penetración del micelio para establecer la infección de un hongo parásito.

Apoplasto: Espacio extracelular periférico conformado por las paredes celulares y los espacios extracelulares de las células vegetales por el que se mueve el agua y las sales minerales.

Metabolitos secundarios: Pequeños compuestos orgánicos que son producidos por las plantas y algunos otros organismos que son esenciales en las relaciones ecológicas, en algunos aspectos de la reproducción y en la defensa frente a herbívoros y patógenos.

Acetogeninas de anonáceas: Moléculas exclusivas de plantas de la familia de las anonáceas con actividad anticancerígena e insecticida.

P A R A C O N O C E R M Á S

[1] Petrini, O. (1991). Fungal Endophytes of Tree Leaves. In: Andrews, J.H., Hirano, S.S. (eds) *Microbial Ecology of Leaves*. Brock/Springer Series in Contemporary Bioscience. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3168-4_9

[2] Rodríguez, R. J., White Jr, J. F., Arnold, A. E., & Redman, A. R. A. (2009). Fungal endophytes: diversity and functional roles. *New phytologist*, 182(2), 314-330.

[3] Manganyi, M. C., & Ateba, C. N. (2020). Untapped potentials of endophytic fungi: A review of novel bioactive compounds with biological applications. *Microorganisms*, 8(12), 1934.

[4] Sánchez-Fernández, R. E., Sánchez-Ortiz, B. L., Sandoval-Espinosa, Y. K. M., Ulloa-Benítez, Á., Armendáriz-Guillén, B., García-Méndez, M. C., & Macías-Rubalcava, M. L. (2013). Hongos endófitos: fuente potencial de metabolitos secundarios bioactivos con utilidad en agricultura y medicina. *TIP Revista especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 16(2), 132-146.

[5] Lúcio, A. S. S. C., da Silva Almeida, J. R. G., Da-Cunha, E. V. L., Tavares, J. F., & Barbosa Filho, J. M. (2015). Alkaloids of the Annonaceae: occurrence and a compilation of their biological activities. *The alkaloids: chemistry and biology*, 74, 233-409.

[6] Liaw, C. C., Liou, J. R., Wu, T. Y., Chang, F. R., & Wu, Y. C. (2016). Acetogenins from annonaceae. *Progress in the Chemistry of Organic Natural Products* 101, 113-230.

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

Dra. Alma Rosa González Esquinca. aesquinca@unicach.mx

Dra. Christian Anabi Riley Saldaña. christian.riley@unicach.mx

Laboratorio de Fisiología y Química Vegetal, Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Día a día en el ZooMAT:

Experiencias en el entrenamiento animal

PAOLA LIÉVANO OROPEZA

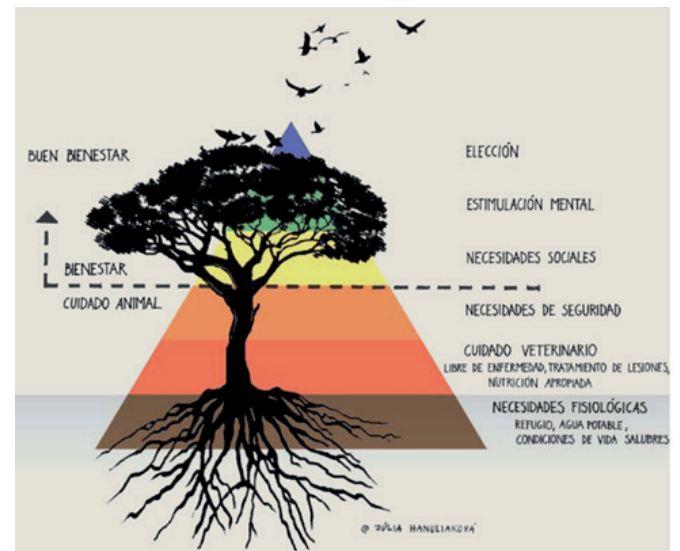
El bienestar animal vemos más allá de darles de comer, proporcionarles agua y refugio, nos preocupamos por que tengan elecciones y libertades para favorecer su salud.

■ Alguna vez has visto o escuchado de animales que se dejan vacunar, revisar su dentadura o incluso sacar sangre voluntariamente? Suena a una locura si quiera pensar que una puma (*Puma concolor*) permita vacunarse como una actividad de estimulación mental, sin embargo ¡es posible! En esta nota te platicaré un poco más acerca de esta técnica de cuidado animal que desarrollo en el Zoológico Miguel Álvarez del Toro (ZooMAT), una institución distinguida por su ardua trayectoria (80 años) en el resguardo y cuidado de fauna Chiapaneca.

Si bien el manejo de fauna me ha interesado desde pequeña, nunca imaginé trabajar en un espacio de convivencia y generación de información como el ZooMAT, mucho menos pensar que día a día tendría la oportunidad de trabajar para mejorar la salud mental y física de animales como tapires, guacamayas, tucanes y pumas, por mencionar algunos.

Bienestar animal

En la actualidad, las instituciones de todo el mundo que tienen bajo su resguardo fauna silvestre, como el ZooMAT, nos vemos en la oportunidad de velar por el desenvolvimiento natural de ejemplares a través de la creación de



dietas adecuadas, atención a lesiones, espacios estimulantes y enriquecidos con la finalidad de mejorar la salud física y mental de los animales (Figura 1). El desarrollo de estas actividades se basa en la corriente del Bienestar Animal, cuya línea de cuidado engloba el sentir de la fauna descifrado a través de su comportamiento y estudio científico. El concepto de bienestar animal se basa en tres pilares: el funcionamiento adecuado del organismo (dietas especializadas, libres de enfermedades y tratamiento a lesiones), el estado emocional del animal (ausencia de emociones negativas como el dolor y el miedo crónico) y la posibilidad de expresar conductas normales propias de la especie (juego, exploración, socialización, comunicación) [1,2]. En otras palabras, con el bienestar animal vemos más allá de darles de comer, proporcionarles agua y refugio, nos preocupamos por que tengan elecciones y libertades para favorecer su salud. Pero ¿qué herramientas podemos utilizar para brindar bienestar a los animales?

Figura 1. Pirámide del Bienestar Animal, se ilustra las bases del cuidado animal y los requerimientos para un buen bienestar [3].



Figura 2. Entrenamiento por aproximaciones en ejemplar puma (*Puma concolor*). Se trabaja el ejercicio “cola” para habituar a la manipulación de la misma.

Entrenamiento animal

“La definición simple de entrenamiento es la enseñanza, y la enseñanza no es algo antinatural...”

Ken Ramírez

Uno de los temores está relacionado con los tratamientos médicos de los animales; ¿cómo dar medicamentos? No es fácil decirle al animal que abra la boca y darle la pastilla o el “jeringazo” de jarabe que le corresponde, ¿o sí? El entrenamiento con fines médicos ha sido la solución para muchos casos en donde se requiere vacunar pumas, jaguares u ocelotes, desparasitar coyotes, tucanes y tejones. En el entrenamiento hacemos un manejo del comportamiento animal para lograr la cooperación en su cuidado, para ello se hace uso del conocimiento de la biología de la especie, así como sus preferencias o gustos (refuerzos) y la aplicación de métodos de enseñanza y aprendizajes de los animales. Existen múltiples métodos de entrenamiento animal, puedo decir que incluso el

darle dos nalgadas al perro es un tipo de entrenamiento, sin embargo, en pleno siglo XXI esa no es la opción.

Dos de los tipos de entrenamiento con bases científicas que más utilizo es el Condicionamiento Clásico, establecido por Iván Pavlov en 1906 y, el Condicionamiento Operante con Refuerzo Positivo (CORP), ideado por Skinner en 1953. Voy a detenerme en este punto para aclarar el asunto, ya que estas técnicas resultan complejas de explicar y seguramente me llevaría las 1000 palabras de esta nota en ello, para eso haremos uso de un ejemplo en el cual se verán inmiscuidos tú, tu mejor amiga(o) y un chocolate. El CORP es un tipo de aprendizaje asociativo el cual consiste en dar una orden, comando o señal, el organismo en cuestión ejecuta la conducta, en seguida viene un “puente” que es un sonido o tacto y por último una recompensa o refuerzo. Haz de cuenta que le dices a tu amiga que te dé un abrazo (comando), ella te lo da (conducta), inmediatamente le dices gracias (puente) y le das un chocolate (refuerzo) ¿Lograste ver que la conducta tuvo un refuerzo positivo de la acción que querías? Ahora, el condicionamiento clásico consiste en la asociación de estímulos, es decir, dos situaciones que no tenían relaciones suceden consecutivamente al mismo tiempo, tomando valor una sobre la otra; siguiendo con el ejemplo del chocolate, sería que tu amiga te dijera: ¿Un chocolatito? Si eres amante de ellos como yo, inmediatamente tendrías un sentimiento placentero y se te haría “agua la boca”. Esta respuesta fue resultado de muchas repeticiones (antecedente) para que asociaras al chocolate como algo positivo y en consecuencia salivaras. Algo así hacemos con los animales para ir paso a pasito enseñándoles que nuestra visita es positiva y lograr ejercicios complejos que llevan un “poquito” más de tiempo y esfuerzo.

Una de las situaciones claras ha sido el “Viaje de Paquita”, un ejemplar hembra de tapir (*Tapirus bairdii*) de 21 años y 220 kg, la

Figura 3.
 Izquierda:
 ejemplar de
 tapir (*Tapirus
 bairdii*) en
 entrenamiento,
 sesión para
 apertura de
 boca y revisión
 bucal; Derecha:
 ejemplar
 de tucán
 (*Ramphastos
 sulfuratus*)
 cardiópata
 en recinto de
 enriquecimiento
 ambiental
 recibiendo
 entrenamiento
 para medicación.



cual se embarcó en un viaje en carretera desde Tuxtla Gutiérrez, Chiapas a León, Guanajuato. Esta ejemplar fue trabajada para pasar tiempo cómodo dentro de su caja de transporte, así como ingresar a la misma a través de una señal. Nos preocupamos por su comida y agua durante las 14 horas de viaje, por ello se entrenó para tomar “agüita” de papaya a través de una manguera y consumir sus alimentos dentro de su transportadora. Otro ejemplo fue la anestesia de la puma “Dama”, una hembra de 16 años la cual, a través de la respuesta conductual inusual en los entrenamientos y la intervención médica, se llegó a la conclusión de que tenía un problema de salud (infección vaginal), para ello requería un examen clínico general bajo anestesia. Afortunadamente el ejemplar estaba trabajado para dejarse aplicar una inyección intramuscular; por ello, el día de la anestesia, el ejemplar estaba listo para recibir la inyección. Una vez aplicada, esperamos alrededor de cinco minutos hasta que se quedó profundamente dormida y seguir el procedimiento. Tanto “Paquita” como “Dama” se encuentran en óptimo estado, Dama recibió los medicamentos (tabletas) que requería a través de refuerzos (Figura 2) y Paquita llegó a León con éxito como parte de un programa de conservación de su especie.

Estos dos ejemplos son pocos, comparados con los más de 100 tratamientos que se han aplicado a través del entrenamiento en ma-

míferos y aves del ZooMAT (Figura 3). Sé lo complicado que es hacer estos manejos sin el apoyo de dicha herramienta, la cual además de facilitar las contenciones y medicaciones, favorecen cognitivamente a la estimulación del ejemplar, permitiendo desarrollar un comportamiento natural en todos los animales, el aprendizaje. Para finalizar te comparto que el estudio del comportamiento me ha permitido velar por el bienestar de los animales, aunado a la convivencia diaria con los mismos; logrando un aprendizaje mutuo y permitiendo crear una línea de comunicación entre organismos que hablan distintos lenguajes.

PARA CONOCER MÁS

- [¹] Fraser D, M., Pajor, E. A. y Milligan, B. N. (1997). A Scientific Conception of Animal Welfare that Reflects Ethical Concerns. *Animal Welfare* 6: 187-205.
 [²] Manteca, X. y Salas, M. (2012). Concepto de Bienestar Animal. Ficha Técnica sobre Bienestar en Animales de Zoológico. Zoo Animal Welfare Education Centre.
 [³] Mellor, D. J., Hunt, S. y Gusset, M. (2015). Cuidando la fauna silvestre: La Estrategia Mundial de Zoológicos y Acuarios para el Bienestar Animal. Asociación Mundial de Zoológicos y Acuarios (WAZA) 94 pp.

DE LA AUTORA

Paola Liévano Oropeza. paolaoropeza.pl@gmail.com
 Zoológico Miguel Álvarez del Toro
 Organización de educación ambiental y divulgación
 Trilla de Danta .facebook: [trilladedanta](https://www.facebook.com/trilladedanta)



La contaminación en el santuario Puerto Arista, Chiapas

MARIANA DE JESUS FONSECA-HERNÁNDEZ, ESTEFANÍA MIRANDA-OROZCO,

JESUS MANUEL LÓPEZ-VILA Y JAVIER GUTIÉRREZ-JIMÉNEZ

El agua de Puerto Arista y Boca del Cielo ha representado riesgo sanitario, por la presencia de bacterias fecales (coliformes) y *Enterococcus faecalis*

¿Cuál es la importancia de las playas?

Las playas arenosas representan casi la mitad de la costa oceánica y proveen servicios como la recreación, alimentación, disipación de oleaje, almacenamiento y filtración de agua, mineralización de nutrientes, asimilación de contaminantes y sostenimiento de la biodiversidad; son uno de los sitios de mayor demanda para uso recreativo, por lo que es un ecosistema expuesto a presiones antrópicas [1, 2]

La playa de Puerto Arista, en Tonalá, Chiapas, tienen una superficie de 726.53 hectáreas. En 2002, fue declarada santuario, para la protección y conservación de la tortuga marina [3]. Sin embargo, se ha reconocido la contaminación de dicha playa por descarga indirecta de aguas residuales proveniente de arroyos de Tonalá que confluyen al mar [4]. El agua de Puerto Arista y Boca del Cielo ha representado riesgo sanitario, por la presencia de bacterias fecales (coliformes) y *Enterococcus faecalis* (bacterias usadas como indicadores de contaminación fecal) [5]. Por ello, la hipótesis planteada es que la arena de estas playas pueda contener este tipo de bacterias, lo que supondría un riesgo para las actividades recreativas.

¿Cómo analizamos la contaminación de la arena de Puerto Arista?

Se colectaron 500 g de arena de acuerdo a las Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMAR-

NAT-2002, 2023), en 4 puntos (Fig. 1A) y se trasladaron al laboratorio del Centro de Investigaciones Costeras de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Dos muestras se obtuvieron en la playa Puerto Arista, con una distancia aproximada de 500 m entre ellos; las otras se colectaron a 3.7 km de distancia, en Playa del Sol. La arena se diluyó en medio de cultivo bacteriológico llamado caldo lauril triptosa y se incubaron; los tubos con acidificación y presencia de gas se consideraron positivos (Fig. 1C) y la cantidad de coliformes fecales se calculó de acuerdo a las normas NOM-004-SEMAR-NAT-2002, 2023.

¿Qué encontramos?

Las muestras de Puerto Arista tuvieron una ligera mayor cantidad de coliformes fecales en comparación con las de Playa del Sol, para fines científicos esta pequeña diferencia no es significativa (cuadro 1).

¿Qué acciones tomar?

Las muestras de arena con tendencia a tener mayor número de coliformes fecales fueron las de Puerto Arista. Esto puede obedecer a que allí existen restaurantes, hoteles, turistas e incluso fauna doméstica (Fig. 1B); en contraste, en las zonas de Playa del Sol no se observaron estos factores. Así, parece ser que la presencia antrópica fue determinante para los resultados.

La arena es un reservorio de microbios que causan enfermedades, los que provienen del guano de pájaros, de los infiltrados en la arena, de algas y heces humanas [6]. Un estudio hecho en Estados Unidos, mostró que los bañistas que se enterraron en la arena o cavaron en ella, presentaron diarrea [7]. Dado estos resultados, es necesario continuar el estudio, de las playas de Chiapas, identificando las bacterias

presentes y otros microorganismos. Acciones como fomentar el baño antes y después de entrar al mar y lavarse las manos antes de ingerir alimentos deben incorporarse [6].

Es imperativo detener la contaminación de cuerpos de agua que desembocan en las costas de Chiapas, para mantener el estatus de santuario de dichas playas.

Cuadro 1. Coliformes fecales en arena de las Playas de Puerto Arista y Playa del Sol, Tonalá, Chiapas.

Lugar	Coliformes fecales	p*
número mas probable por 100 g de sólido totales		
Puerto Arista (punto 1) 15°56'4.36"N y 93°48'50.70"O;	2 x 10 ⁴	0.33
Puerto Arista punto 2 15°55'47.88"N y : 93°48'21.09"O	7.5 x 10 ⁴	
Promedio (±DE)	4.7 x 10 ⁴ (3.8 x 10 ⁴)	
Playa del Sol (punto 3) 15°54'46.19"N y 93°46'31.16"O	4 x 10 ³	
Playa del Sol (punto 4) 15°54'37.74"N y 93°46'16.70"O	<3	
Promedio (±DE)	2 x 10 ³ (2.8 x 10 ³)	

* Valor estadístico para comparar los sitios (calculado con la prueba U de Mann-Whitney).

R E F E R E N C I A S

[1] Defeo, O., McLachlan, A., Armitage, D., Elliott, M., & Pittman, J. (2021). Sandy beach social-ecological systems at risk: regime shifts, collapses, and governance challenges. In *Frontiers in Ecology and the Environment* (Vol. 19, Issue 10). <https://doi.org/10.1002/fee.2406>

[2] Torruco, D., González, M., & Torruco, A. (2013). Alternative Tourism and Education: A proposal to contribute to human development. *El Periplo Sustentable: Revista de Turismo, Desarrollo y Competitividad*, 24.

[3] Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONANP). (2023, January 9). *Playa Puerto Arista. sistema de información, monitoreo y evaluación para la conservación. Comisión Nacional de áreas protegidas.*

[4] Ávila, M. E. G., López, J. I. V., & Solorzano, S. H. (2021). Estudio de la percepción ambiental geográfica de la contaminación de un arroyo urbano, Tonalá, Chiapas. *Región y Sociedad*, 33.

[5] Millán Cabrera, M., Ramírez Salinas, N., García Rojas, J., Castillo Rodríguez, L., & Sixto Cervantes, M. (2011). *Monitoreo de playas prioritarias. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.* <http://repositorio.imta.mx/bitstream/handle/20.500.12013/1423/TC-1127.1.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

[6] Solo-Gabriele, H. M., Harwood, V. J., Kay, D., Fujioka, R. S., Sadowsky, M. J., Whitman, R. L., Wither, A., Caniça, M., Da Fonseca, R. C., Duarte, A., Edge, T. A., Gargaté, M. J., Gunde-Cimerman, N., Hagen, F., McLellan, S. L., Da Silva, A. N., Babi, M. N., Prada, S., Rodrigues, R., ...

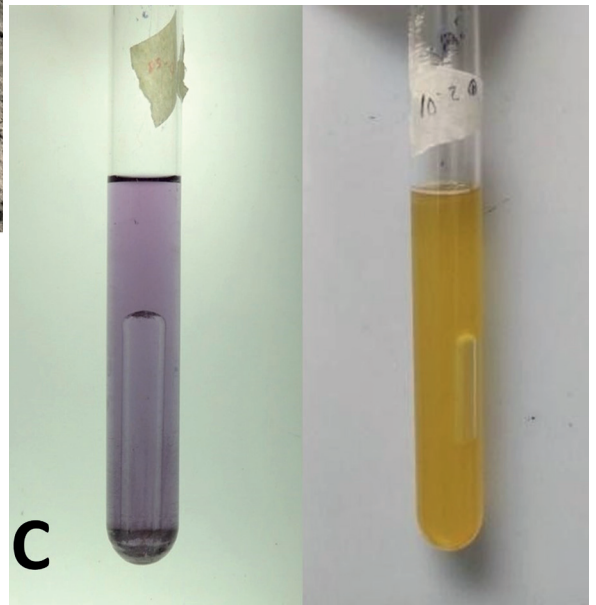


Figura 1; A, B y C

Acciones como fomentar el baño antes y después de entrar al mar y lavarse las manos antes de ingerir alimentos deben incorporarse

Brandão, J. C. (2016). Beach sand and the potential for infectious disease transmission: Observations and recommendations. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 96(1). <https://doi.org/10.1017/S0025315415000843>
 [?] Heaney, C. D., Sams, E., Dufour, A. P., Brenner, K. P., Haugland, R. A., Chern, E., Wing, S., Marshall, S., Love, D. C., Serre, M., Noble, R., & Wade, T. J. (2012). Fecal indicators in sand, sand contact, and risk of enteric illness among beachgoers. *Epidemiology*, 23(1). <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e31823b504c>.

Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMAR-NAT-2002, *Protección ambiental. Lodos y biosólidos*. (2023, April 17). Diario Oficial de La Federación. Ciudad de México. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=691939&fecha=15/08/2003#gsc.tab=0

DE LOS AUTORES

Mariana de Jesús Fonseca-Hernández¹. mariana.fonsecah@e.unicach.mx

Estefanía Miranda-Orozco¹. estefania.mirandao@e.unicach.mx

Dr. Jesús Manuel López-Vila¹. jesus.lopez@unicach.mx

Dr. Javier Gutiérrez Jiménez². javier.gutierrez@unicach.mx

¹Laboratorio Interdisciplinario de Ecología Costera. Centro de Investigaciones Costeras, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

²Laboratorio de Biología molecular y Genética, Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

<https://labiomgen.unicach.mx/index.php?p=page&v=Mg==>

La Olimpiada de Biología: capítulo Chiapas

MARISOL CASTRO MORENO, MOISÉS ÓSCAR FIESCO-ROA Y ANA LUCÍA PALACIOS SANTOS

El origen de las ideas

La Biología, un lienzo de interrogantes sobre la propia existencia, nos invita a explorar los misterios de la existencia ¿Cómo emergió la vida en escena en este vasto cosmos? ¿Y cómo fue el ritmo de la evolución a través de las eras? Nos sumergimos en su compleja sinfonía, intentando descifrar las melodías de nuestro propio funcionamiento. En este espectáculo biológico, hay también un agradable eco de utilidad. La Medicina, la Farmacia, la Agricultura y diversas industrias, añadiendo armonía a nuestras vidas y bienestar.

Entonces, nos preguntamos, ¿Por qué la ciencia es una materia ajena y lejana para la mayor parte de niños y jóvenes?, y al contrario, ¿Cómo es que algunos nos enamoramos de la ciencia? Estas reflexiones llevaron a la Academia Mexicana de Ciencias a idear la primera Olimpiada Nacional de Biología.

Al igual que las demás olimpiadas de ciencias, la Olimpiada de Biología tiene los objetivos de acercar la ciencia a los jóvenes, estimular su gusto en esta materia y presentar a las distintas ramas de la ciencia como opciones de carrera, así como también, a través de un entrenamiento intensivo, integrar a las delegaciones que representan a nuestro país en competencias internacionales. Sin embargo, lo más importante es que cada joven que pasa por la Olimpiada se dé cuenta del gran potencial que tiene.

La Olimpiada es entonces una cuna de talentos que inspira a las y los jóvenes de nivel medio y medio superior a estudiar y amar a las

ciencias, porque si estudiar ya es un logro, estudiar ciencia es un acto revolucionario, es un viaje de autodescubrimiento, un viaje que resuena en lo más profundo de cada participante.

Los primeros pasos: nacimiento de un equipo

El ingreso de Chiapas a las Olimpiadas de la Biología fue tardío; si bien hubo intentos de formar equipos para el concurso, no fue sino hasta el año 2015 cuando seis jóvenes entusiastas, bajo la guía y el apoyo del Dr. Gustavo Yañez Ocampo y el Dr. Moises Fiesco Roa, se aventuraron a representarnos en Veracruz. Este equipo estatal dejó una marca imborrable en Chiapas y en las preparatorias que representaban, al conquistar un total de cuatro medallas.

Así fue como Armando, Naitze, Mariana, Gloria, Didiel y Manuel regresaron orgullosos de su participación. Al siguiente año, el equipo de maestros que preparaban a los jóvenes creció y con esto la preparación de los jóvenes mejoró notablemente, fue así como en la Olimpiada Nacional de Biología 2016, llevada a cabo en Campeche, la delegación de Chiapas ganó cuatro medallas. Desde ese equipo promotor, hemos tenido muchos equipos más, con más experiencia y con ganas inagotables. Cada joven que ha tenido la oportunidad de participar en la Olimpiada de Biología, desde la selección inicial y hasta la representación estatal, ha dejado huella en el corazón de sus compañeros y sus profesores.

En el 2018, la Olimpiada de Biología Estatal encontró su hogar en el Instituto de Ciencias



Biológicas, motivo de gran satisfacción para la comunidad de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). Los profesores se unieron a los jóvenes formando un equipo dedicado a mejorar continuamente su preparación.

La Olimpiada Nacional en Chiapas 2019

Un desafío monumental se convirtió en realidad cuando, en el 2018, se planteó la posibilidad de llevar la Olimpiada al Instituto de Ciencias Biológicas de la UNICACH en Chiapas para el año 2019. Fue entonces que, gracias a la solidaridad y entusiasmo de maestros, estudiantes universitarios y directivos del Instituto, se comenzó a reunir apoyo, fondos y esfuerzos para hacerlo posible.

Este sueño realizado fue una labor titánica: conseguir financiamiento para el alojamiento, la alimentación, los paseos y eventos culturales para cerca de 150 jóvenes de todo México que venían a competir y a convivir. El equipo chiapaneco, compuesto por seis jóvenes entusiastas, se dedicó con ahínco a prepararse como nunca antes. Pero no solo se enfocaron en su propia preparación; también asumieron el papel de anfitriones, asegurando que sus compañeros de diferentes sedes se sintieran como en casa.

Así, entre emociones y risas, nuestro equipo cosechó otras cuatro medallas: una de plata y tres de bronce. Para ese momento, ya sumaban



un total de 14 medallas, resultado del esfuerzo y dedicación que cada uno había entregado en esta experiencia única.

Todas las personas que asistieron disfrutaron de las maravillas chiapanecas: del ZOOMAT, el imponente Cañón del Sumidero, la deliciosa gastronomía del estado, los vistosos bailes típicos y de la algarabía de las fiestas. Todo transcurrió con una mezcla de emociones y sentimientos, hasta que, nuevamente, hubo que despedirse.

En ningún momento pudimos presagiar que al año siguiente, no volveríamos a vernos, al menos de forma presencial debido a la pandemia de COVID 19, que nos recordó nuestra fragilidad y mortalidad; de nuevo se puso de manifiesto la gran importancia de las ciencias, como la Biología, la Química y la Medicina. Los siguientes dos años, la delegación de Chiapas no asistió debido al cierre de escuelas, pero en el 2022, cuando se reanudaron las actividades, se reconstruyó el sueño y nuevamente un equipo de cuatro jóvenes que afrontaron el reto y con una maleta llena de sueños viajaron hacia la

Olimpiada Nacional con sede en Durango, donde, tres medallas de plata fueron el resultado de su ardua dedicación. En 2023, los jóvenes viajaron a Sinaloa, regresaron felices y orgullosos de su trabajo y con dos medallas, una de bronce y la primer medalla de oro para Chiapas, esto será un parteaguas para próximas olimpiadas.

El capítulo Chiapas es complejo, marcado por desigualdades académicas y económicas en comparación con otros estados. Nuestros jóvenes enfrentan desafíos adicionales y se esfuer-

zan al doble para lograr resultados destacados. En la olimpiada estatal, se congregan más de 180 estudiantes de todo el estado, algunos de los cuales experimentan por primera vez la vida fuera de sus comunidades y acudir a Tuxtla Gutiérrez, que la perciben como una gran ciudad.

Con el tiempo, van descubriendo su potencial y superando las barreras educativas. Con espíritu incansable, escriben una nueva historia, una narrativa que esperamos los guíe hacia un futuro lleno de éxito y oportunidades.

Olimpiadas en las que la delegación Chiapas ha participado, participantes y medallero

Año	Sede	Participantes	Medallas de plata	Medallas de bronce	Total de medallas
2011	San Luis Potosí	Carlos Alberto Santiago Vilchis			
2012	Chihuahua	Yajaira De Los Ángeles Cano Olan	1	1	2
2015	Xalapa, Veracruz	Armando Hernández Rodas, Naitze Daneira De La Cruz Arellano, Mariana Escobar López, Gloria Edith Pérez López, Didiel Yaidelit Ruiz Solanoy Manuel de Jesús Gordillo Constantino	1	3	4
2016	Campeche, Campeche	Gabriela Baltazar Escobar, Naitze Daneira De La Cruz Arellano, Diego Antonio Correa Becerril, Gloria Edith Pérez López, Alvaro Gómez Segovia y Rocío Velazco Cordero	1	3	4
2017	Chetumal, Quintana Roo	Diego Antonio Correa Becerril, Brandon Díaz Villa, Daniel Tzarú García Chongo, Estrellita de Alhely Hernández Mérida, Azul Yamile Mendoza Tapiay Carolina Guadalupe Lastra García	1	2	3
2018	Hermosillo, Sonora	Víctor Miguel Santiago Santiago, Nahomi Zubiri Rodríguez Morales, Andrea Carpio Burguete, Lupita, Iris Nahomi Ochoa Orrico y Sergio Emmanuel Coutiño de la Cruz	0	0	0
2019	Tuxtla Gutiérrez, Chiapas	Víctor Miguel Santiago Santiago, Nahomi Zubiri Rodríguez Morales, Andrea Carpio Burguete, Andrea Medina Huerta, Hayun y Tania Gomez Martínez Ricardo Torres Morales	1	3	4
2022	Durango, Durango	Daniel Sarain Solorzano González, Sara Nicol Guerrero Perez y Ana Lucía Palacios Santos	3	0	3
			1 medalla de bronce y la primer medalla de oro		
2023	Culiacán, Sinaloa	Guadalupe Anahí Domínguez Guzmán, Jorge Armando Sanchez Vera, Ricardo Torres Morales y Bruno Kotaro Esquivel Tabu			

...la historia se sigue escribiendo

Figura. Equipos que han participado en las distintas Olimpiadas Nacionales de Biología 2016-2022

DE LOS AUTORES

Dra. Marisol Castro Moreno¹. marisol.castro@unicach.mx

Dr. Moisés Óscar Fiesco-Roa². fiescoroa@facmed.unam.mx

Ana Lucía Palacios Santos³. panalucia556@gmail.com

¹Laboratorio de Fisiología y Química Vegetal, Instituto

de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

²Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México

³Estudiante de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Chiapas.



Cuéntanos tu tesis

Un viaje extraordinario. Mis estudios en el doctorado

MARÍA ADELINA SCHLIE GUZMÁN

Dos eventos fueron decisivos para continuar mis estudios de doctorado. El primero a finales de 1996 con la creación a nivel nacional del Programa del Mejoramiento del Profesorado (PROMEP -SEP), el cual fue diseñado para mejorar el nivel de habilitación del personal académico en las universidades públicas (en la UNICACH sólo se contaba con el 19.20% de académicos con posgrado) y el segundo en el 2003 con la firma del convenio de la UNAM- UNICACH para que esta última fungiera como sede externa del programa de Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM. Yo trabajaba en la UNICACH desempeñando funciones académicas y administrativas. ¿Cómo desaprovechar esta conjunción de situaciones favorables para continuar con el doctorado y regresar a una de las actividades que más me han apasionado?: la investigación. No fue fácil la decisión: mi familia, mis amigos, mi residencia... vencidas mis dudas me presenté a los exámenes de admisión, de Inglés y a la presentación de un proyecto sobre la actividad antitumoral *in vivo* e *in vitro* de dos acetogeninas (laherradurina y cherimolina-2) de *Annona diversifolia* Saff. ¡Y los pase! Fuimos siete compañeros los que conformamos esta primera generación hacia un viaje desconocido y deseado.

El proyecto se estructuró en varias etapas (llamadas aquí estaciones) y al PRODEP le solicité una beca de apoyos complementarios para la adquisición de algunos materiales y mi manutención cuando estuviera fuera de Tuxtla

Gutiérrez (las comprobaciones eran meticulosas...peso por peso). El proyecto no era fácil. En la UNICACH no existían las facilidades para el trabajo de cultivo de células y tampoco los animales de laboratorio requeridos.

El viaje hacia la primera estación se inició con el apoyo del laboratorio de Fisiología Vegetal UNICACH con el aislamiento de los compuestos a probar (las acetogeninas son moléculas específicas de plantas de la familia Annonaceae como la guanábana, la papaúsa o la anona) por ello, reconozco la labor de la Dra. Alma Rosa González Esquinca quien fuera mi tutora principal. Al mismo tiempo se escribió a varios investigadores para que nos ayudaran a contestar la pregunta ¿Las acetogeninas inhiben el crecimiento de células carcinogénicas en cultivos bajo condiciones controladas? ¡Salté de gusto cuando un investigador (Dr. Alejandro García Carrancá) contestó que estaba dispuesto a recibirme en el Instituto Nacional de Cancerología de la Ciudad de México (INCAN-SSA), ¡y tenía las instalaciones y las líneas celulares requeridas! Esta Institución es líder en oncología. Así que me despedí de la familia, busqué hospedaje cerca del INCAN y empecé a trabajar. Lo único que se me dijo al llegar fue: "Llegas temprano, no sabes a qué hora sales y trae tu bolsa de dormir". Durante esa época recuerdo que al trabajar con los cultivos pensaba constantemente: "No contaminar, no contaminar, no contaminar". Los resultados fueron muy buenos, (claro, lo digo yo) y se

podieron seleccionar dos líneas carcinogénicas sensibles a las acetogeninas y facultadas para formar tumores sólidos en animales de experimentación.

La pregunta durante el viaje a nuestra segunda estación fue: ¿Las acetogeninas inhiben el crecimiento *in vivo* de los tumores? Se requería de una línea de ratones capaces de aceptar células cancerígenas humanas y desarrollar tumores sólidos (xenoinjertos). Se encontró una cepa denominada de ratón atímico o “desnudo” (Nu/Nu) ya que no presenta pelo y su respuesta inmune es prácticamente ausente, por lo que deben de vivir en ambientes estériles (ratones casi de burbuja). Sólo los criaba el Instituto Nacional de Nutrición Salvador Subirán, por lo que a través del INCAN los pudimos adquirir a precios muy bajos; trabajar con este tipo de animales de experimentación fue una experiencia impactante.

Dos líneas celulares cancerígenas (Hela o cáncer cérvico-uterino y SW 480 de cáncer de colon) las pudimos implantar y los tumores a los 30 días tenían el tamaño de una canica grande. Los compuestos administrados en la base del tumor inhibían su crecimiento, pero hasta cierto punto. Después de cierta dosis, los ratones mostraban deterioro en el andar, perdían peso y finalmente morían. Ello me llevó a reflexionar que, aunque eran moléculas “de origen natural”, su exceso puede ser nocivo. Un buen ejemplo son los opiáceos que funcionan como analgésicos en dosis controladas, desgraciadamente su uso inadecuado los convierte en moléculas adictivas en los humanos. Otro inconveniente para la administración de las acetogeninas fue su insolubilidad en agua, lo que dificultaba su administración.

El último trayecto de nuestro viaje consistió en probar las acetogeninas en su sitio blanco

de actividad. Algunos autores ya habían reportado que, en partículas de mitocondrias, estos compuestos inhibían al complejo I de la cadena respiratoria (o de transporte de electrones) por lo que la respiración celular, así como la generación de adenosina trifosfato (ATP) en este orgánulo, se reducía (se vale poner un poco de bioquímica). La pregunta fue: ¿Las acetogeninas inhiben la respiración en las células completas? Así que nuevamente recurrimos a los investigadores expertos en el tema y nuevamente la suerte estaba de mi lado, pues el Dr. Rafael Moreno Sánchez, del Departamento de Bioquímica del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chavez- SSA, se interesó en el estudio. Ellos tenían una línea celular de hepatoma de roedores adecuada para estos estudios, además de la experiencia y equipo necesario para medir el consumo de oxígeno en estas células, y ¡las células dejaron de consumir oxígeno aun en presencia de concentraciones muy bajas de las acetogeninas! Las siguientes preguntas fueron obvias: ¿Se reduce la respiración en las mitocondrias en presencia de las acetogeninas? ¿La síntesis de ATP disminuye? Así que en este mismo laboratorio se aislaron mitocondrias funcionales de la línea celular y se procedió a ponerlas en contacto con las acetogeninas. La respuesta fue que las mitocondrias dejaron de consumir oxígeno al tiempo que se abatió la conversión de ADP + Pi en ATP.

Parece fácil, pero fueron jornadas de 24 horas y solo se salía a medio comer. Desde el sacrificio de los animales, la obtención de células, la purificación de mitocondrias hasta los ensayos con las diferentes concentraciones de los compuestos debía realizarse en continuo o las mitocondrias podían romperse. Si esto pasaba se debía iniciar desde la inoculación de los animales y eran semanas perdidas. Creo que



cuando terminamos solo pensaba en dormir, comer o tener un fin de semana con mis dos hijos en Chiapas.

En esos tiempos la Universidad firmó una serie de convenios con el Programa de Fortalecimiento Institucional (PIFI- SEP) que brindaba facilidades para estancias académicas aún en el extranjero. Así que tuve la fortuna de ir a la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valencia, España, donde me recibió el Dr. Diego Cortés, cuyo grupo de trabajo había publicado el efecto variado de las acetogeninas en las partículas submitocondriales. Los resultados coincidieron. Las acetogeninas tenían un efecto inhibitorio sobre la respiración celular y de manera semejante a otros inhibidores específicos del complejo I en este orgánulo.

Finalmente, muchas de las piezas encajaron. De manera simple podemos decir que las acetogeninas inhiben la respiración en la mitocondria y reducen la síntesis de ATP. Las células cancerosas requieren de altos niveles energéticos, por lo que en las células expuestas a estos compuestos se impide su alta proliferación. Sin embargo, este rompecabezas llamado acetogeninas tiene aún muchas piezas escondidas.

Por último, reconozco que fui muy afortunada en este asombroso viaje, agradezco a todos los investigadores e instituciones que me

otorgaron conocimientos y facilidades para llegar al final. Se me permitió conocer otras formas de trabajo y cooperación. Tuve compañeros increíbles con gran sentido de colaboración, lo que acrecentó mi responsabilidad de un trabajo limpio y ordenado. Aún hoy mantengo muchos de sus métodos de trabajo. A mi familia todo mi reconocimiento por soportar mis meses de ausencia, pues en palabra de uno de mis hijos (tenía 10 años) "a nosotros también nos ha costado"

P A R A C O N O C E R M Á S

Schlie Guzmán, María Adelina. (2009). Actividad antitumoral de la herradura y cherimolína-2, acetogeninas de *Annona diversifolia* Saff". Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/76528>

D E L A A U T O R A

Dra. María Adelina Schlie Guzmán. adelina.schlie@unicach.mx
Laboratorio de Biología molecular y Genética, Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
<https://labiomgen.unicach.mx/index.php?p=page&v=Mg==>

Chiapas, en láminas de celulosa |

Preámbulo para

El Último Turquito

DANIEL PINEDA VERA

Miguel Álvarez del Toro, para muchos en la actualidad, quizás es solamente “el señor del zoológico”. El Zoológico Regional ubicado al sureste de Tuxtla Gutiérrez es sin duda el legado tangible y vigente de Don Miguel, un espacio que otrora proporcionó una visión vanguardista por la forma en que la fauna es exhibida, con una colección viva compuesta exclusivamente por especies nativas, en recintos que emulan su hábitat natural, no importando si esto generase frustración en el visitante impaciente y falto de sensibilidad naturalista, que espera encontrar a primer vistazo al bicho en cuestión, para darle una mirada indiferente y avanzar sin más por el sendero para repetir tal acción frente al siguiente recinto. Seguramente que esta situación era lo último que deseara Don Miguel al diseñar el hoy llamado ZooMAT; cualquiera que haya tenido un acercamiento con la naturaleza, desde la curiosidad y la sensibilidad, sabrá que cada recinto del zoológico es una pequeña gran escuela que merece ser observada por horas, horas y horas... pero, ¿cómo potenciar estas cualidades? Hoy, parece no existir mayor rastro de la vida y obra de Don Miguel y su enorme red de colaboradores; sin embargo, el propio Don Miguel reconocía la importancia de la divulgación del conocimiento científico.

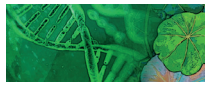
Escudriñando un poco más en su legado, salen a la luz obras como *Las Aves de Chiapas*, *Los Reptiles de Chiapas*, *Arañas de Chiapas* y un emocionante anecdotario titulado *¡Así era Chiapas!* Una rápida lectura a cualquiera de estas obras deja en claro no sólo las grandes capacidades de Don Miguel como divulgador de la ciencia -regalándonos un ameno acervo de conocimientos de-

rivados de un amplio trabajo de investigación en campo- sino también, la reconocida necesidad de compartir a la población chiapaneca lo fascinante de la vasta riqueza biológica con la que día a día coexistimos y de la que es nuestra responsabilidad conservar, para beneficio nuestro.

Estas monografías sobre aves, reptiles, mamíferos, o arácnidos, o la crónica de sus aventuras más memorables en el Chiapas aún feraz de la segunda mitad del siglo XX, hacen que mucho de lo que hoy observamos en nuestro recorrido por el ZooMAT tenga un significado muchísimo más profundo; si bien, estamos de acuerdo con Don Miguel en que la fulminante mirada de un jaguar puesta sobre nosotros, sólo adquiere tal magnificencia y produce tanto terror cuando ocurre en medio de una selva tropical con enormes caobas, chicozapotes y abundantes palmas espinosas.

¡Pero hay más! Don Miguel dio mucho de qué hablar tanto en la comunidad científica -publicando numerosas notas, artículos científicos y capítulos de libros especializados- como entre la población en general. Rastrear las múltiples notas periodísticas (muchas de ellas con tintes de reflexiva misantropía y amargura típicas de un naturalista que observa impotente la destrucción de las selvas, bosques y manglares que tanto ha recorrido, estudiado y amado) que hizo circular en medios impresos locales, podría ser una labor infructuosa, pero ampliamente recompensada con tan agradables textos, a veces ilustrados por el autor, que ciertamente tuvo dotes de artista plástico.

Y como muchos de quienes nos dedicamos o al menos soñamos con la conservación de la biodiversidad chiapaneca, Don Miguel también encontraba en las infancias un velo de esperanza, un poco de luz en la sinuosa, tórrida y lúgubre senda



El último Turquito resume la agrídulce experiencia de Don Miguel a lo largo de 54 años en que vivió, estudió, y luchó por conservar Chiapas.


 EL NEOTRÓPICO
 © Daniel Pineda Vera | 2023

hacia el fin de la crisis social-ambiental que hemos gestado desde hace ya un par de siglos. De esta atinada visión, de la cual muchos somos sus frutos, surgen los cursos de verano del extinto Instituto de Historia Natural (IHN) en la década de los ochentas, así como una serie de productos de divulgación y alianzas con instancias educativas gubernamentales y privadas para informar e involucrar a la población en la lucha conservacionista; el IHN gozó de una limitada pero tenaz producción editorial, con cuadernillos coleccionables tocantes a la flora y fauna de Chiapas (*El Nucú* y *Yashté*) y una revista de divulgación (*Barum*).

Entre tantas láminas de celulosa en las que Don Miguel ha impregnado su visión, conocimiento, preocupaciones y experiencias, aparece un singular librito de no más de cinco o seis páginas, titulado *El último Turquito*. Indudablemente el autor habrá pensado en *El último Turquito* como una herramienta de sensibilización para el público infantil, pero cualquiera que haya leído siquiera el primer párrafo, sabrá que, como me gusta decir, “a Don Miguel se le pasó la mano”. La introducción nos da un vistazo del funesto final, aunque pocas líneas después, Don Miguel nos transporta a aquellas selvas prístinas -de esas que ya casi no hay en Chiapas- rebosantes de vida, describiéndonos con lujo de detalle el despertar

de una selva húmeda tropical en algún rincón del noreste de nuestro estado, donde el protagonista es un diminuto pajarillo que entre los pajareros conocemos como Saltarín Cabeza Roja, Turquito, “Red-capped Manakin” o *Ceratopira mentalis*. Aquella selva, como muchas otras, cayó presa de un peligroso y errado ideal de modernidad y progreso, ese que aniquila, engaña y, con el pasar del tiempo, nos arrastra hacia nuestro final.

Como atinadamente dijo un gran amigo mío: “Este cuento te hace sentir culpable, de ser humano”. *El último Turquito* resume la agrídulce experiencia de Don Miguel a lo largo de 54 años en que vivió, estudió, y luchó por conservar Chiapas. Quizás, para consuelo del autor -y de muchos de nosotros-, el pajarillo que protagoniza este cuento no ha sido realmente el último, aún tenemos la maravillosa oportunidad de apreciar su grácil danza y cautivarnos con sus ojillos vibrantes en la penumbra de las selvas chiapanecas.

El Turquito (*Ceratopira mentalis*)

Del autor

Daniel Pineda Vera

Fundador y Director de El Neotrópico
 el.neotropico@gmail.com

El Último Turquito

MIGUEL ÁLVAREZ DEL TORO

El lugar donde se desarrolla esta historia es una de tantas y tantas heridas por donde Chiapas exhibe su caliza; donde manos irresponsables, han quitado la exuberante cabellera que formaba el bosque, dejando mondo el cráneo de la roca, donde se ha levantado una raquítica cosecha de maíz a cambio de quemar una fortuna; donde en minutos la ceniza ha reemplazado a la fibra vegetal que tardó siglos y milenios en formarse; donde la hecatombe principió cuando un bípedo, insignificante ante la grandiosidad de la naturaleza pero creyéndose su amo, llegó armado de una hacha y gran ambición, tapados los ojos por la ignorancia, sellados los oídos por el tintinear del dinero.

Aguas limpias, saltando sobre las piedras y formando cristalinas pozas, corren por el fondo de un pequeño barranco, arrullando con su murmullo a los turipaches que esperan el sol sobre una roca, verde por tanto musgo que la cubre y húmeda por el salpicar del agua. La humedad se hace visible en una tenue niebla que lentamente escurre entre la mañana y flotando, flotando, llega hasta las copas de los gigantes milenarios, cuyo follaje compite con el de las enredaderas que trepando por los carcomidos troncos tejen mallas de caprichosas vueltas, por donde escapan ágilmente los monos al ser espantados por la sombra de un águila arpía. Las campanulas azules, blancas y rosadas abren sus corolas al fresco de la mañana, dando color al verde oscuro del follaje y permitiendo la entrada a las primeras abejas silvestres que afanosas buscan el perfumado polen; de vez en cuando aparece un abejorro de abigarrada pelambre.

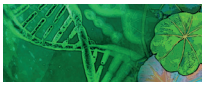
Por el cayado de un helecho arbóreo trepa muy lentamente una pequeña serpiente de moteado color y siniestros ojillos, es la muerte que acecha la distracción de algún incauto pajarillo y es observada con temor por un lagarto que reposa sobre una ancha hoja. En la húmeda penumbra empiezan a revolotear las primeras mariposas morfos de alas azul metálico y en un recodo próximo florece un arbusto que congrega numerosos chupaflores cuyo plumaje lanza variados destellos de joyería policroma; mien-

tras unas reinitas de celeste colorido esperan impacientes a que las belicosas avecillas les permitan participar del nectaríneo banquete.

Entre un oscuro bejucal se dispone a dormir su día una pareja de tecolotes de albos cuernecillos y rojizas caras, sus ojos entornados observan discretamente a un grupo de cucayos que pegados al carcomido tronco también pasaran el día, apagados sus minúsculos faros de la fría luminosidad. En la cima de la loma, toda cubierta de bosque, se escuchan los rasposos gritos del tucán, que desde la punta de un gran árbol domina el horizonte, oteando siempre la floresta en busca de la frutilla madura. Abajo del mismo gigante centenario y oculto entre la maleza que cubre el húmedo suelo, un pequeño ciervo rojizo lame su pelaje, mientras, abrazada a una retorcida liana, una ardilla oscura gimotea su alarma ante la sombra de un gavilán que pasa.

En un arbolillo de mediana altura y racimos de maduras frutillas, danzan su cortejo amoroso varios turquitos de plumaje negro y rojiza cabeza, de patas amarillas y ojos blancos. Las hembras de verdoso ropaje observan, ya interesadas, ya indiferentes, los complicados saltos y volteretas de los rechonchos cuerpecillos de los machos ocupados en tan ritual competencia. Van y vienen, saltan y chillan, revolotean a veces, todos siguiendo la misma ruta de ramitas cuidadosamente despojadas del follaje. Cuando un grupo se cansa toma su turno como espectador y a su vez contempla a los danzantes o mira con gozo el verde panorama de verdes laderas, todo apretadamente cubierto de espesa vegetación. De vez en cuando la asamblea se disuelve y durante largos minutos los pajarillos devoran glotonas las jugosas frutillas, luego retornan a la danza amorosa. Son, ni más ni menos, que una parte del conjunto armónico de la naturaleza.

Mas una mañana igual a la descrita, se escucha un sonido nuevo. Un ruido nunca antes escuchado y que paraliza momentáneamente a las criaturas del bosque. Es un sonido sordo, acompasado, un "tac" ominoso. Es la barbarie que llega con disfraz de progreso, con pretexto de necesidad. Es el desierto que



en hombros de bípedos humanos toca a las puertas del bosque.

Era un sonido raro para la floresta, mas, ajenos al funesto presagio, los animalillos pretenden acostumbrarse hasta que un estruendo los sobrecoge de nuevo. El primer gigante, que imposibilitado para escapar sintió con terror cómo le cortaban sus ataduras a la madre tierra, se viene al suelo, inútilmente arañando con sus ramas a los vecinos en un desesperado afán por sostenerse. Así gimiendo y aplastando hace retumbar el suelo con su peso, asombrado de aquellos minúsculos seres que han cortado su tronco; aquellos seres que hace apenas unos días alimentó con sus frutos, que hace unos días protegió con su sombra deteniendo los ardientes rayos del sol.

La destrucción avanza. Primero es una cinta que taladra el bosque y ya los habitantes de la floresta se han acostumbrado al paso de los humanos por el camino, solos o en grupos, caminando o cabalgando sobre sus monstruosos aparatos. Creen que el daño a su intimidad fue sólo esa cinta talada y el paso de esos peligrosos seres; esos seres que se detienen de cuando en cuando para dar muerte innecesaria a los incautos animalillos, que inconscientemente se atreven a salir a la orilla del camino. Pero muy pronto salen de su error, esa cinta desnuda es sólo el prólogo, el epílogo trágico viene unos pasos atrás.

Los seres arrogantes, tan insulsos, que hasta sus creencias dicen que todo en la Naturaleza fue hecho para servirlos, ya no tan sólo pasan de largo. En la lejanía aún se escuchan los gemidos de los gigantes sacrificados para abrir esa brecha, que malamente se transforma en el heraldo de la destrucción, cuando se escuchan nuevamente los sonidos del hacha fatal que muerde ya a la vera del camino y vorazmente avanza ladera arriba. ¡Habitantes del bosque escuchad! Es la marabunta humana que llega arrastrando tras de sí la desolación. Es la evolución que la naturaleza perfeccionó para suicidarse. Son los ilusos que se creyeron reyes de la creación y destrozando, destrozando, corren vertiginosamente hacia su propia destrucción.

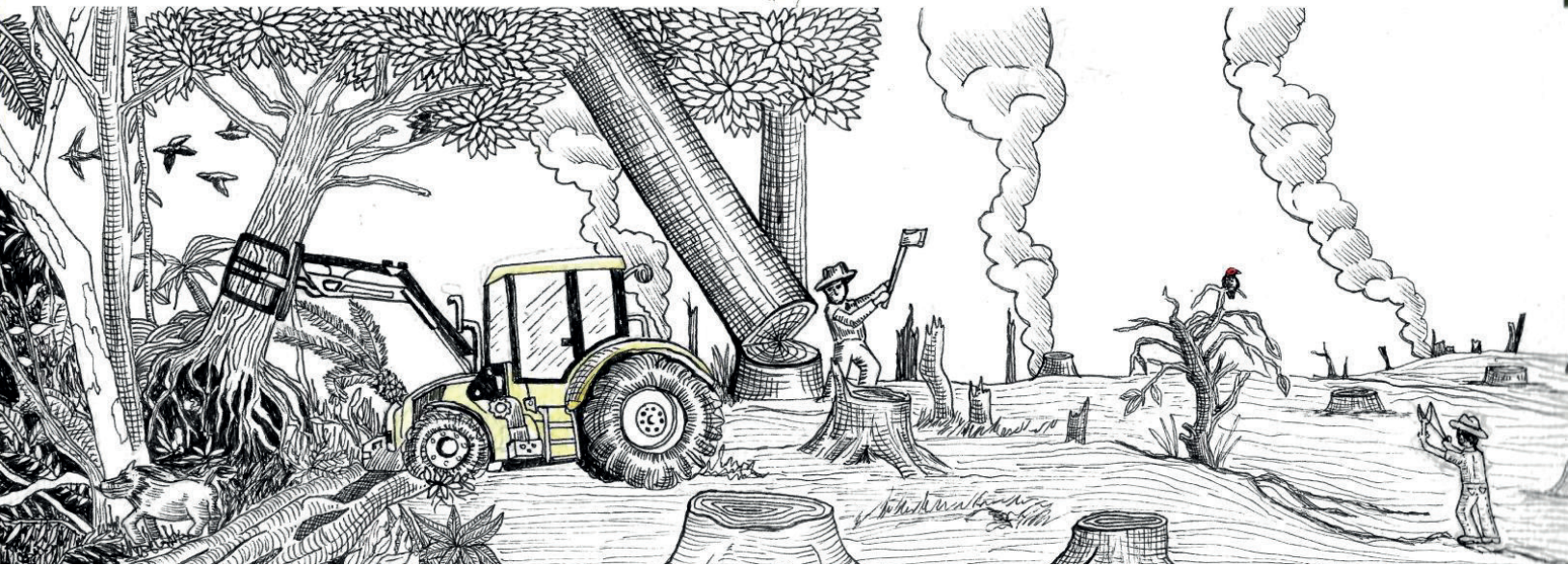
Pasa un año, pasan dos. Los habitantes móviles del monte pretendieron huir inútilmente al norte, al oriente, al poniente, al sur; solo encontraron desolación, ya el humano había pasado por ahí. Los

vegetales, anclados a la tierra, incapaces de huir, tuvieron que esperar aterrados hasta que esos seres destructores, incapaces de escuchar los alaridos de terror vegetal, los gemidos de los gigantes milenarios desangrados en el suelo, llegaron machete y hacha en mano derribando y derribando, luego quemando y quemando.

Las rocas desnudas constituyen ahora todo el escenario, mezcladas aquí y allá con tocones calcinados, con madera preciosa chamuscada. Primero estuvieron disimuladas por el verde del maíz, después un poco menos y finalmente las raíces de la milpa ya no encontraron tierra que nutriera las plantas y éstas no crecieron lo suficiente ni para ocultar las rocas; entonces los destructores dejaron el lugar y buscaron nuevos bosques para transformar en desiertos.

Donde el panorama era verde y por las mañanas se velaba por la húmeda niebla, ahora es blanco y es gris, y también se vela, pero por las ondas de calor que desprenden las desnudas rocas y el suelo al ser tocados por el sol. En lo alto de un pináculo rocoso, tan escarpado que el hachero no pudo escalar, pero hasta donde sí llegaron las terribles llamas, sobreviven apenas unos cuantos arbustos achicharrados a cuya raquítica sombra se refugia un pajarito triste, de raído plumaje negro y cabeza roja. Sus ojos de iris blanco miran incrédulos aquella desolación y sus persistentes silbidos desesperados son una maldición para los hombres que no supieron coexistir, que no supieron tomar sin destrozar y que mañana estarán en la misma condición que el turquito.

Los gritillos del turquito persisten, el pajarillo no quiere creer que ya nadie contestará su llamado. Su débil canto solo es oído con indiferencia por un toro de enlutado plumaje, nuevo recién llegado como eterno seguidor del hombre y su destrucción; una de las pocas criaturas silvestres que pueden adaptarse a vivir junto al caos del hombre. El turquito suspende unos momentos sus angustiosos llamados para buscar una de las pocas frutillas chamuscadas, ¡mas hace poco comió la última! Además del hambre lo atormenta la sed, el arroyo hace tiempo está seco, hace días que en endureció el último lodo aprisionando el cadáver de la última rana; el rocío ya no se condensa más y la niebla húmeda no existe. Este día también el arbustillo llega al límite de su resistencia y las últimas hojas aún verdosas se doblan hacia abajo.



Los seres arrogantes, tan insulsos, que hasta sus creencias dicen que todo en la Naturaleza fue hecho para servirlos, ya no tan sólo pasan de largo.

Los gritillos del turquito se escuchan nuevamente, pero ya no son iguales a los de su especie, ya no es canto de amor, ya no es canto de alegría, es lamento de desesperación. El pico abierto porque las desnudas ramas ya no proporcionan sombra alguna que lo proteja del sol; los músculos de la laringe débiles ya por la falta de frutillas jugosas. Apenas puede volar y saltando llega a la ramita más alta. Una vez más otea el horizonte desolado, mas hasta donde alcanza la vista no hay un sólo arbolado prometedor; no es posible que por ninguna parte se escuchen cantos o gritos de sus congéneres, no comprende que uno a uno fueron cayendo a tierra, que él, más fuerte, sobrevivió hasta lo posible.

El piquillo abierto, el plumaje erizado, el turquito descubre algo blanco que se abre paso entre las ondas de calor. Es un chamaco que bañado en sudor sube la loma, camino del lugar donde, allá lejos, sigue la tumba del otro trozo de monte; tiene el rostro enrojecido y la desesperación por tanto calor quiere invadirlo. Por un momento, ¡qué ironía!, se agacha en la escasa sombra que proporciona el chamuscado tronco de un chinene, el mismo que hacía tiempo le proporcionó grasosa fruta para saciar su hambre, cuando aún estaban en la tarea de asesinar al árbol, él, su padre y su tío.

El tronco muerto, ennegrecido, no proporciona mayor alivio contra ese calor y el chamaco campesino sigue su camino por el árido paisaje. La vereda sube hasta el pináculo rocoso y en la punta de un arbustillo secarrón, el chamaco descubre un pajarillo que parece muy manso por estar desfallecido.

Es un pajarillo rojo y negro, con sus blancos ojos entornados y el piquito abierto por la sofocación. Olvida un momento su cansancio y rápido saca la fatal resortera, zumba una piedra que golpea un cuerpecillo casi muerto de sol, de hambre y sed. Como si tal cosa, el chamaco ni se digna dar una segunda mirada a su inocente víctima y calcinado por el ardiente sol apenas si recuerda la belleza de este lugar, cuando recién llegó acompañado de su padre en los comienzos de la roza. Apenas si recuerda los dulces chicozapotes que comiera y hasta reconoce los árboles al ver sus troncos negros, derribados, llenos de polilla, la mitad convertidos en ceniza.

Sobre una roca áspera, moviéndole las plumillas el caliente aire, está el inmóvil cuerpecillo rechoncho del último turquito. Es la mano del hombre que ha pasado por aquí. Es la civilización, dicen, que ya llegó por acá.

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

A Barbarela Álvarez Pérez por conceder la reproducción íntegra y original del cuento El último turquito de Miguel Álvarez del Toro.

Ilustraciones

Biol. Fridali García Islas.

fridali_gi@hotmail.com.

Técnica: achurado con estilógrafo



Uniando los hilos de la naturaleza

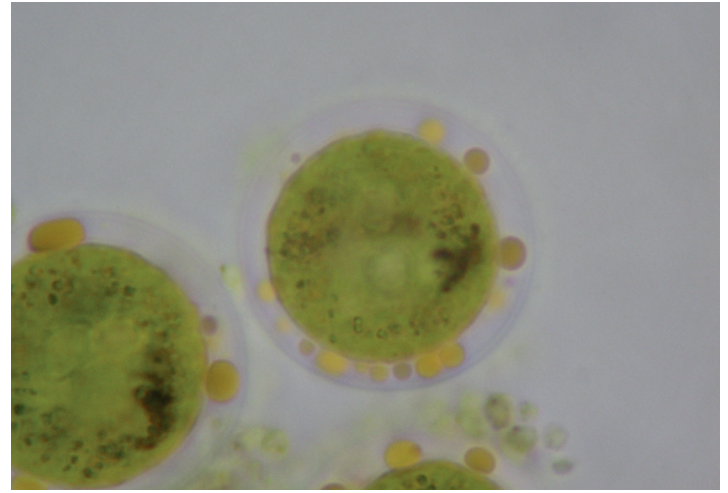
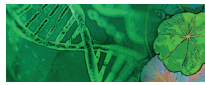
XIII Concurso de Fotografía de la Semana de la Biología
del Instituto de Ciencias Biológicas de la UNICACH

MIGUEL ÁNGEL PERALTA MEIXUEIRO

La fotografía es el arte de captar imágenes empleando la luz; es un poderoso medio de expresión visual que captura momentos en forma de imágenes estáticas, permitiendo documentar la realidad de manera artística o científica. En el estudio de los seres vivos, la fotografía desempeña un papel fundamental al

proporcionar una ventana a la biodiversidad y los ecosistemas.

Primero, la fotografía sirve como una herramienta esencial en la investigación biológica. Permite a los científicos documentar y analizar la anatomía, identificar especies, conocer el comportamiento y la distribución de especies, documentar cambios en el tiempo y revelar detalles difíciles de observar en el campo.



En segundo lugar, la fotografía juega un papel crucial en la conservación de los seres vivos y sus hábitats. Las imágenes impactantes sensibilizan al público sobre la belleza y fragilidad de la naturaleza, lo que puede motivar acciones para su preservación. La fotografía documental y de naturaleza despierta la conciencia sobre la biodiversidad amenazada y los problemas ambientales, generando empatía y apoyo para la conservación.

Por tal motivo, en el marco de la XXXVIII Semana de la Biología: uniendo los hilos de la naturaleza, organizada por el Instituto de Ciencias Biológicas de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, celebrada del 2 al 6 de octubre de 2023, se realizó el XIII Concurso de fotografía, que en los últimos 13 años ha permitido que estudiantes, egresados, docentes y administrativos de este Instituto, así

como público en general, participen con sus mejores fotografías de seres vivos, no solo de la entidad, sino también de México y Centroamérica. En esta ocasión se premiaron tres categorías: funga y flora, microorganismos y fauna. La difusión se realizó a través de las páginas del Instituto de Ciencias Biológicas por lo que se contó con la participación de 42 fotografías, de las cuales una correspondió a microorganismos, 24 a fauna y 17 a funga y flora. De estas fotografías se seleccionaron a 11 semifinalistas de ellas, cuatro engalanan esta nota que tienes en tus manos. Esperemos que disfrutes cada una de ellas y que reflexiones sobre la importancia de cada organismo que habita nuestro planeta, así sea microscópico o de gran tamaño.

Finalmente, hay que recordar que la fotografía es una herramienta poderosa que fusiona arte

y ciencia para celebrar la diversidad de la vida en la Tierra y promover su supervivencia y como ha dicho el Dr. Juan Luis Cifuentes Lemus (un destacado biólogo mexicano), “Lo que se conoce se quiere y lo que se quiere se cuida”.

D E L A U T O R

Dr. Miguel Ángel Peralta Meixueiro. miguel.peralta@unicach.mx
 Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Fotografía 1. **Retrato nupcial.** Autor: **Carlos Alberto Solís Sarmiento**

El pelicano café es un maestro en el arte del vuelo sobre el agua y el cielo. Es común verlo rasando las olas de la costa chiapaneca o bien, volando en formaciones perfectas que nos sumergen en la maravilla de la naturaleza alada. Esta fotografía revela al pelicano en su época reproductiva, pues en esta temporada del año desarrollan su plumaje nupcial en el que adquieren colores más saturados sobre las plumas y piel para atraer a una hembra con la que podrá reproducirse. La fotografía fue tomada en Tonalá, Chiapas.

Datos técnicos: Cámara: Canon PowerShot SX60 HS. Distancia focal: 1365mm ISO 100, F/6.5, 1/400s

Fotografía 2. **Menú del día: mosca fresca para la araña.** Autor: **Samuel Enrique Castellanos Hernández**

Al ir caminando a lo largo de las orillas del río sabiná a la altura de la colonia Terán en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, tuve la fortuna de encontrar, debajo de las hojas, esta araña comiendo a su presa, una mosca, lo que da sentido al apodo de la familia salticidae de la que es propia la araña de la foto, como comedores de moscas. Este encuentro nos da una visión reveladora de las interacciones ecológicas y los comportamientos depredadores de la familia.

Datos técnicos: Canon T6+EF-S 18-55mm f/3.5-5.6 | ISO 200, f/5.6, 1/160 seg | Iluminación natural.

Fotografía 3. **Sobralia, Flor de un día.** Autor: **Julio César Hernández Ramos**

Sobralia x veitchii auct. 1894 es una orquídea resultado de un evento de hibridación natural entre *Sobralia macrantha* y *Sobralia xantholeuca* cuyas poblaciones silvestres están en las montañas del oriente de Chiapas. las orquídeas del género *Sobralia* suelen ser llamadas flor de un solo día; epíteto poético debido al efímero pero espectacular hábito de floración de estas plantas (Beutelspacher et al., 2019). Fotografía captada en salida de campo.

Beutelspacher B. C. R., García-Martínez R., Sarmiento C. 2019. Sobre un par de híbridos naturales de especies chiapanecas de sobralia. Boletín de la Asociación Mexicana de Orquideología. Pp 16-20.

Datos Técnicos: Fotografía captada con dispositivo teléfono móvil: Leica cam 1/290 s f/1.8 ISO 50. Edición de luz con Adobe Lightroom.

Fotografía 4: **Chlorococcum sp. aislada del estado de Chiapas.** Autor: **Diego Amando Escobar Pacheco.**

La imagen tuvo como propósito la identificación de microorganismos aislados de un sitio contaminado del estado de Chiapas para su uso en biorremediación de aguas contaminadas, como parte del proyecto de investigación de posgrado del autor. Se puede observar a una especie de *Chlorococcum* con producción de lípidos atrapados en su membrana.

Datos técnicos: Nikon COOLPIX S10, longitud focal 63.3 mm, ISO 100, f/3.5, 1/34, seg + Nikon EFD-3 Optiphot a 100X. , Laboratorio de Algas Continentales Ecología y Taxonomía (LACET). Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).



GUÍA DE AUTORES

Resumen ejecutivo

El objetivo de la gaceta 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; y pueden relacionarse o no con las actividades desarrolladas en nuestro Instituto. Los textos de carácter técnico y los informes de trabajo no corresponden al perfil editorial de la gaceta. 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, precisa y accesible para un público no especializado.

- La extensión de la nota debe ser de 1000 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 le es notificado su acuse de recibo.

2. El comité editorial revisa la nota y la 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** publica 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>

COMITÉ ORGANIZADOR DE CANTERA

COMITÉ EDITORIAL

Iván de la Cruz Chacón

Claudia Azucena Durán Ruiz

Daniel Pineda Vera

Fátima Cruz Moreno

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 Esquina.

Secretario Académico

Dra. Lorena Luna Cazás

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
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Maestría en Ciencias en Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas Tropicales 2024



Título a otorgar:

Maestro (a) en Ciencias en Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas Tropicales

Créditos: 87

Líneas de investigación:

- 1) Biodiversidad Vegetal y Recursos Fitogenéticos
- 2) Manejo y Conservación de Ecosistemas

Duración: 2 años (4 semestres)

Sinopsis:

La Maestría en Ciencias en Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas Tropicales se origina ante la grave crisis de degradación de los ecosistemas, de la extinción de especies, de la pérdida de recursos bióticos y de saberes culturales, con el compromiso de estudiar y proponer soluciones a la problemática ambiental y social, tanto a nivel local, regional o global. Por su función formadora de especialistas y generadores de conocimientos, el posgrado en esta área debe ser considerado como la piedra angular del sistema educativo, cultural y científico de la Universidad y del estado de Chiapas. Esta maestría forma especialistas capacitados en el manejo y evaluación de los ecosistemas y de la biodiversidad tropical; capaces de generar, analizar información y desarrollar acciones de intervención sobre los procesos que inciden en los ecosistemas tropicales, sobre las especies y su estado de riesgo, así como sobre los servicios que los mismos ecosistemas proveen.

Objetivo:

Formar investigadores y profesionistas con altas competencias; capaces de diseñar, dirigir y ejecutar investigaciones innovadoras que contribuyan a la generación y aplicación de conocimientos orientados a la construcción de alternativas de solución en los campos de la biología, el manejo de los recursos naturales y ambientales con enfoques de sustentabilidad.

Perfil de egreso:

El egresado de la Maestría en Ciencias en Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas Tropicales atenderá las problemáticas básicas y aplicadas de la conservación de los ecosistemas tropicales, de los recursos naturales; considerando las necesidades locales o regionales de los diferentes sectores de la sociedad. Por tanto, contará con las siguientes competencias:

Competencias generales

- Desarrolla su profesión de manera responsable y ética, en congruencia con las necesidades actuales de generación de conocimientos básicos y aplicados.
- Realiza trabajo en grupos interdisciplinarios para resolver problemas de su campo profesional.
- Dispone de una mentalidad crítica, abierta y con un alto sentido de responsabilidad social y ambiental.
- Posee motivación para el aprendizaje a lo largo de la vida de manera individual y colectiva.

Mapa curricular

Primer Semestre

- Saberes Ambientales y Sustentabilidad
- Métodos Estadísticos y Diseño Experimental
- Ecología de Sistemas Tropicales
- Métodos de Estudio de la Diversidad Biológica

- Electiva
- Trabajo de Investigación inicial
- Primer Coloquio de Investigación

Tercer Semestre

- Trabajo de Investigación
- Segundo Coloquio de Investigación

Segundo Semestre

- Optativa de Especialización 1
- Optativa de Especialización 2

Cuarto Semestre

- Trabajo de Investigación Terminal

Requisitos:

1. Identificación oficial con fotografía
2. Acta de nacimiento
3. CURP
4. Carta de exposición de motivos donde el aspirante explique su interés para ingresar al programa y en la cual describa sus fortalezas y áreas de oportunidad.
5. Carta compromiso en el formato correspondiente (se anexa formato electrónico para su descarga en línea).
6. Currículum vitae acompañado de documentos probatorios.
7. Certificado de estudios oficial con promedio mínimo de 8.0. Título profesional de licenciatura sellado por la Dirección General de Profesiones de la Secretaría de Educación Pública en área afín al programa (biología, ciencias ambientales, ciencias de la tierra, ecología, manejo de recursos naturales, etc.).
8. Anteproyecto de investigación con una extensión máxima de seis cuartillas avalado por un Profesor/Investigador del Instituto de Ciencias Biológicas en el que se establezca la línea de investigación del programa a la cual se incorporará el alumno.
9. Carta compromiso por parte de un académico del Instituto en el formato correspondiente (se anexa formato electrónico para su descarga en línea).
10. Dos cartas de recomendación emitidas por académicos reconocidos en área afín al programa.
11. Constancia Toefl institucional de 400 puntos mínimo, vigente a la fecha de término del proceso de selección
12. Los aspirantes extranjeros o mexicanos que hayan estudiado licenciatura o equivalente en el extranjero requieren entregar:
 - Título apostillado
 - Certificado de estudios apostillado
 - Dictamen técnico de revalidación de estudios expedido por la Secretaría de Educación Pública de México. Este documento debe especificar que los estudios realizados por el aspirante cuentan con la equivalencia curricular para ser aceptados en el sistema de educación mexicano
 - Dictamen de equivalencia de promedio emitido por la UNICACH

PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES

Fechas importantes	
Actividad	Fecha
Registro en línea y publicación de convocatoria	30 de junio-29 de septiembre de 2023
Examen TOEFL	22 de septiembre de 2023
Revisión de documentos	2-6 de octubre de 2023
Publicación de lista de candidatos preseleccionados	13 de octubre de 2023
Pago de admisión	16-20 de octubre de 2023
Examen de conocimientos	24 de octubre de 2023
Entrevistas	25-27 de octubre de 2023
Publicación de candidatos aceptados	8 de noviembre de 2023
Inscripciones	22-26 de enero de 2024
Entrega de documentos probatorios	29-30 de enero de 2024
Inicio de actividades	Febrero 2024

*El grupo se abrirá con al menos 7 candidatos aceptados e inscritos



<http://ecosistemastropicales.unicach.mx>

(961) 617 04 40 ext. 4240



Informes: Dr. José Antonio De Fuentes Vicente
Coordinación de la Maestría en Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas Tropicales del Instituto de Ciencias Biológicas
Libramiento Norte Poniente No. 1150
Col. Lajas Maciel, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
<http://ecosistemastropicales.unicach.mx>

correo-e:
ecosistemastropicales@unicach.mx

CANTERA



 EL NEOTRÓPICO
© Daniel Pinada Vera | 2023

