

# *¡Órale!*

Revista de comunicación de la ciencia del Posgrado en Ciencias Biológicas de la UATx



Julio - diciembre 2023



**La conducta animal,  
una solución  
inteligente**

**Las serpientes no son  
armas automáticas**

**Tenemos que hablar:  
No eres tú... ¡Es tu  
microbiota intestinal!**



Universidad Autónoma de Tlaxcala

Serafín Ortiz Ortiz  
Rector

Margarita Martínez Gómez  
Secretaria Académica

Alfredo Adán Pimentel  
Secretario de Investigación Científica y Posgrado

Roberto Carlos Cruz Becerril  
Secretario Técnico

Diana Selene Ávila Casco  
Secretaria de Extensión Universitaria y Difusión Cultural

Elvia Hernández Escalona  
Secretaria Administrativa

José Reyes Luna Ruiz  
Coordinador de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud



Posgrado en Ciencias Biológicas

Lourdes Arteaga Castañeda  
Coordinadora General del Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta

Estela Cuevas Romero  
Coordinadora General del Posgrado en Ciencias Biológicas

María Luisa Rodríguez Martínez  
Secretaria Académica del Posgrado en Ciencias Biológicas

# CONTENIDO

04  
Editorial

05  
En el CTBC me he encontrado  
José Aguilera

06  
30 aniversario  
Fernando Aguilar Montiel

06  
Recuerdos de Tlaxcala  
Anders Ågmo

07  
Testigo de una historia compartida por una amable invitación  
Mario García Lorenzana

08  
¡Pasión por las señales eléctricas!  
René Zempoalteca Ramírez

09  
Semblanza  
Eduardo Aguilera Miller

10  
Mi experiencia en el CTBC  
Laura Guadalupe Hernández Aragón

11  
Un excelente centro de investigación en biología de la reproducción  
Alonso Fernández Guasti

12  
Reseña pequeña  
Aldo Isaac Carrillo Muñoz

12  
30 años del CTBC  
Barry R. Komisaruk

13  
Años buscando la corticosterona  
Leticia Nicolás Toledo

14  
Mamás y papás en la naturaleza  
Roberto Munguía-Steier y Bibiana Montoya

16  
Amalgamas vemos, micronúcleos no sabemos  
Esmeralda García, Elvia Ortiz, Aurora Lucero y Guillermo Pérez

18  
La conducta animal, una solución inteligente  
Gabriel Gutiérrez

20  
Pero, ¿de qué te estresas?, si tú no haces más que estudiar  
Hugo Cano RamírezFlores

22  
Tenemos que hablar: No eres tú... ¡Es tu microbiota intestinal!  
Bibiana Montoya, Mauricio Guillen, Alex Mopán, Misael Mancilla, Roxana Torres

24  
Entre la sed y la enfermedad: ¿Qué futuro le espera al ocote chino en Tlaxcala?  
Braulio Pérez, Bárbara Cruz, Gema Galindo, Yendi Navarro, Arturo Estrada, Guillermo Pérez

26  
Cartelera académica  
Enero-junio

28  
Las serpientes no son armas automáticas  
Gabriel Gutiérrez

30  
Psicobiología y computación: nuevas soluciones a problemas tradicionales  
Verónica Reyes, Humberto Pérez, Mariel Urbina, Hugo Escalante

32  
Patrones genéticos de las coníferas del Parque Nacional La Malinche  
Bárbara Cruz, Alejandro Flores

36  
El límite arbóreo de La Malinche: el pino de las alturas y sus amenazas.  
Jessica Juan, Lorena Ruíz, Alejandro Valdez, José Martínez, Bárbara Cruz

38  
Árboles vemos, genes no sabemos: la conservación de los bosques de La Malinche  
Bárbara Cruz

40  
30 años  
Francisco Castelán

# ¡Órale!

Boletín informativo del Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta

Núm. 5  
Año 2023

Margarita Martínez Gómez  
Editora

Amando Bautista Ortega  
Anibal Díaz De La Vega Pérez  
Bibiana Montoya Loaiza  
Francisco Castelán  
Leticia Nicolás Toledo  
Olimpia Guevara Hernández  
Porfirio Carrillo Castilla  
Yolanda Cruz Gómez  
Comité Científico

Socorro Romero Patiño  
Correctora de Estilo

José Manuel López Vásquez  
Gabriela Sánchez Polvo  
Reporteros

José Manuel López Vásquez  
Diseño

¡Órale! Revista digital de comunicación de la ciencia del Posgrado en Ciencias Biológicas, No. 5, julio – diciembre 2023, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Tlaxcala en coordinación con el Posgrado en Ciencias Biológicas. Calle del Bosque s/n Colonia Tlaxcala Centro C.P. 90000, Tlaxcala, Tlax., México. Teléfono 246 462 1557, <https://revistaorale.uatx.mx/numeros.html>, [comunica@ctbcuatx.edu.mx](mailto:comunica@ctbcuatx.edu.mx). Editora responsable: Margarita Martínez Gómez. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo en trámite, ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número Universidad Autónoma de Tlaxcala en coordinación con el Posgrado en Ciencias Biológicas. Calle del Bosque s/n Colonia Tlaxcala Centro C. P. 90000, Tlaxcala, Tlax., México. Teléfono 246 462 1557, M. en C. José Manuel López Vásquez, fecha de última modificación, 21 de marzo del 2023.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de los editores de la publicación.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma de Tlaxcala en coordinación con el Posgrado en Ciencias Biológicas.

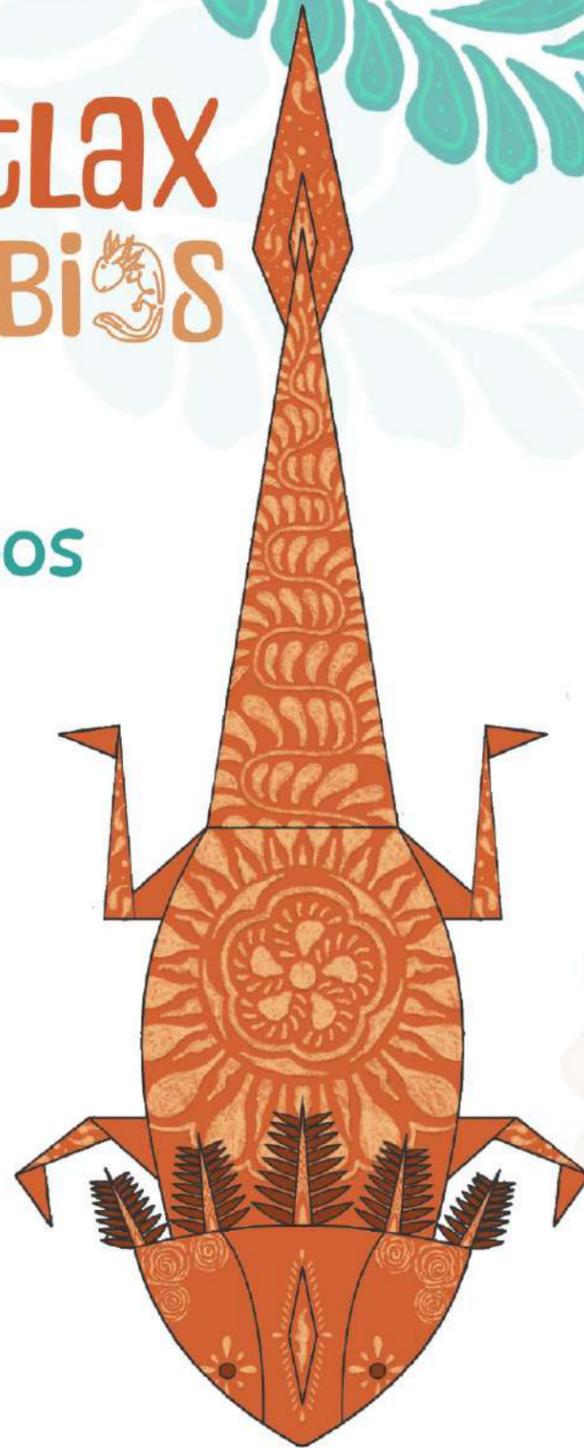
# 2<sup>o</sup> FESTITLAX DE LOS ANFIBIOS

JUEGOS

CHARLAS

TALLERES

YOGA



26 DE ABRIL DE 2024 / 9 A 13 HORAS

RIBERA ATLAHAPA, LAGUNA DE ACUITLAPILCO, TLAXCALA

ENTRADA LIBRE

Personas menores de edad acompañadas de persona adulta

Traer agua, alimentos, gorra o sombrero



En el CTBC me he encontrado

José Aguilera  
Universitat Autònoma de Barcelona

¡Salud queridos tlaxcaltecas!

Soy José Aguilera, profesor investigador del Departamento de Bioquímica y Biología Molecular en el campo de las neurociencias, de formación continua como debe ser, en Biología Fundamental, Bioquímica, Neuroquímica y finalmente Neurocientífico en el Institut de Neurociències de la Universitat Autònoma de Barcelona. Español enamorado de México por puras evidencias culturales, históricas y personales y porque he percibido siempre en este país una gran receptividad científica y disposición a la colaboración.

Después de 20 años de interacción con diferentes universidades, centros de investigación de la República Mexicana, y varias decenas de artículos, he recalado en la Universidad Autónoma de Tlaxcala donde he encontrado un gran nivel científico en el Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta (CTBC) y un mejor ambiente personal.

Con verdaderos amigos científicos estamos desarrollado una nueva estrategia terapéutica para dar solución a un gran problema de salud, la incontinencia urinaria. La estrategia consiste en reforzar la inervación de los músculos del suelo pélvico con un péptido recombinante con propiedades neuroprotectoras y reforzadoras de las fibra musculares. El tratamiento podría consistir en aplicaciones a muy baja concentración, intramusculares, no invasivas, y espaciadas temporalmente. El fármaco propuesto actuaría de manera parecida a un factor de crecimiento, puesto que se une a los receptores de membrana de las neurotrofinas. La colaboración se enriquece por la gran experiencia de los investigadores del CTBC en patologías derivadas de la reproducción y por mi modesta experiencia en Biología Molecular.

E imitando nuestros clásicos griegos no hay ciencia sin arte o bien la ciencia también es un arte; además de la inspiración científica, Tlaxcala también me transmite inspiración poética con lo que concluyo mi píldora curricular con un soneto alejandrino.

*En un precioso valle, bajo grandes volcanes,  
se halla esa villa mágica, que tanto nos atrae  
por su enorme belleza y, porque en ella recae  
la fusión de culturas, el choque de titanes.*

*¡Tlaxcala poderosa! Cuna de capitanes  
que lucharon bien libres, si el mito no sustrae  
que el noble indio Tlahuicole, en guerras Floridas cae  
dando paso a caciques, y sus locos chamanes.*

*En este pueblo quiero vivir con dignidad,  
rodeado de amigos y de personas sanas,  
de la vida estudiosas, también de enfermedades.*

*En el CTBC hallo la gran tranquilidad  
de seguir trabajando, en ciencias y con ganas,  
disfrutando del campus y sus boscosos lares.*



¡Órale!

## 30 Aniversario

Fernando Aguilar Montiel

Llegué al Centro de Investigaciones Fisiológicas (CIF) en el año 1996, cuando cursaba la licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia en la UATx. Acompañé a un amigo que hacía servicio social en el CIF. Él me habló sobre las líneas de investigación y me mostró los bioterios de conejos y de ratas, así como los laboratorios. Como me gustaban los conejos solicité hacer servicio social en algún proyecto, aunque el azar me llevó a trabajar en una línea de investigación con ratas. Hice mi tesis de licenciatura bajo la dirección de la doctora Rosa Angélica Lucio con un trabajo de anatomía, fisiología y conducta sobre el nervio genitofemoral de la rata macho.

Luego, mientras el CIF cambiaba su nombre a Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta (CTBC), salí del laboratorio a probar suerte como extensionista en proyectos productivos de conejos domésticos. Después de esta etapa regresé al CTBC, alrededor del año 2006, para cursar la Maestría en Ciencias Biológica y trabajar con conejos silvestres en la Malinche. Más tarde ingresé al Doctorado en Ciencias Biológicas. En ambos programas estudié bajo la dirección del doctor Jorge Vázquez y en el último con la codirección del doctor Arturo Estrada.

Actualmente, estoy adscrito al CTBC como técnico académico. Colaboro en proyectos de investigación con grupos de especialistas en aves, roedores, lagomorfos y mesocarnívoros en áreas naturales del centro del país con investigadores como Itzel Arias, Bibiana Montoya, Cecilia Cuatlanquiz, Eduardo Aguilera y Jorge Vázquez. Combino el trabajo de apoyo en campo con mi labor como encargado del bioterio de ratas y también con actividades de docencia. Además, derivado de mi trabajo de doctorado, llevo un monitoreo e inventario de la riqueza y abundancia de sifonápteros (pulgas) de animales silvestres. Si usted sabe de algún animal silvestre con pulgas, contácteme en el CTBC, estoy en el laboratorio de Ecofisiología y mi correo es fernando.aguilarm@uatx.mx. 

## Recuerdos de Tlaxcala

Anders Ågmo  
Universidad de Tromsø, Noruega

Un paseo matutino del zócalo hacia la calle de San Francisco, continuando frente a las puertas de la iglesia llamada Nuestra Señora de la Asunción, es una experiencia inolvidable. Si se tiene la suerte de pasar en la hora de la primera misa, se puede llegar a escuchar la campanita señalando el momento de la transustanciación del vino en la sangre de Cristo. La tranquilidad del ambiente, los árboles centenarios, los muros sólidos de piedra de la iglesia y el sonido de la campanita que se ha escuchado durante más de mil años en todo el mundo cristiano, provocan un sentido inigualable de paz y tranquilidad, propenso para la creación intelectual excelso.

Hace muchos años tuve la ocasión de presenciar aquel momento divino. Estuve en Tlaxcala para visitar el CTBC y para ofrecer una plática en el famoso curso de doña Margarita Martínez. El día anterior había visitado el laboratorio de Rosa Angélica Lucio para informarme sobre su método extraordinario de recolectar semen de ratas y evaluar la cantidad y calidad de los espermatozoides. Su método es único en el mundo.

Todos sabemos que la transustanciación es un proceso milagroso. Igual de milagroso es el hecho de que Tlaxcala, una pequeña ciudad tranquila entre los magueyes pulqueros, algo apartado del mundo, puede ser la anfitriona de investigación de primera clase y un hogar para un grupo considerable de jóvenes y menos jóvenes investigadores. No dispongo de datos exactos sobre la magnitud de la contribución científica del Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta, pero estoy convencido de que es superior a la mayoría de los sitios de investigación fuera de la Ciudad de México. Es un ejemplo de lo que se puede hacer con entusiasmo y dedicación, sin la abundancia de recursos materiales que se encuentra en los centros de investigación capitalinos. Habría que esperar que los próximos años sean igual de exitosos que los 30 años transcurridos desde la fundación del centro. 

## Testigo de una historia compartida por una amable invitación

Mario García Lorenzana  
Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa

Hace más de cuarenta años que he estado vinculado a la enseñanza e investigación histológica. Tiempo de profundos cambios en el enfoque epistemológico del estudio de los tejidos: de la estructura, pasando por la función celular, tisular y orgánica, apoyados en la técnica histológica así como en la bioquímica, la biología molecular y la inmunología; atendiendo al actual objeto de estudio de los tejidos, no solo morfofisiológicamente sino además ontogenética y filogenéticamente así como desentrañando las interacciones moleculares, celulares y tisulares en condiciones normales y patológicas.

Actualmente la patología digital y la ingeniería de tejidos surgen de la multi- e interdisciplina enriqueciendo el substrato teórico, metodológico y técnico del estudio de los tejidos. En tanto que en el proceso de enseñanza-aprendizaje pasamos de la escuela tradicional a las innumerables corrientes pedagógicas actuales como el modelo por competencias o de pensamiento complejo, con técnicas didácticas para la presencialidad como a la virtualidad o en línea. En ese devenir en el tiempo, yo tuve el primer contacto con el Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta (CTBC) hace no menos de 25 años, cuando recibí una invitación para impartir una plática sobre la

técnica histológica, a través de exalumnos de mis clases de Histología en la Universidad Autónoma de Metropolitana Unidad Iztapalapa que llegaron a realizar estudios de posgrado en el CTBC. A partir de esa experiencia se desencadenó una cascada de actividades, con cursos, participación en comités tutorales de estudiantes de posgrado del CTBC, coautoría en artículos de divulgación e investigación en revistas indizadas, interacción de cuerpos académicos y convenios interinstitucionales. Un lugar especial tiene en esa interacción el apoyo del CTBC al aceptar ser la sede de un Congreso Nacional de Histología, cuando yo presidía la Sociedad Mexicana de Histología.

Albricias al CTBC por cumplir 30 años en los que me permitieron compartir la riqueza de las actividades académicas que desarrolla, así como de una historia de satisfacciones al ver la culminación en la formación de estudiantes de posgrado, y de anécdotas que le han dado emotividad a los años en los que he sido testigo del desarrollo académico que los estimados colegas del CTBC, con los que he compartido las experiencias mencionadas. 



## ¡Pasión por las señales eléctricas!

René Zempoalteca Ramírez

Todo comienza durante mi formación como biólogo: en cuarto semestre cursé la materia de Morfofisiología con la excelente maestra Anabella Handal quien nos explicó el potencial de acción, el lenguaje eléctrico por el cual se comunican las neuronas, se hablan y, a su vez, el sistema nervioso controla al sistema muscular. Posteriormente, al finalizar el sexto semestre debíamos realizar una estancia fuera de la BUAP y el Dr. Ismael Ledesma Mateos (fundador de la Escuela de Biología) nos llevó a la ciudad de México, viajamos en el Metro y visitamos los diferentes laboratorios donde se realizaba investigación referente a nuestro campo. Pasamos por la UNAM, universidad en la cual algunos compañeros se fueron quedando, eligiendo algún área de su interés en diferentes institutos, los que quedamos nos dirigimos al CINVESTAV del IPN, llegamos al departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias e inmediatamente recordé mis clases tomadas. Llegamos al laboratorio del Dr. Julio Muñoz, ahí estaban haciendo experimentos en gatos, midiendo señales eléctricas en las patas y en médula espinal, me pareció tan interesante que decidí quedarme a hacer mi estancia en ese laboratorio. Estando ahí trabajé con el Dr. Rodolfo Cueva y, por primera vez, pude registrar y ver, en un osciloscopio, un potencial de acción en axones de un nervio periférico en la rata. Al término de mi estancia de tres meses, muy enriquecedora, regresé a mi escuela a continuar con mis estudios.

Para el siguiente año debía empezar con el servicio social, por ello busqué algún lugar cercano a donde vivía, me enteré que en Tlaxcala existía un centro de investigación donde realizaban estudios en animales: el CIRA, localizado en Panotla. En el mes de agosto me dirigí a esa localidad, subiendo el cerro, porque junto a la iglesia de la comunidad estaba el centro de investigación.

Al llegar nos dirigimos (me llevé a un compañero de la escuela, Armando Montiel) a la primera puerta que estaba abierta, era el laboratorio de Fisiología de la Reproducción, nos recibió la Dra. Margarita Martínez Gómez y amablemente nos aceptó como prestadores de servicio social. Con unos cuantos meses de estar ahí, fuimos a Acapulco que sería sede del XX Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas. El Dr. Pablo Pacheco Cabrera era el presidente. En ese espacio conocí un mundo de presentaciones relacionadas a la fisiología; sin embargo, me interesaban las relacionadas a obtener señales eléctricas.

En abril de 1993, cargamos con todas las mesas, sillas y el poco equipo que había y nos fuimos a unas oficinas que pertenecían a Sanidad Animal, localizadas junto al recinto ferial de la ciudad de Tlaxcala y ese año se fundó el Centro de Investigaciones Fisiológicas (CIF). En las nuevas instalaciones trabajé con la entonces estudiante de maestría, Yolanda Cruz Gómez, y los datos sirvieron para mi tesis y así obtener mi grado de Biólogo. Para entonces, tenía que estudiar las vías del dolor, pero al final la comunicación era a través de señales eléctricas, de potenciales de acción.

En ese mismo periodo llegó a Tlaxcala el Dr. Ninomiya, quien trabajaba con el entonces estudiante de Maestría Miguel Carro sobre registros eléctricos y le ayudaba a manejar los aparatos (amplificadores, osciloscopio, estimuladores, etc). Con ese conocimiento inicié los estudios de la Maestría en Neuroetología en el Instituto de Neuroetología de la Universidad Veracruzana, localizado en Jalapa, Veracruz. Mi trabajo ya se enfocó a registrar los potenciales de acción del nervio genitofemoral y del músculo cremáster, cuyas motoneuronas se localizan en la médula espinal.

## Semblanza

Eduardo Aguilera Miller

Soy originario de la Ciudad de México y actualmente vivo en la Ciudad de Puebla. Mis principales intereses de investigación son la ecología, evolución y conducta de mamíferos silvestres, con énfasis en los pequeños mamíferos. Estudié la Licenciatura en Biología en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; posteriormente maestría y doctorado en Uso y Manejo de Recursos Naturales en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, donde conocí al Dr. Jorge Vázquez con quien posteriormente realicé una estancia posdoctoral en el año 2018 en el Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta (CTBC).

Derivado de ese posdoctorado me pude relacionar con las actividades de vinculación y divulgación de la Estación Científica La Malinche y el CTBC, y continuar colaborando con el grupo de los Silvestres. Disfruto mucho el trabajo de campo, así como la manipulación de animales, la taxidermia y preparación de ejemplares de museo y las actividades de divulgación.

Actualmente soy profesor de tiempo completo en la UATx y estoy adscrito al CTBC donde realizo trabajo de investigación con mamíferos e imparto diferentes materias en la Facultad de Odontología, entre otras actividades. Formar parte del magnífico equipo de la Estación Científica La Malinche y el CTBC es algo que me retribuye mucha satisfacción y refuerza día con día mi compromiso con la UATx.

Desde ese año (1996) empecé ayudando a la Dra. Margarita con la clase de Metodología de la Investigación, impartida en la Licenciatura de Química Industrial del departamento de Ciencias Básicas Ingeniería y Tecnología (CBlyT) de la UATx. Ahí empecé mi experiencia como docente. En el año de 1998 ingresé a la UATx, impartiendo clases de Bioquímica en el departamento de Odontología, con la maestra Yolanda Cruz, ahora ya compañera.

Para abril de 1997 iniciamos otra vez la mudanza, ya con más equipo, conejos y ratas, para las instalaciones del edificio localizado en el campus rectoría, donde actualmente se ha ampliado. Para el año de 2001 se cambió el nombre a CTBC. En 2003 me fui a estudiar el doctorado al Instituto de Fisiología de la BUAP, mi proyecto fue sobre el registro de Potenciales en el dorso de la médula espinal y de raíces ventrales, además de registrar la conducta sexual de los conejos. Por ello, prácticamente todos los proyectos en los que participo y he participado han estado relacionados con las señales eléctricas del sistema nervioso y sistema muscular, hasta aquí interrumpimos.



## Mi experiencia en el CTBC

Laura Guadalupe Hernández Aragón

Cuando me invitaron a participar en esta edición, me emocioné al saber que podría dejar plasmada mi experiencia, pero al conocer que era poco el espacio tuve que prescindir de contar las mil y una anécdotas que viví durante mis estudios de maestría y doctorado. Así que decidí solamente agradecer a quienes me formaron.

Dicen que el alumno termina pareciéndose a sus jefes y espero que sí. De ellos y ellas aprendí a trabajar en equipo y, a realizar todo por mí misma, para llevarme el conocimiento sobre todos los pasos y procedimientos que se involucran en mi proyecto de investigación. Aprendí que es bueno hacer los experimentos en tiempo y forma, sin embargo, es más importante saber por qué se hacen y en qué se fundamentan. Aprendí a ser resiliente, creativa y perseverante en aquellas acaloradas discusiones, en los seminarios de investigación de grupo con la Dra. Estela Cuevas, la Dra. Leticia Nicolas Toledo, el Dr. Jorge Rodríguez Antolín, mi director de tesis, el Dr. Francisco Castelán, así como la misma Dra. Margarita Martínez Gómez. Recuerdo que aprendí sobre el uso correcto y la importancia de los términos anatómicos. Estas mismas batallas se trasladaban más tarde a los seminarios generales donde participaban otros investigadores del CTBC. Esa misma pasión con la que los he visto desarrollar las diferentes líneas de investigación, es la misma que hoy persigo.

Fue para mí un privilegio compartir con mis CTvecinos las actividades en el laboratorio, los viajes a talleres, conferencias, congresos, pero principalmente el curso de Bases Biológicas de la Conducta. Este curso fue

de los mejores porque, además de compartir la investigación que se hace en el laboratorio, está diseñado para estudiantes. Los investigadores de alto perfil nacionales e internacionales se dieron cita año con año para explicar en términos sencillos la complejidad de sus estudios, mientras los estudiantes tuvimos la preferencia para hacer cuestionamientos durante la charla o las actividades socio-culturales. Este tipo de eventos me permitió entender la conducta a diferentes niveles, desde la biología molecular hasta los procesos evolutivos que influyen en la expresión de una conducta poblacional.

Por otra parte, quiero agradecer que me permitieran participar en los viajes a las comunidades de las faldas de la Malinche, donde se realizaban los talleres de los "Tesoros de la Malinche". Además de las actividades que preparábamos, era enriquecedor conocer parte de su cultura, hacerla nuestra y sentirnos parte del mismo equipo. Por último, quiero agradecer al CTBC por proporcionar los espacios para generar el diálogo entre las diferentes áreas del conocimiento, desde la biología, la química, la evolución, la ecología hasta la psicología y las humanidades. En estos sitios aprendí el impacto de nuestra investigación en diferentes contextos, biológicos, culturales, sociales y humanistas. Felicidades a todos los que tienen la fortuna de pertenecer a la comunidad del CTBC, felicidades por estos 30 años de esfuerzo, trabajo y éxito. Los logros de nosotros, los que alguna vez fuimos estudiantes de posgrado, son logros compartidos, obtenidos gracias a los altos estándares con los que fuimos moldeados y que hasta el día de hoy permanecen en nuestra vida académica. ¡¡¡Enhorabuena!!

## Un excelente centro de investigación en biología de la reproducción

Alonso Fernández-Guasti

Departamento de Farmacobiología, Cinvestav-sede sur

El Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta (CTBC) se fundó en el año de 1993 bajo el nombre de Centro de Investigaciones Fisiológicas y con el entusiasta trabajo de jóvenes investigadoras. Fue creciendo con los años y ahora destaca como uno de los sitios de investigación más relevantes en Biología de la Reproducción a nivel nacional e internacional. El CTBC tiene como misión realizar investigación original de frontera en el área de biología de la conducta animal y la formación de recursos humanos.

Este excelente centro de investigación ofrece la Maestría y el Doctorado en Ciencias Biológicas.

Algunos de sus miembros son entrañables amigos de muchos años, excelentes investigadores a quienes reconozco la ardua labor de hacer investigación de primer nivel en un ambiente poco desarrollado en ese sentido. Otros son colegas interesados en temas comunes que conozco hace relativamente poco tiempo, pero a los que respeto y aprecio por su sólida formación académica.

Puedo mencionar muchos nombres de magníficos integrantes de la planta académica: Margarita Martínez Gómez, Francisco Castelán, Dora Luz Corona, Yolanda

Cruz, Estela Cuevas, Leticia Nicolás, Jorge Rodríguez Antolín. Deseo centrar mi atención en una excelente amiga y extraordinaria investigadora con quien he tenido el gusto de colaborar en los últimos años: Rosa Angélica Lucio. Le agradezco a Rosa Angélica su interés por compartir su línea de investigación, fisiología del aparato reproductor, con la que he cultivado a lo largo de los años: el análisis de la conducta sexual. Gracias a los hermosos datos experimentales obtenidos en su laboratorio, hemos logrado proponer algunas ideas interesantes como el significado biológico del efecto Coolidge, o el efecto de la competencia copulatoria sobre la fisiología reproductiva. Rosa Angélica me ha recordado siempre que la conducta sexual, es decir, el funcionamiento del cerebro tiene a la reproducción como uno de sus fines últimos más relevantes.

Enhorabuena. Muchas felicidades a todos los integrantes del CTBC por haber llegado a los 30 años de vida. Son jóvenes, entusiastas, muy creativos y seguramente les esperan muchos años por venir.



## Reseña pequeña

Aldo Isaac Carrillo Muñoz

Soy Aldo Isaac Carrillo Muñoz, actualmente investigador posdoctoral en el Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta (CTBC) de la Universidad Autónoma de Tlaxcala. Desde niño quise ser biólogo y gracias al apoyo de mis padres y maestros a lo largo de mi educación pude estudiar la carrera de biología en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Sin embargo, eso no fue el final de mi formación académica. Además de ser biólogo, también quería ser investigador, dedicarme a la ciencia y poder vivir de ello. Continué mi formación cursando estudios de posgrado. Realicé mi maestría en la UNAM y comencé a trabajar en el estado de Tlaxcala. Luego, realicé mi doctorado en el CTBC. Desde diferentes perspectivas, durante este tiempo formativo aprendí mucho sobre los organismos: cómo clasificar diferentes especies, cómo distinguir los machos de las hembras, cómo capturarlos sin dañarlos para obtener datos morfológicos, conductuales y moleculares, y cómo analizar esos datos.

Aprendí a trabajar tanto en el campo como en el laboratorio y en la oficina, lo cual me ha permitido generar resultados fascinantes en el estudio de la vida. Además, he adquirido experiencia en la formación de otros alumnos, brindando algunas clases y talleres. Todo esto me ha permitido alcanzar mis metas como investigador nacional y, aunque estoy al principio de mi carrera, estoy seguro de que el camino será emocionante. 

## 30 años del CTBC

Barry R. Komisaruk  
Rutgers University-Newark, Estados Unidos

I am happy to participate in this academic celebration of the 30 years of the Tlaxcala Center for Behavioral Biology (CTBC). Since before its founding, through the international exchange program that Carlos Beyer and I started through our universities, I became a close friend and colleague with the CTBC founding members when they were impressive students of the first generation of the Master's Degree in Reproductive Biology at CIRA. It was the late 1980's and early 1990's when we collaborated on research projects in my laboratory at the Institute of Animal Behavior at Rutgers University (NJ, USA).

Then we participated frequently in the Annual Conference on Reproductive Behavior, one of which Carlos and I organized in Tlaxcala, and at the Society for Neuroscience Conference in various cities in the USA. Although the years have passed, our friendship and active research collaborations have continued. For example, in one of our collaborative projects with Pablo Pacheco, Margarita Martínez, Beverly Whipple and others, we found that women from Tlaxcala and Veracruz who reported that they ate hot chili peppers daily since their early childhood, had less pain blockage from vaginal self-stimulation than women who ate chili peppers only rarely. This was evidence that a particular type of (c-) nerve fibers that carry vaginal sensation may have been damaged by their continual daily pepper consumption.

I felt honored to be invited by Yolanda Cruz four years ago to participate in the tribute to Pablo Pacheco in the context of an International Course on the Pathophysiology of the Pelvic Area organized in Tlaxcala. At the CTBC there are lines of anatomical and behavioral research on female and male physiology of the genitourinary organs and on the related striated pelvic and perineal musculature. One such example is the role of ejaculatory phenotypes and copulatory analgesia that Rosa Angélica and one of her students analyzed. I greatly appreciated Rosa Angélica invitation to participate, on the basis of my studies on female copulatory analgesia. Knowing that male rats, like men, have copulatory phenotypes (fast, intermediate, and slow ejaculators), we found that the faster the males copulated, the more insensitive they became to pain.

In conclusion, I must emphasize how impressed and proud I am that every one of the students who participated in our Mexico-USA exchange program by collaborating in research in my laboratory at the Institute of Animal Behavior has developed into an established researcher with their own lines of research. It is a truly great pleasure and honor for me to continue our long-lasting friendship and collaboration. 

## Años buscando la corticosterona

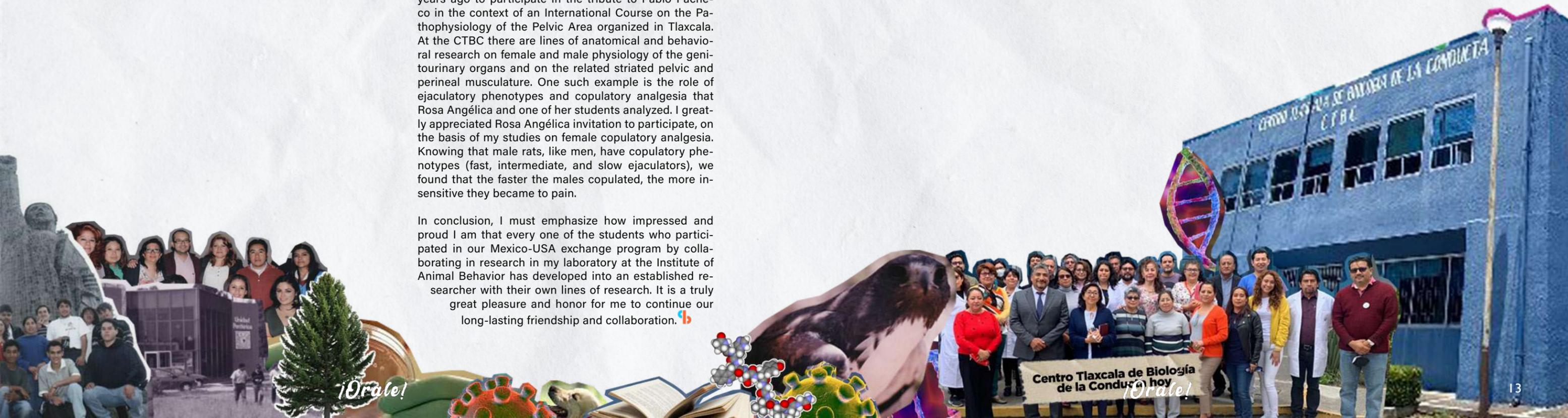
Leticia Nicolás Toledo

En el año 2001 me incorporé al grupo de la Dra. Margarita Martínez Gómez y Robyn Hudson, académicas del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, pero integradas al Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta (CTBC). Inicié mis estudios de doctorado con el modelo del conejo doméstico. Desde mi incorporación a este Centro, mi interés fue medir hormonas en diferentes contextos conductuales, particularmente midiendo los niveles de testosterona y corticosterona. Siempre quise medir hormonas y en el CTBC encontré la oportunidad. Ese fue el primer reto, cómo hacerlo si no teníamos nada. Hasta la fecha me sigue gustando medir hormonas. Visité un par de laboratorios (CINVESTAV y el laboratorio de fisiología de la BUAP) para aprender a medir hormonas por el método de ELISA, utilizando el espectrofotómetro. Al principio hubo dificultades para evaluar las muestras sanguíneas. Fue un gran logro adquirir el equipo de ELISA. Con ello, obtuvimos varias tesis y artículos, y la colaboración con el Instituto de Ecología de la UNAM. Finalizados los estudios de doctorado, el segundo reto fue iniciar una línea de investigación. Lo único claro era medir hormonas y mi interés fue la corticosterona inducida por el consumo elevado de

carbohidratos desde temprana edad. Así comenzó la investigación "los efectos del consumo elevado de carbohidratos sobre el hígado, páncreas, riñón, tejido adiposo, glándula adrenal, testículos y conducta sexual".

Comencé a tener alumnos de la Licenciatura en Nutrición para desarrollar sus tesis. Alumnas que continuaron sus posgrados y que actualmente se han incorporado a la Universidad Autónoma de Tlaxcala y al SNI son parte de mi grupo de investigación. No encontré la corticosterona con esa línea de investigación, así que incorporé a mi modelo el estímulo del estrés. Encontré la corticosterona solamente en la etapa infantil con el estímulo del estrés, pero no lo encuentro en la etapa juvenil y adulta. Eso dio inicio a la medición de aldosterona. Con mi grupo de investigación hemos publicado varios artículos integrando resultados histológicos, endocrinos, metabólico y conductuales. Seguiremos buscando la corticosterona como indicadora del estrés o proponer a la aldosterona de los efectos del mismo.

Esta historia continúa... 



# PAPÁS Y MAMÁS EN LA NATURALEZA

Roberto Munguía-Steyer, Bibiana Montoya

**D**e nuestros padres solemos recibir casa, comida y sustento y, si somos personas de cierta edad, también una que otra chancla voladora, bien merecida la mayoría de las veces. Sin embargo, el cuidado parental en los humanos, desde la lactancia materna hasta nuestra manutención ya entrada la adultez, no es un hecho único en la naturaleza, en muchísimas especies los padres cuidan de sus hijos. ¿Te has puesto a pensar sobre la variedad de formas que tiene el cuidado parental en el mundo animal?

Los padres realizan una asombrosa serie de conductas que tienen como consecuencia una mayor supervivencia y éxito reproductivo de sus hijos. Quizás la conducta parental más vistosa y frecuente sea la de proporcionar sustancias nutritivas a la prole a través de presas, como ocurre en aves y mamíferos; por medio del preprocesamiento y regurgitación de la comida, en el caso de larvas de los escarabajos necrófagos y tijeretas; o incluso, por vía de la ingesta de partes del cuerpo de la madre, como en algunos anfibios en los que las crías consumen la piel de la madre, o algunos artrópodos como arañas y pseudoescorpiones que se alimentan del propio cuerpo de la madre. Pero los padres no solamente proporcionan sustento, ellos también brindan protección ante posibles depredadores y parásitos.

Por medio de conductas defensivas, llamadas de alarma, cargar a los huevos o crías, unirse a un grupo de individuos de la misma especie, los padres reducen el riesgo de depredación de las crías; mientras que, al colocar los huevos agrupados disminuyen el riesgo de parasitismo per cápita, y al recubrirlos con sustancias y secreciones inhiben la proliferación de patógenos como bacterias u hongos, como sucede en algunos opiliones y escarabajos.

¡Los cuidados parentales también incluyen la modificación de las condiciones ambientales para aumentar la viabilidad de su prole! Por ejemplo, algunos crustáceos que viven en bromelias de tanque modifican el grado de acidez del agua con deposiciones de  $Ca^{2+}$ , lo que favorece el desarrollo y supervivencia de las crías. En muchos organismos acuáticos, como peces, sanguijuelas y chinches, los padres ventilan a los huevos o larvas, esta conducta aumenta la difusión del oxígeno disuelto en el agua incrementando la probabilidad de supervivencia de las crías. Asimismo, los padres de un gran número de especies regulan la temperatura de los embriones que cuidan, ¡un caso clásico es la conducta de incubación de los huevos!

En muchas especies, el cuidado parental es realizado exclusivamente por la madre, como ocurre en un gran número de mamíferos. En algunas especies, es el papá el que se encarga de realizar el cuidado, esto ocurre principalmente en peces y en algunos artrópodos. En otro grupo de especies, ambos padres cuidan de las crías, como ocurre con frecuencia en las aves, pero ¡ponerse de acuerdo con alguien más sobre la tarea que hay que realizar no es fácil! Dado que el cuidado parental resulta costoso, en términos energéticos, fisiológicos y demográficos (supervivencia), puede existir conflicto entre el papá y la mamá sobre cuánto y cuándo cuida cada uno ¿te suena familiar? Incluso en algunas ocasiones los padres dejan de cuidar a sus crías. Por ejemplo, se ha demostrado que en algunos peces espinosos la certidumbre de ser el papá de los críos influye en los cuidados paternos: Machos con dudas

sobre si son los padres de los huevos que cuidan al aumentar experimentalmente el número de machos furtivos en el entorno en el que se dio el cortejo con la hembra, tienden a canibalizarlos más.

Sin embargo, el conflicto entre los padres no es el único existente, también ocurre conflicto entre padres e hijos, debido a que las demandas de los hijos generalmente son mayores a los cuidados que los padres están dispuestos a brindar ¡seguro que esto sí te suena familiar! Así, han surgido ornamentaciones que no juegan un papel en la elección de pareja, sino en la manipulación del esfuerzo de los padres. En muchas especies de aves, por ejemplo, los padres alimentan preferentemente a los pollos con picos o plumajes más coloridos sobre sus hermanos de colores más opacos.

Más impresionante aún, al ser el cuidado parental costoso, algunas especies se han dedicado a parasitar el cuidado parental de otras especies. Este es el caso de los cucos, que son un grupo de aves que depositan sus huevos en los nidos de otras especies, presentando un extraordinario grado de similitud con los huevos de los nidos que parasitan, así como una serie de adaptaciones como un desarrollo acelerado y una tendencia a eliminar los huevos que pusieron los padres de la especie hospedera.

Como puedes ver, el cuidado parental ha evolucionado de manera independiente en muchos linajes evolutivos, siempre con una variedad asombrosa de repertorios conductuales. ¡Esto le permite a nuestra mirada curiosa tener una gran diversidad de dinámicas familiares por estudiar! 

# AMALGAMAS VEMOS, MICRÓNÚCLEOS NO SABEMOS

Esmeralda García Torres, Elvia Ortiz Ortiz, Aurora Lucero Reyes y Guillermo Alejandro Pérez Flores

La amalgama dental es una restauración conformada por la aleación de diferentes metales como el estaño, cobre, plata, zinc y, en mayor proporción, mercurio. Desde el siglo XIX se ha considerado como un material de obturación, no solamente por su durabilidad y adaptabilidad, sino también por su rentabilidad. Dentro de sus ventajas de uso está su facilidad de manipulación, durabilidad, bajo costo, longevidad clínica y reducción de la microfiltración, en comparación con otros materiales dentales. Además, se ha considerado como un material seguro para la población en general<sup>1</sup>. No obstante, diversos estudios demuestran las desventajas de su uso. Se ha reportado un efecto tóxico del mercurio, relacionado al desarrollo de enfermedades de los riñones, pulmones y sistema nervioso<sup>2</sup>, y en la cavidad bucal se asocia con gingivitis<sup>3</sup>. A pesar de ello, las amalgamas de mercurio siguen siendo utilizadas en el campo de la odontología tanto pública como privada, lo cual representa un riesgo potencial para las poblaciones.

En México, en el 2015 se colocaron 1 356 151 empastes de amalgama en el sector público, ya que no existen normativas que prohíban su aplicación. Esta información podría asociarse con datos previos en los que reportaron 92.6% de la población con caries en todos los grupos de

edad. En cuanto a Tlaxcala, es uno de los cuatro estados con mayor porcentaje de caries dental en niños de 6 a 9 años de edad y en adultos de 35 a 44 años<sup>4</sup>. Sin duda, los empastes utilizados en la restauración de dientes con caries representan una de las principales formas de exposición al mercurio.

En las amalgamas, el mercurio se encuentra en su forma metálica, que no es muy tóxica; sin embargo, cuando se evapora a 25°C, su toxicidad aumenta<sup>5</sup>. Esto podría ocurrir al ingerir bebidas calientes, durante el proceso de masticación y cepillado, generando así exposición crónica y aumentar la toxicidad en el organismo. En algunos informes, la exposición al mercurio ha sido considerada un factor asociado con daño genético<sup>6</sup>. Por ejemplo, las células exfoliadas sufren procesos degenerativos que pueden producir anomalías citoplasmáticas como la presencia de micronúcleos (MN). Los MN (Figura 1) se consideran una masa de cromatina citoplasmática redonda u ovalada microscópicamente visible y se forman por la incorrecta incorporación del material genético a las células hijas durante el proceso de división celular.

Otros reportes consideran la exposición al mercurio como un factor asociado con alteraciones genotóxicas.

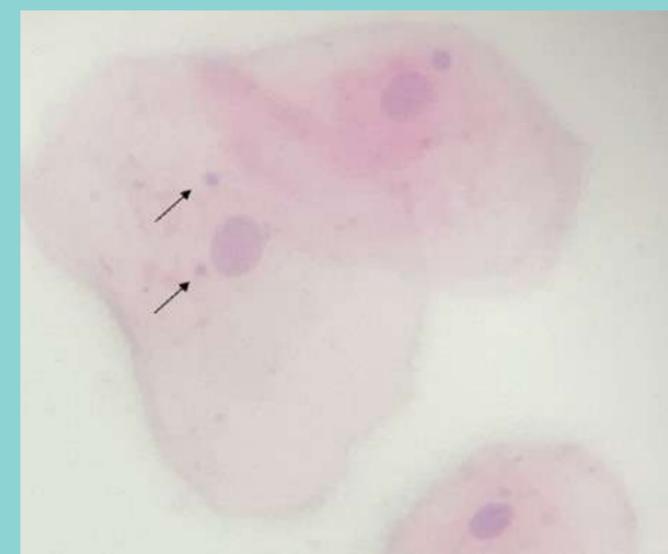


Figura 1. Micronúcleos en células epiteliales de la mucosa bucal en individuos con amalgama de mercurio como indicador de daño genotóxico. Fuente propia.

Por ejemplo, se ha evaluado la presencia de MN en células del epitelio bucal en personas con actividades de minería expuestas a mercurio<sup>7</sup>. También se ha reportado un incremento en la presencia de micronúcleos en

la cavidad bucal como evidencia de daño genotóxico en relación con la terapia ortodóntica<sup>8</sup>.

Un estudio realizado recientemente en la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Tlaxcala muestra que existe un incremento en la frecuencia de MN (Figura 1) en personas que tienen amalgamas de mercurio en uno o varios órganos dentarios en comparación con aquellos individuos que no las tienen<sup>9</sup>. Esta investigación en particular sugiere que las amalgamas de mercurio utilizadas en restauraciones dentales generan daño genotóxico en las células de la mucosa bucal.

Sería relevante considerar los antecedentes previamente mencionados para erradicar el uso de la amalgama de mercurio del sector salud, tanto público como privado. También, sería necesario realizar actividades de prevención en la práctica dental para poder atender los objetivos de la Convención de Minamata en cuanto a la protección de la salud humana y el ambiente de las emisiones y liberaciones antropogénicas de mercurio<sup>10</sup>. 



# LA CONDUCTA ANIMAL, UNA SOLUCIÓN INTELIGENTE

Gabriel Gutiérrez Ospina

Corría el año 2005, recién regresaba de una visita a la Universidad de California (UC), campus Los Ángeles, cuando la Dra. Rosa Angélica Lucio se aproximó a mi persona para indagar sobre la posibilidad de llevar a cabo una estancia académica al año siguiente. Me extrañó que eligiera un laboratorio dirigido por un investigador joven, recién incorporado como independiente al Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), para estudiar los cambios de la química cerebral asociados con el despliegue de la conducta copulatoria en ratas macho (i.e., conjunto de manifestaciones corporales dirigidas a facilitar el apareamiento con ratas hembra), utilizando métodos de separación cromatográfica de alta resolución.

La llegada de Rosa Angélica al laboratorio en el año 2006 fomentó, sin embargo, mi interés por la conducta sexual y reforzó mi curiosidad por entender los mecanismos fisiológicos que subyacen a la eyaculación estratégica (i.e., deposición de semen en el tracto genital femenino ajustada en función del número de machos que podrían copular con la hembra en cuestión) en contextos de competencia sexual (i.e., disputa entre machos que aspiran a inseminar a una hembra) y espermática (i.e., disputa por fertilizar los ovocitos de una hembra por parte de los espermatozoides inseminados por distintos machos en el tracto sexual femenino), temas que rondaban mi cabeza, y que lo siguen haciendo, después de la lectura de los libros: *Sperm Wars* de Robin Baker y *Promiscuity* de Tim Birkhead, que fueron adquiridos y ávidamente leídos durante mi estancia en la UC. Fue en este punto que dio inicio mi estrecha relación con el personal académico que labora en el Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta (CTBC). Una historia que suma ya 18 años de constante evolución. Una relación fructífera con notas académico-científicas ilustradas por la participación en innumerables seminarios, clases, mesas redondas, reuniones y visitas académicas. Pero también acompañada de incontables noches de filosofía científica, de anécdotas personales y de novelas de vida.

Al transcurrir de los años, claramente reflejada la influencia que ha tenido la comunidad del CTBC en mi carrera científica. Una herencia cultural que modificó mi visión de las relaciones afectivas y sexualidad humanas, a través de la incorporación de los elementos

ecológicos y evolutivos que subyacen a los procesos reproductivos (i.e., conjunto de respuestas manifiestas dirigidas a facilitar la fertilización de los gametos femeninos en hembras fértiles) en otros animales. Una influencia fundamental que pervive en mi quehacer cotidiano, cuyas raíces se han extendido más allá de las fronteras de mi laboratorio, y cuyo legado se ha traducido en el carácter de las clases que imparto sobre las bases biológicas de la conducta sexual en la Facultad de Psicología de la UNAM desde hace 10 años. De esta manera, el CTBC amplió su área de influencia a través de un modesto, pero comprometido vocero quien, considero, ha sabido divulgar el mensaje profesado por esta institución a lo largo de 30 años de existencia: La conducta animal, una solución inteligente.

En otras palabras, estudiando la conducta (i.e., conjunto de respuestas manifiestas dirigidas a atender los requerimientos de los animales con relación a la presencia o ausencia de estímulos internos y externos) de los animales podemos aprender soluciones que facilitan la sobrevivencia y aseguran la interacción humana con el ambiente a través de maneras sustentables.

Pero ¿qué fue lo que nació como resultado de la

colaboración con Rosa Angélica? Si me lo permiten, lo comento a brevemente. Por aquel entonces, como hasta ahora, se pensaba que los machos de diversas especies de animales poseían la habilidad de ajustar la calidad y cantidad de espermatozoides expelidos durante la eyaculación al culminar la cópula (i.e., eyaculación estratégica), siguiendo algunas reglas básicas postuladas por Geoff Alan Parker (1990). En esencia, el colega inglés propuso que la calidad y cantidad de espermatozoides eyaculados dependería de la magnitud o intensidad de la competencia copulatoria y espermática experimentada por cada macho en distintos apareamientos. Así, por ejemplo, si dos machos copularan y procuraran inseminar a una misma hembra en distintos momentos, pero próximos el uno del otro, el segundo de los machos elevaría su gasto espermático (i.e., cantidad de espermatozoides expelidos durante la eyaculación) durante la eyaculación con el objetivo de ganar la competencia sexual y espermática. En contraste, si el número de machos cortejando y copulando con la hembra elegida incrementa, entonces los machos involucrados tenderían a disminuir su gasto espermático en un intento por economizarlos, al tiempo de competir por la paternidad de las crías. Sin bien existe una nutrida evidencia experimental obtenida tanto en escenarios artificiales como naturales que parece apoyar a esta noción<sup>1</sup>, el postulado central de Parker obvia que la conducta copulatoria de los machos varía interindividualmente, por lo que presumir que todos actuarán de la misma forma para afrontar a la competencia sexual y espermática promovida por las hembras, parecería ser una sobre simplificación. En apoyo a esta idea, existe

evidencia que sugiere la presencia de al menos tres fenotipos copulatorios (i.e., cualidades anatómicas y fisiológicas del cuerpo que llevan a cada macho a comportarse de maneras relativamente específica y estable durante la cópula) entre la población de machos de diversas especies animales<sup>2</sup>. Hipotéticamente, cada uno de estos fenotipos, rápido, intermedio y lento, posee ventajas ecológicas en función de, por ejemplo, los rangos sociales<sup>3</sup>.

De esta forma, nuestros grupos generaron una serie de experimentos dirigidos a evaluar si el fenotipo copulatorio en las ratas macho en verdad influía sobre el diseño de la estrategia conductual y fisiológica de afrontamiento instrumentada, por ellos, para contender con las presiones impuestas por la competencia sexual y espermática. Los resultados obtenidos apoyaron que la conducta copulatoria de las ratas macho varía en función de su fenotipo copulatorio, del contexto en el que se dé el encuentro copulatorio y si la hembra participa de manera activa o forzada para que la cópula de lugar<sup>4</sup>. Estos retan los postulados centrales de la Teoría de Competencia Espermática, por lo que recientemente han sido puestos en revisión<sup>5</sup>. Es posible que los principios enunciados por Parker pudieran describir las estrategias de afrontamiento de los machos ante la competencia sexual y espermática, solamente para una fracción menor de los machos estudiados en una población dada.

Como toda buena historia, el porvenir dirá qué postura será más cercana a la realidad concreta. En el interludio, únicamente me resta agradecer la influencia profunda que Rosa Angélica y el resto de los colegas del CTBC tuvieron y siguen teniendo sobre mis concepciones en torno al significado de la conducta animal, y la trascendencia que su estudio tiene para proponer soluciones de aquella disfuncional manifestada por el humano. 

Consulta la bibliografía de este artículo escaneando el siguiente QR:



$$x+y=z$$

$$A+B=C$$

PERO, ¿DE QUÉ  
TE ESTRESAS?,  
SI TÚ NO HACES  
NADA MÁS QUE  
ESTUDIAR

Hugo Cano Ramírez



En la actualidad es común escuchar el término salud mental, pero ¿qué es? Existen varias definiciones, pero todas coinciden en que se trata de un estado de bienestar mental que permite a las personas hacer frente a los momentos de estrés de la vida<sup>1</sup>. Al hablar de salud mental es necesario aclarar y definir el estrés como la respuesta fisiológica y/o física del organismo ante un estímulo que puede ser un evento, persona u objeto<sup>2</sup>.

Teniendo como punto de partida dichos conceptos, hagamos un ejercicio de memoria, ¿Alguna vez has dicho alguna de estas frases o te recuerdan a alguien? "Anoche dormí tres horas, pero terminé el ensayo"; "No, ya no me da tiempo, nada más me tomo rápido esto y me voy"; "Ya mejor les dije que busquen otro para el equipo, ahorita ando muy ocupado con la uni". Pero ¿y de qué te estresas si tú sólo estudias? Si eres estudiante o has convivido con uno, lo más probable es que la respuesta sea sí.

En la actualidad se ha normalizado el cansancio y el estrés como una característica del estilo de vida moderno; de tal modo que dormir poco, comer mal o descuidar tus relaciones para cumplir con las exigencias académicas parecieran ser los requisitos para ser buen estudiante. Incluso comentarlos llegan a ser motivo de orgullo para quien los dice, porque estas acciones serían una prueba de la responsabilidad y el compromiso con el grado

académico que se cursa. No obstante, estas prácticas, a corto o largo plazo, generan problemas de salud. No son pocos los estudiantes que terminan en una consulta con el doctor, quien diagnostica colitis nerviosa, úlceras gástricas, ataques de ansiedad o estrés; y qué recetan, reposo y alimentación balanceada.

Esta situación no es exclusiva de nuestro país o de una universidad en específico, en otros países también se ha reportado que los estudiantes, especialmente después de la pandemia de COVID-19, se vieron expuestos a diferentes factores que alteraron su desarrollo social y consecuentemente psicológico. Por ejemplo, se ha demostrado que existe una relación entre el éxito académico con la depresión y ansiedad<sup>3</sup>. Además de que este momento del desarrollo implica eventos individuales y de identidad que afectan el desempeño escolar, como puede ser la seguridad de haber realizado una correcta elección de carrera o los efectos de la economía familiar.

Finalmente, nuestra investigación permite sugerir que las instituciones educativas fomenten programas de intervención donde se integren técnicas de bienestar general que estén por encima de los resultados académicos, ya que de este modo los estudiantes estarán más motivados y se evitarán resultados negativos en su salud. Además, es posible que se eviten conductas de riesgo que los afectarán posteriormente. 



# TENEMOS QUE HABLAR: NO ERES TÚ... ¡ES TU MICROBIOTA INTESTINAL!

Bibiana Montoya, Mauricio Guillen-Parra, Alex Mauricio Mopán-Chilito,  
Misael Daniel Mancilla-Morales, Roxana Torres

¿Qué es la microbiota intestinal? El tubo digestivo de los animales (incluidos los humanos) aloja un conjunto de microorganismos que conforman un ecosistema microbiano compuesto por bacterias, levaduras, hongos, virus, protozoarios y arqueas (un grupo de microorganismos unicelulares). A esta comunidad de microorganismos que habitan el tracto digestivo, lo llamamos *microbiota intestinal*, ésta interactúa de forma tan integral con el hospedero en donde se aloja que se ha considerado incluso como un órgano más del cuerpo humano, ya que se ha estimado que la cantidad de microorganismos que poseemos es incluso mayor que la cantidad de células en todo el cuerpo. La microbiota, a través de la expresión de genes contenidos en los distintos microorganismos produce moléculas, que tienen la capacidad de afectar la respuesta inmunitaria, el metabolismo, e ¡incluso el comportamiento del organismo en el que viven! Lo anterior puede ocurrir debido a que la microbiota tiene la capacidad de regular la producción de distintas hormonas. De tal modo que, la microbiota intestinal puede influir en el comportamiento del hospedero, actuando sobre el sistema nervioso central y sí, ¡los microbios de tu intestino pueden influir sobre tu cerebro!

Durante el proceso de digestión, la microbiota intestinal produce sustancias conocidas como 'metabolitos', moléculas derivadas de los alimentos que consumimos (azúcares, grasas, proteínas, minerales, antioxidantes, etc.). Tales metabolitos y algunos componentes estructurales de la microbiota intestinal funcionan como señales para las diferentes células que se encuentran en el intestino. A lo largo del intestino hay células cuya función es sintetizar y secretar hormonas, llamadas células enteroendocrinas. La agrupación de estas células es el órgano endocrino más grande del cuerpo, regulan la producción de hormonas/neurotransmisores (por ejemplo: dopamina y serotonina) y participan en la comunicación entre la microbiota intestinal y el cerebro mediante un nervio muy trabajador, conocido como el nervio vago. Esto quiere decir que ¡las bacterias de la microbiota intestinal pueden afectar la producción de hormonas del órgano endocrino más grande del cuerpo! Y, como seguramente ya sabes, las hormonas juegan un papel muy importante en la regulación de tu conducta.

Un grupo especial de células enteroendocrinas, las células enterocromafinas, son responsables del 95 % de la producción total de serotonina en el cuerpo y, ¿adivina qué? La microbiota intestinal afecta la producción de serotonina (comúnmente llamada el químico de la felicidad) la cual tiene una doble función: hormona y neurotransmisor, y ha sido propuesta como el principal conector entre la microbiota intestinal y el cerebro, debido a su importante participación en el desarrollo del sistema nervioso central, ¡tu cerebro! Además, algunas investigaciones han demostrado que en modelos animales a los cuales se les retiró su microbiota intestinal disminuyeron los niveles de serotonina y una de las moléculas necesarias para su síntesis, el triptófano.

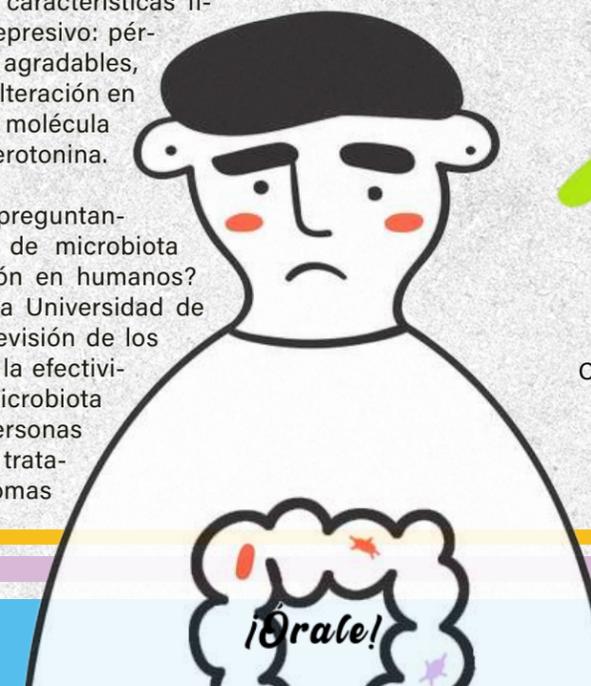
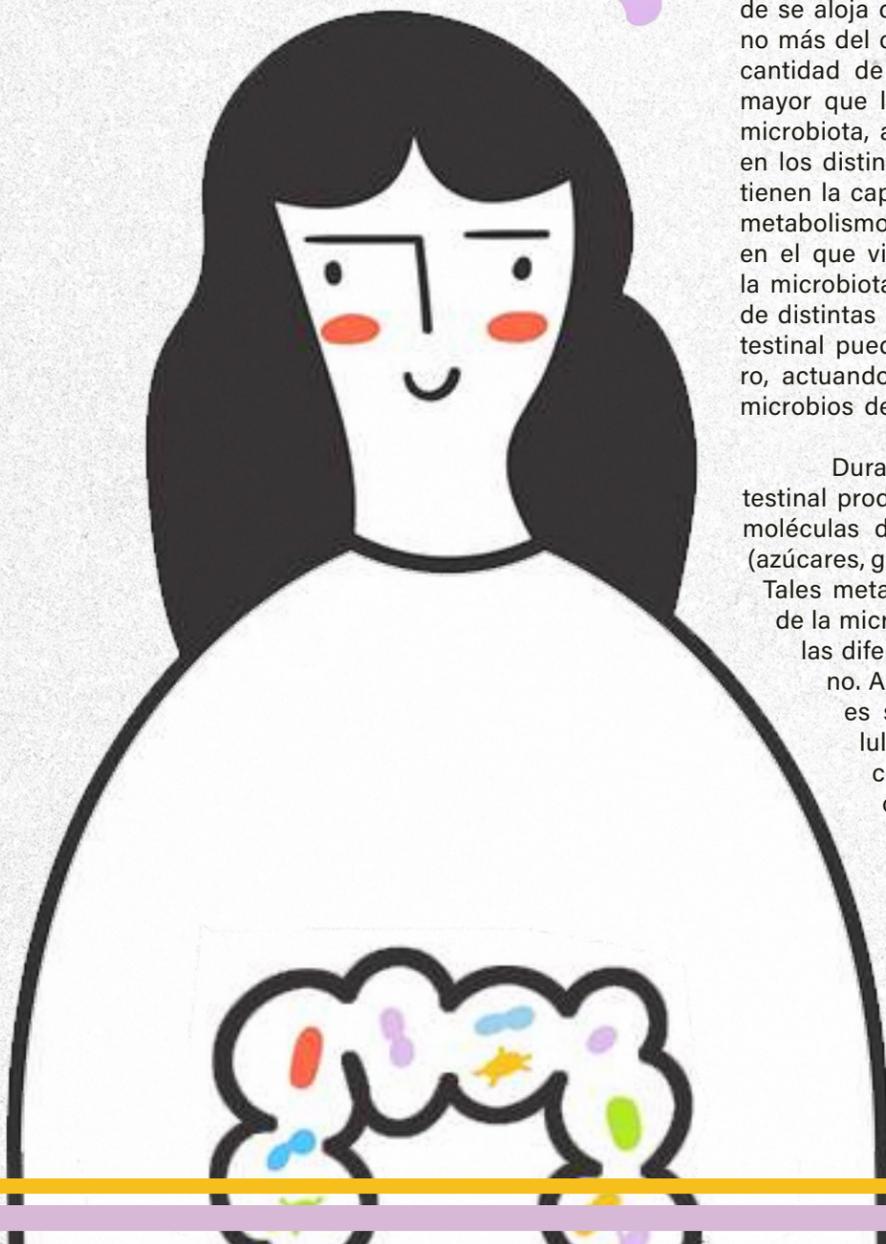
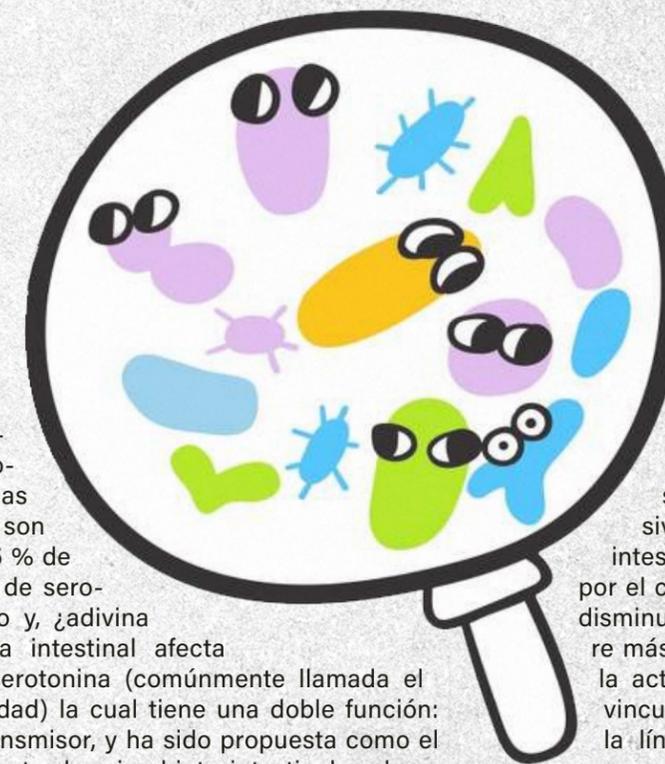
Pero, ¿qué tiene que ver la serotonina con mi conducta? Niveles bajos de serotonina han sido vinculados a trastornos depresivos y de ansiedad. Un grupo de investigadores, de las Universidades de Cork en Irlanda y Groningen en Países Bajos, suministró trasplantes de microbiota intestinal (sí es lo que estás pensando: cápsulas de popó) de humanos diagnosticados con trastorno depresivo a ratas libres de microbiota. De forma sorprendente, después del trasplante de microbiota, las ratas presentaban comportamientos y características fisiológicas típicas del trastorno depresivo: pérdida del interés por estímulos agradables, comportamientos de ansiedad y alteración en el metabolismo del triptófano, la molécula necesaria para la síntesis de serotonina.

Seguro ahora te estarás preguntando: ¿Funciona el trasplante de microbiota intestinal para tratar la depresión en humanos? Un grupo de investigadores de la Universidad de Queens en Canadá realizó una revisión de los estudios publicados para evaluar la efectividad del uso de trasplantes de microbiota intestinal de personas sanas a personas con trastorno depresivo, como tratamiento para controlar los síntomas

de la depresión. En los ocho estudios analizados encontraron una mejora, a corto plazo, en los síntomas de depresión de las personas con trastorno depresivo tratadas con trasplantes de microbiota intestinal de individuos sanos. El mecanismo por el cual el trasplante de microbiota intestinal disminuye los síntomas depresivos aún requiere más estudios. Sin embargo, su efecto sobre la actividad de las células enterocromafinas, vinculadas a la producción de serotonina, es la línea de investigación más prometedora.

La composición de tu microbiota intestinal depende de tu dieta, el uso de medicamentos (por ejemplo, antibióticos), las infecciones por microorganismos, tu edad, factores genéticos y tu estilo de vida. Un desequilibrio en tu microbiota, conocido como disbiosis, puede estar asociado con diversas afecciones, como enfermedades inflamatorias intestinales, obesidad, enfermedades cardiovasculares y, como te estarás imaginando, depresión. Por eso, ¡la próxima vez que te sientas deprimido, piensa en cómo cuidar y mimar a los microbios de tu microbiota intestinal!

Agradecimientos. Consejo Nacional de Ciencias, Humanidades y Tecnología, CONAHCyT, proyecto Ciencia de Frontera número 2019-490792.



Consulta la bibliografía de este artículo escaneando el siguiente QR:



# ENTRE LA SED Y LA ENFERMEDAD: ¿QUÉ FUTURO LE ESPERA AL OCOTE CHINO EN TLAXCALA?

Braulio Ricardo Pérez-Alva, Bárbara Cruz-Salazar, Gema Lilia Galindo-Flores, Yendi Ebenezer Navarro-Noya, Arturo Estrada-Torres, Guillermo Alejandro Pérez-Flores

El cambio de la vegetación original por campos de cultivo o asentamientos humanos se le conoce como "cambio de uso de suelo". Esta transformación causa el aislamiento de la vegetación y la desecación del suelo; los parches de vegetación se mantienen como si fueran islas en un mar de cultivos. En estas condiciones, las plantas sufren debido a la falta de agua, ya que pierden sus hojas y sin éstas no se realiza la fotosíntesis (proceso por el cual las plantas obtienen su alimento). Entonces, las plantas se quedan sin la energía necesaria para vivir, además de que aumenta la probabilidad de enfermarse<sup>1</sup>.

El cambio de uso de suelo también causa la disminución poblacional y la interrupción de la reproducción entre diferentes poblaciones (flujo genético), con lo cual se modifican los procesos que definen la variación de genes dentro y entre poblaciones<sup>2</sup>.

Recientemente, se han observado en el estado de Tlaxcala grandes parches de vegetación con árboles sin hojas, especialmente en áreas con vegetación fragmentada, donde abunda el ocote chino (*Pinus leiophylla*). Desafortunadamente, el panorama es desalentador para este árbol debido al cambio climático, pues con el incremento de las sequías los escarabajos descortezadores están aumentando (Figura 1).



Figura 1. Áreas con ocote chino en Tlaxcala. A) Ocotes chinos secos, sin hojas. B) Señales de infestación del escarabajo descortezador, en el tronco se observa savia derramada en donde entra el escarabajo y el árbol intenta reparar el daño. Fotografías de Gema L. Galindo-Flores.

Cuando vemos un pino sin hojas o con hojas secas podemos acercarnos y observar en el tronco pequeñas perforaciones que indican la presencia de escarabajos descortezadores (Figura 1B). Probablemente, estos

escarabajos por si solos no son los responsables de la muerte del árbol porque tienen la función de eliminar árboles débiles de la naturaleza y permitir que los más sanos crezcan, pero ahora es más frecuente observar árboles muertos porque la sequía debilita los pinos, entre ellos al ocote chino<sup>3</sup>.

Si bien existen plantas que tiran las hojas en la época de secas, por ejemplo, los encinos (*Quercus sp.*), éste no es el caso del ocote chino, ya que al igual que otros pinos mantiene sus hojas (acículas) durante todo el año<sup>4</sup>. Para los pinos, perder las hojas prácticamente es una sentencia de muerte, si las lluvias no vuelven, la sed los vuelve muy sensibles y es la condición idónea para el ataque del descortezador<sup>5</sup>.

El ocote chino es un pino del bosque de coníferas de Tlaxcala con una altura mediana (20-30 m). Las hojas se agrupan por quintetos (que se conocen como fascículos) y miden entre ocho y 15 centímetros de longitud. Los conos femeninos tienen forma de huevo y se encargan de producir las semillas. Este árbol, como otros pinos, tiene una reproducción y crecimiento lento, ya que para la liberación de semillas deben pasar de dos a tres años después de la reproducción y la maduración sexual puede tardar más de 5 años (Figura 2)<sup>6</sup>.

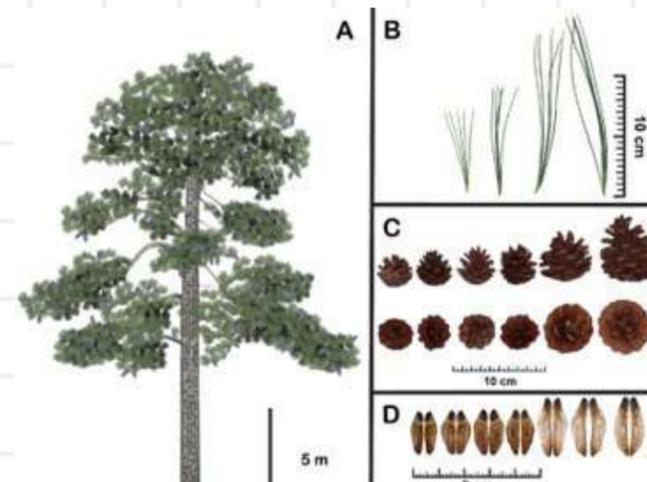


Figura 2. Ocote chino. A) árbol adulto, B) acículas, C) conos femeninos, D) semillas. Imagen de Braulio R. Pérez-Alva.

Además de la terrible afectación del incremento de la sequía por el cambio climático, la reducción de las poblaciones por la fragmentación posiblemente esté afectando la variación genética (variación de genes) de las poblaciones de ocote chino y, por ello, sean más vulnerables. En el Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta (CTBC) de la Universidad Autónoma de Tlaxcala (UATx) estamos evaluando la variación genética de las poblaciones aún presentes en el estado y cómo cambia entre generaciones (árboles adultos y plantitas). Bajo este modelo de investigación, a partir de los árboles adultos, podremos dar un vistazo de las condiciones pasadas, mientras que con las plantitas observaremos los efectos recientes de la pérdida del bosque. En conjunto, con la información obtenida podremos saber si el flujo y la variación genéticos han disminuido en el tiempo, lo cual podría representar un riesgo para la especie. Lo que hemos encontrado es que la pérdida de árboles de ocote chino ha disminuido la variación genética de las plantitas respecto de los árboles adultos, además de que la reproducción entre poblaciones diferentes (flujo genético) se ha reducido.

Desafortunadamente, no sabemos si el ocote chino será un árbol que se conservará en el futuro, pues con el incremento de la sequía, el aumento de la infestación por descortezadores y la disminución de su variación genética, su mantenimiento se convierte en todo un reto. No obstante, debemos recordar que el cui-

dato de las diferentes especies, no solamente de plantas, sino también de animales y hongos, es tarea de todos. Nosotros esperamos que nuestros resultados puedan incorporarse en estrategias de conservación de los bosques, debido a la necesidad de mejorar y mantener el flujo genético entre y dentro de las poblaciones del ocote chino, así como de otras especies de árboles.

¿Cómo puede contribuir la sociedad a la conservación de los bosques?

La mejor forma de conservar la naturaleza es mejorar nuestro entendimiento de la variación de vida de nuestra casa y territorio, Tlaxcala; y respetarla. El cambio de uso de suelo y el cambio climático son los principales protagonistas de esta problemática, pero no son los únicos, también lo son los incendios forestales, así como la extracción de musgo y hojarasca (tierra de monte). Con el simple hecho de recoger nuestros desechos al ir al bosque, apagar fogatas, no comprar tierra de monte para nuestras plantas o musgo para nuestras ceremonias religiosas, ya estamos ayudando a la conservación de los bosques. Pero si tus deseos por contribuir son tan grandes como la belleza de la naturaleza, puedes acercarte a un centro de investigación como el CTBC e incluso si vives cerca de un bosque, puedes recurrir a la presidencia de tu localidad y preguntar sobre los proyectos que se desarrollan para la conservación y participar como voluntario en campañas de reforestación, recolección de basura y monitoreo de la diversidad biológica.

Con nuestro granito de arena,  
¡todos podemos aportar!



CARTELERA

# ACADEMICA

ENERO-JUNIO 2024

## FEBRERO

JUEVES 1 DE FEBRERO AL VIERNES 22 DE MARZO:

- CONVOCATORIA PARA 1ER. CONCURSO DE FOTOGRAFÍA "ÁRBOLES EMBLEMÁTICOS DE TLAXCALA"

## MARZO

JUEVES 7:

- CHARLAS DE CIENCIA EN EL BAR
- LUNES 11 AL VIERNES 15:
- SEMANA DEL CEREBRO
- MIÉRCOLES 20:
- CELEBRACIÓN DEL DÍA MUNDIA DEL AGUA



# EXPLORANDO LA INTIMIDAD DE LA CIENCIA

## EL PODCAST

EP. 2, T2 "ESPANTANDO MITOS SOBRE LAS ARAÑAS"

DR. ALEJANDRO VALDEZ  
INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM



# LAS SERPIENTES NO SON ARMAS AUTOMÁTICAS

Enrique Quiroz Uhart y Guillermo Alejandro Pérez Flores

La mayoría de las personas conciben a las serpientes como animales altamente reactivos, predispuestos a atacar a la menor provocación, hemos sido influenciados por mitos, leyendas, documentales, fotografías, chismes y hasta en la biblia se las pone al servicio del mismísimo satanás. Pero, si las serpientes realmente no controlaran sus impulsos y atacaran sin pensarlo, ¿no se enfrentarían a mayores situaciones de riesgo?, terminarían atacando a potenciales depredadores que no dudarían en matarlas, ¿acaso esto no va en contra de su eficacia biológica?

Muchas personas consideran que el cerebro de los reptiles está subdesarrollado pues carece de las modernas capas de corteza cerebral presentes en los mamíferos, sin embargo, la humanidad ya se ha equivocado antes en este tipo de predicciones. Podemos recordar la idea de que el tamaño del cerebro se relacionó con la inteligencia y entonces hubo un "boom" de trabajos de morfometría de cerebros, pero el cerebro del propio Albert Einstein no destacó ni por su peso, ni por su tamaño, aunque sí tuvo una gran inteligencia. Wilcox y Jackson<sup>1</sup> encontraron 14 habilidades cognitivas para el cerebro de arañas de la familia *Salticidae* que es del tamaño de la diezmilésima parte de la cabeza de un alfiler.

Las serpientes son reptiles tetrápodos, pero perdieron las patas en su historia evolutiva. Han tenido que resolver su supervivencia sin extremidades, usando todo su cuerpo para constreñir, nadar, trepar, excavar, planear, depredar a sus presas y defenderse de sus depredadores. Algunas de ellas han desarrollado accesorios dérmicos para traquetear (sonido de cascabeleo) y estructuras que producen y contienen veneno, las cuales ayudan

en la captura de presas y también en la defensa ante sus depredadores. Entonces, ¿las serpientes podrían ser exitosas en su sobrevivencia, si fueran como armas automáticas o resortes que lanzan ataques de manera mecánica?

Tal vez sí. Existe algo de probabilidad en ello, pero no es lo que ocurre en la vida real, interesantemente las serpientes siguen un patrón conductual y toman decisiones, las cuales Pope<sup>2</sup> describió "Primero esconderse, segundo fanfarronear y si no hay alternativa por último deciden pelear". Estas conductas se conocen como defensivas, incluyen ocultarse por medio de la crípsis, huir a un refugio ya sea de manera suave y silenciosa o de manera rápida y descarada. La primera opción es la que hemos observado en el cincuate (*Pituophis deppei*), en la culebra de agua mexicana (*Thamnophis eques*), en la culebra de agua mexicana de panza negra (*Thamnophis melanogaster*), en la culebra listonada occidental (*Thamnophis proximus*), en la culebra chata del pacífico (*Salvadora mexicana*), en la cascabel de pantano (*Crotalus polystictus*), en la cascabel de cola negra (*Crotalus molossus*) y en la cascabel diamantada (*Crotalus atrox*). La lista en realidad es más grande, pero si huir u ocultarse no funcionó, las serpientes recurren al fanfarroneo, es decir, a una conducta deimática<sup>3</sup> que consiste en amenazar, vibrar la cola, sisear (sonido), elevar el cuerpo y adquirir una postura en "S". Todo esto mientras focalizan hacia la cara del agresor e incluso simulan ataques para cambiar la posición del depredador y también hacerlo huir o convencerlo de que luchará por su vida y que es potencialmente peligrosa.

Algunas especies no son de importancia médica para el humano, debido a que, como ocurre con la culebra parda mexicana (*Storeria storeriodes*), una serpiente de menos de 30 cm que lanzará ataques estirará su mandíbula y modificará su postura, generalmente golpea con la boca cerrada, pero te causaría un buen susto al hacerte creer que es una serpiente de cascabel; sin embargo, conductualmente es un despliegue bellísimo de esa pequeña y engañosa serpiente.

Sobre lo anterior, en el Laboratorio de Cordados Terrestres de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN hemos encontrado evidencia de que las serpientes también hacen ataques fallidos como parte de la conducta deimática cuando no han funcionado estas estrategias de ocultarse, huir y amenazar. Tal es el caso de *Crotalus atrox*, *C. molossus* y *Pituophis deppei* (Figura 1) que presentan esta agresión depredatoria en la que sólo queda morder y golpear,

con la consecuente afectación que causarán las especies venenosas.



Figura 1. Ejemplares de *Crotalus atrox* (1), *Crotalus molossus* (2) y *Pituophis deppei* (3). Fotografías de Enrique Quiroz.

Con análisis de video encontramos que las serpientes deciden cuándo no es conveniente desperdiciar energía (y veneno en el caso de la *Crotalus*) y entonces hacen un

"ataque falso", el cual es intencionalmente fallido (Figura 2). Esta conducta se distingue por una diferencia de velocidad con relación al ataque legítimo. Incluso se detectó una desviación de la dirección en la trayectoria de la mordida, esto difiere completamente de un ataque legítimo que tendrá consecuencia para quien lo recibe. Los ataques falsos son una forma de comunicación entre la serpiente y el depredador, y pueden evitar que las mascotas o los humanos sufran una mordida real y sus consecuencias.

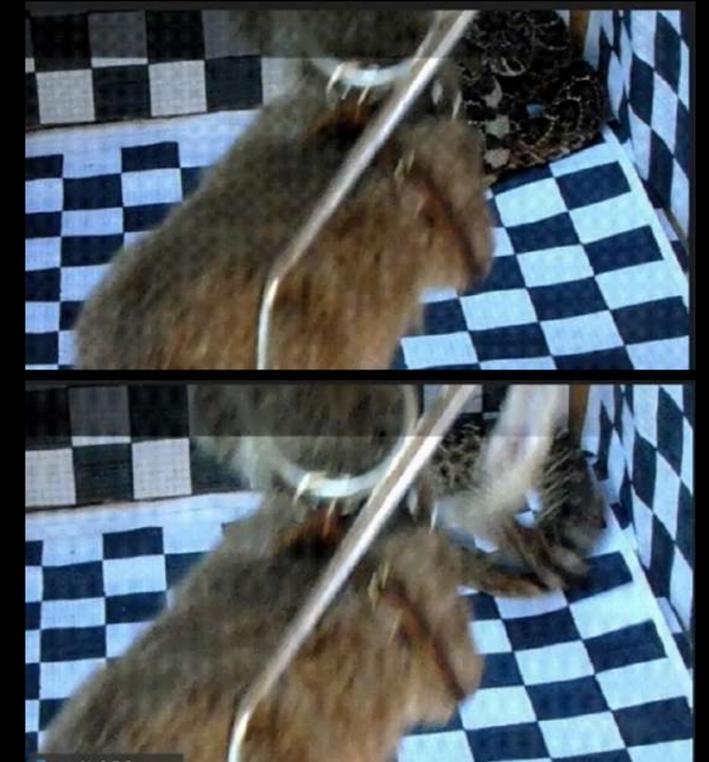


Figura 2. Secuencia de video que muestra un ataque falso en que un ejemplar de *C. molossus* desvía la mordida en el último momento.

Aclaremos aquí que, aunque *P. deppei* no es venenosa, hay anécdotas de incautos que la han molestado en exceso y han recibido una dolorosa mordida. En el caso de las serpientes venenosas, aun cuando se recibe una mordida, existe la posibilidad de que ésta sea seca (sin liberar veneno), pero claro que no hay que confiarse, siempre se deben tomar las precauciones adecuadas al interactuar con serpientes venenosas.

La evolución ha moldeado, en la carrera armamentista, una gran variedad de comportamientos defensivos de todos los vertebrados. Ahora sabes que las serpientes no son máquinas de acción automática, siempre parecen considerar las opciones más rentables y únicamente morderán cuando no haya otra alternativa ni espacio para huir. Ojalá que esta reflexión cambie tu forma de pensar sobre estos maravillosos reptiles.



¡Órale!

¡Órale!

Consulta la bibliografía de este artículo escaneando el siguiente QR:

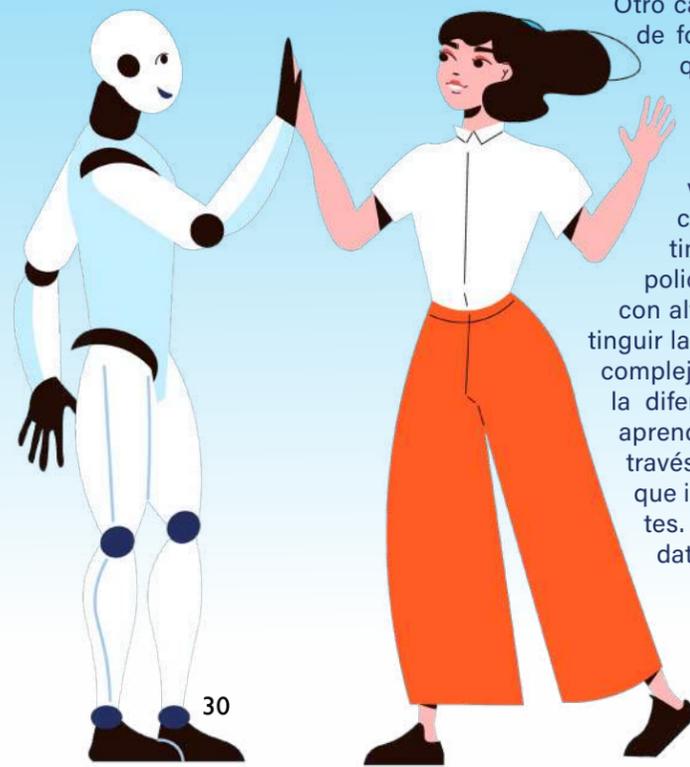


Verónica Reyes Meza, Humberto Pérez Espinosa, Mariel Urbina Escalante, Hugo Jair Escalante

Quiénes hemos trabajado en el análisis de la conducta sabemos lo complicado que puede ser establecer un procedimiento experimental, conseguir su aprobación por parte de un comité de bioética y coleccionar cantidades suficientes de datos. Sin embargo, una vez que se ha conseguido, el reto más grande es dedicar días y días para analizar las conductas registradas en horas de videograbaciones, y evitar que el cansancio, las experiencias previas, juicios o preferencias del evaluador (individuo que está haciendo las mediciones) afecten el análisis de los datos obtenidos.

Este problema puede ser resuelto con el uso de la tecnología, la cual permite el procesamiento automático de grandes cantidades de información audiovisual, alcanzando altos niveles de precisión. Los conocimientos y herramientas generados en áreas como computación, tecnologías de la información y comunicaciones, facilitan el desarrollo de soluciones a problemas que enfrentamos quienes estudiamos la conducta animal. En este sentido, una subárea de la inteligencia artificial es la denominada "aprendizaje máquina", que estudia la forma de proporcionar a las computadoras la capacidad de identificar patrones en datos masivos, permitiendo así la resolución automática de tareas sin la necesidad de ser programadas explícitamente para ello.

Algunas de las tareas que la máquina puede hacer de forma automática son: (1) Clasificación: los datos son objetos que reciben una etiqueta, por ejemplo, la máquina clasifica si un comportamiento es agresivo o de sumisión; (2) Estimación: las variables a predecir son continuas, por ejemplo, a partir de un video evalúa el nivel de depresión de una persona en una escala que va de 0 a 63; (3) Segmentación: es la separación de los datos en subgrupos o clases interesantes, como la agrupación de personas por sus respuestas a un cuestionario para identificar los perfiles más representados; (4) Análisis de dependencias: el valor de un elemento puede usarse para conocer acerca del valor de otro, por ejemplo, aprender correlaciones o causa-efecto entre cambios fisiológicos y comportamientos específicos; (5) Detección de desviaciones y casos extremos o anomalías, como identificar si el comportamiento de un sujeto se sale de los parámetros de un grupo. (6) Aprendizaje de la mejor acción por tomar a partir de experiencia, estos modelos aprenden una forma de tomar decisiones ante los cambios del ambiente, el caso del aprendizaje de política para la toma de decisiones en la administración de tratamientos a sujetos de estudio. ( ) Búsqueda para resolver problemas de optimización, un ejemplo es encontrar los parámetros ideales para aplicar un estímulo a un sujeto y obtener los mejores resultados.



Así, mediante la tecnología es posible analizar el comportamiento de los animales con precisión de milisegundos e identificar pautas conductuales que podrían utilizarse para inferir aspectos de su bienestar, estado emocional, preferencias, entre otros. Al emplear sistemas de clasificación automáticos se reduce el tiempo de observación y disminuyen los errores derivados del cansancio y la subjetividad, incluso en ciertos casos la máquina puede detectar cambios sutiles en la conducta del animal observado, que podrían pasar desapercibidos para un evaluador humano.

Un ejemplo del empleo de la tecnología en la investigación científica es el trabajo que hemos desarrollado en los ocho últimos años en colaboración con investigadores del CTBC, INAOE y CICESE UT3, para identificar de forma automática en videos y fotografías la presencia de perros, a pesar de las diferencias en tamaño, raza, color y postura. Además, el sistema puede identificar la emoción que el perro muestra (si está contento, enojado, temeroso o ansioso), clasificar sus vocalizaciones (ladridos, gruñidos, gemidos y aullidos) y asociarlas a un contexto particular (ladrido por la presencia de un intruso, ladridos durante el juego con su cuidador, etc.) o un estado interno del perro (positivo o negativo).

Otro caso de éxito al analizar conductas de forma automatizada fue el trabajo que hicimos para la detección de mentiras en video. Determinar si un individuo está mintiendo puede tener consecuencias graves, especialmente en algunos contextos, por ejemplo al dar testimonio en juicios, investigaciones policiales, entrevistas para trabajos con alto riesgo, entre otras. Aunque distinguir la mentira de la verdad es una tarea compleja para los observadores comunes, la diferencia pudo señalarse utilizando aprendizaje máquina, específicamente a través de técnicas de fusión multimodal que integra señales de diferentes fuentes. En nuestro trabajo se coleccionaron datos visuales (postura de la cabeza,



Algunos integrantes del grupo de trabajo de la UATx y el CICESE UT3 afuera de las instalaciones de este centro de investigación después de hacer la colecta de datos.

microexpresiones faciales, movimientos de los ojos), auditivos (cambios en el tono, velocidad y volumen de la voz) y térmicos (enrojecimiento de las mejillas, enfriamiento de la nariz). Estas características fueron evaluadas en dos conjuntos de datos para la detección del engaño (uno construido a partir de juicios reales de la web y otro construido con personas mexicanas hablando en español sobre un tema sensible y un tema personal).

A pesar de las diferencias culturales, lingüísticas, contextuales y temáticas, hubo puntos como la dirección de la mirada que mostraron ser buenos discriminadores del engaño, independientemente de la persona analizada.

Finalmente, otro ejemplo de colaboración exitosa fue el estudio sobre métodos automatizados para el análisis de imágenes naturales de colibríes. El análisis automatizado del comportamiento de los colibríes fue desafiante, debido principalmente a la rapidez con la que estos pájaros se mueven e interactúan, la imprevisibilidad de sus trayectorias y sus habilidades de camuflaje. Utilizando dos enfoques de aprendizaje profundo (que es una rama del aprendizaje automático que utiliza redes neuronales artificiales con múltiples capas ocultas para aprender y reconocer patrones complejos en los datos) fue posible la detección automática de colibríes entrando y saliendo a su nido. A pesar de que este tipo de modelos requiere grandes cantidades de datos y poder computacional para ser entrenado, su uso permite sustituir al evaluador quien generalmente debe pasar horas observando la grabación de la entrada del nido y sus alrededores, en su lugar, la máquina puede hacer de forma automática el conteo de visitas y la duración de las mismas con un rendimiento de clasificación aceptable.

Entonces, ¿algún día nos sustituirán las máquinas?

Sí, efectivamente la identificación y clasificación automática de conductas es más precisa, veloz y económica, y los sistemas inteligentes como ChatGPT analizan datos y hasta escriben artículos científicos, ¿podríamos ser sustituidos por las máquinas? Este es un rumor constante desde tiempos remotos; sin embargo, es poco probable que ocurra, pues, al igual que pasó con la revolución industrial, siempre serán necesarios cerebros humanos que programen, conecten y regulen a las máquinas, ¿o no?



# PATRONES GENÉTICOS DE LAS CONÍFERAS DEL PARQUE NACIONAL LA MALINCHE

Bárbara Cruz-Salazar y Alejandro Flores-Manzanero

## Coníferas del Parque Nacional La Malinche (PNLM)

Los bosques están desapareciendo en todo el mundo de manera acelerada, principalmente debido a la deforestación y transformación del ambiente en donde viven, como una consecuencia de las actividades humanas<sup>1</sup>. Uno de los lugares que enfrenta esta problemática es el Parque Nacional La Malinche (PNLM), ubicado en el estado de Tlaxcala y Puebla, cuyo nombre hace alusión al volcán La Malinche, llamado también Malintzi o Matlalcuéytl ("falda verde o azul"), el cual forma parte de la Faja Volcánica Transmexicana, la cadena montañosa que atraviesa el país del Golfo de México al Océano Pacífico. A pesar de albergar diferentes tipos de bosques como el de oyamel (*Abies religiosa*), de pino-encino (*Pinus spp. - Quercus spp.*) y de alta montaña (*Pinus hartwegii*)<sup>2</sup>, el PNLM ha perdido el 62 % de su vegetación original y se estima que al menos el 56 % de la que permanece está fragmentada<sup>3</sup>. Por lo anterior, actualmente se considera que el volcán La Malinche es el más aislado de México<sup>4</sup>.

## Patrones genéticos y conservación

El aislamiento no solamente afecta el tamaño y continuidad de las poblaciones, también sus niveles de diversidad (o variación) genética, que es la materia prima para la evolución de las poblaciones naturales y que le confieren la capacidad de responder a los cambios ambientales<sup>5</sup>. Asimismo, la división de los bosques (fragmentación) puede reducir o interrumpir totalmente el flujo génico (movimiento de variantes genéticas) entre las poblaciones y crear "parches" con individuos que, a nivel genético, son similares entre sí. Esto a su vez genera patrones de estructura genética espacial, que es la distribución heterogénea de la variación genética debido a los elementos del paisaje y ambiente<sup>6</sup>. Además, por la degradación que enfrentan los bosques de La Malinche es fundamental conocer los patrones de estructura genética espacial para proponer e implementar estrategias de manejo y conservación que contribuyan a su persistencia.

## Avances en el tema

Nuestro grupo de investigación analizó la estructura genética espacial y el efecto del paisaje en el flujo génico de dos coníferas (plantas que, en lugar de flores, producen conos) representativas de los bosques de La Malinche: el oyamel (*Abies religiosa*) y el pino Moctezuma (*Pinus moctezumae*). Para ello, se seleccionaron tres sitios en cuatro laderas de La Malinche (Norte, Sureste, Este y Oeste) para un total de 12 sitios que fueron considerados poblaciones (Figura 1). En el caso del oyamel, no se detectaron poblaciones en la ladera Norte, por lo que se analizaron nueve poblaciones para esta especie. En cada población se colectó tejido vegetal de 25 individuos de ambas especies.

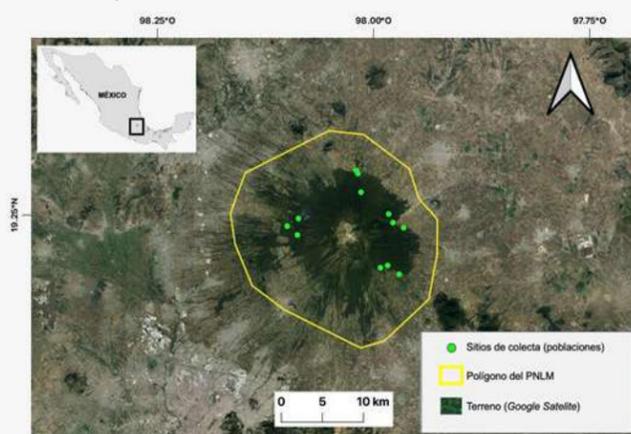


Figura 1. Poblaciones de oyamel y pino Moctezuma (puntos en color verde) muestreados en cuatro laderas de La Malinche.

Se realizó trabajo de laboratorio molecular (extracción del material genético, en particular el Ácido Desoxirribonucleico o ADN), se generaron datos genómicos (sitios a lo largo del ADN que varían entre los individuos analizados, llamados polimorfismos —muchas formas— de nucleótido único o SNPs) y se evaluó la diversidad y estructura genética espacial, así como la relación entre el flujo génico y las variables del paisaje que se consideraron relevantes para estos árboles: elevación, orientación de la ladera y tipo de cobertura de suelo.

## Resultados

Estos resultados son parte de un manuscrito que está en revisión por una revista científica. Se lograron obtener datos genómicos para 48 individuos de oyamel y para 70 de pino de Moctezuma. Para ambas especies de árboles se encontró baja variación genética y no se detectó un patrón de estructura genética (Figura 2).

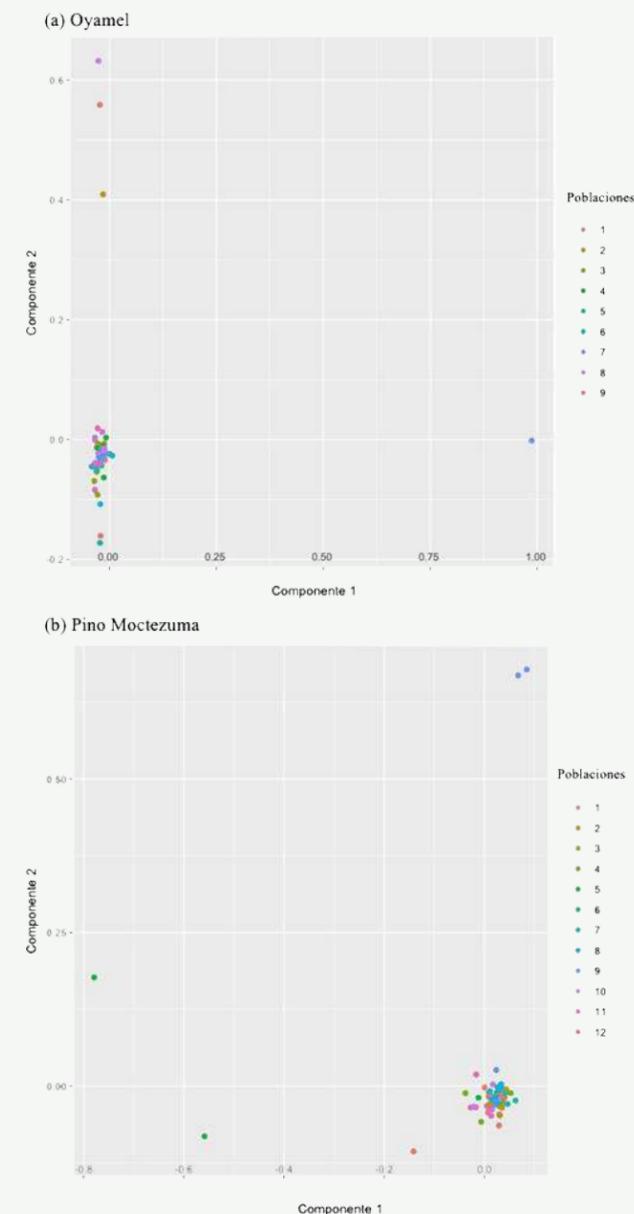


Figura 2. Análisis de Componentes Principales (PCA, por sus siglas en inglés), que muestra una distribución no agrupada de la variación genética, lo cual sugiere la ausencia de estructura genética en (a) oyamel y (b) pino Moctezuma. Los círculos representan a los individuos y los colores a las poblaciones.

En el oyamel se observó una señal de mayor similitud genética entre individuos más cercanos geográfica-

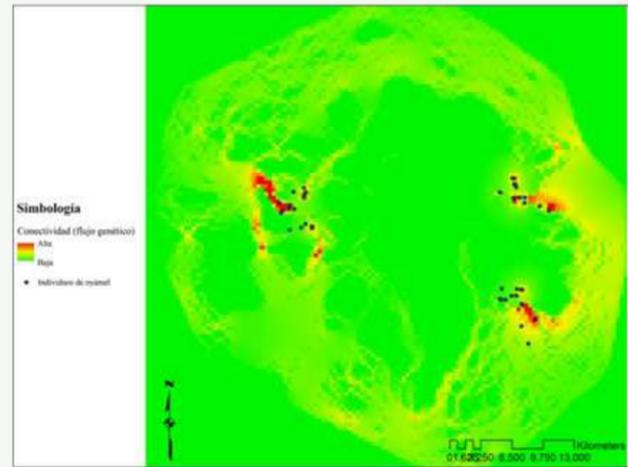
mente, patrón conocido como aislamiento por distancia, aunque muy poca variación genética (3 %) se relacionó con el componente espacial. En el pino Moctezuma se encontró una señal muy baja de diferenciación genética entre laderas, pero el componente espacial no estuvo asociado a la variación genética. En cuanto a las variables del paisaje, ninguna tuvo un efecto en los patrones de flujo génico de ambas especies (Figura 3).

## Conclusiones

A pesar de la intensa transformación que están sufriendo los bosques en el PNLM, no detectamos señales de estructura genética ni de interrupción de flujo génico entre las poblaciones de oyamel y pino Moctezuma. Sin embargo, los niveles de variación genética fueron bajos en ambas especies. Por otro lado, la vida larga de las coníferas podría estar enmascarando los efectos del disturbio antropogénico y no mostrar aún la señal de estructura genética<sup>6</sup>. Además, aunque los marcadores genómicos son idóneos para evaluar flujo génico en plantas, pueden reflejar patrones de divergencia entre poblaciones separadas hasta por 1000 km<sup>7</sup>. Nuestros resultados contribuyen al conocimiento del estado genético de las poblaciones de dos especies de coníferas en el PNLM, información que será útil para preservar y conservar los parches de vegetación natural que aún quedan.



(a) Oyamel



(b) Pino Moctezuma

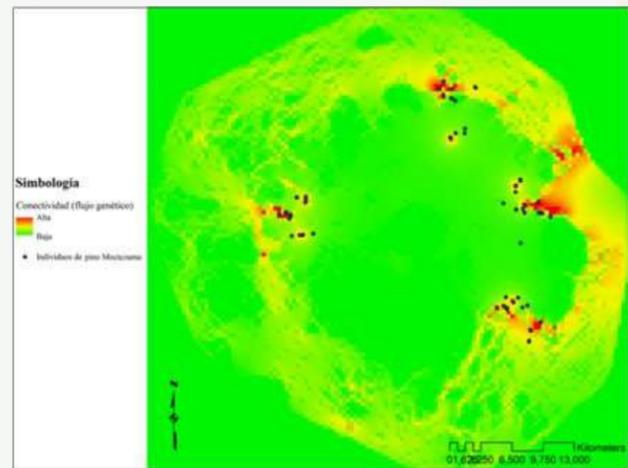


Figura 3. Patrones de flujo génico (conectividad) para las dos coníferas en La Malinche, proyectados sobre la capa de cobertura uso de suelo. El gradiente de conectividad va de alta (rojo) a baja (verde) entre los individuos de (a) oyamel y (b) pino Moctezuma.

### Recomendaciones

Con base en nuestros resultados, sugerimos incrementar el área de estudio para incluir más poblaciones y considerar a las plántulas de ambas especies de coníferas, así como analizar otras variables del paisaje que pudieran estar relacionadas con los patrones de flujo y estructura genética (e. g. dirección del viento). Todo lo anterior con la finalidad de tener un mayor soporte de nuestros resultados y un mejor entendimiento de la historia evolutiva de estas especies en un ambiente fragmentado. Asimismo, se sugiere detener los cambios de uso de suelo en el PNLM, ya que los patrones de conectividad muestran una interrupción del flujo génico entre las diferentes laderas, el cual está relacionado directamente con esta variable. 

Consulta la bibliografía de este artículo escaneando el siguiente QR:



**SIGUE NUESTROS SEMINARIOS EN:**



**CENTRO TLAXCALA DE BIOLOGÍA DE LA CONDUCTA**

# EL LÍMITE ARBÓREO DE LA MALINCHE: EL PINO DE LAS ALTURAS Y SUS AMENAZAS

Jessica Juan-Espinosa, Lorena Ruíz-Montoya, Alejandro Valdez Mondragón,  
José Luis Martínez Pérez, Bárbara Cruz-Salazar

La Malinche es un Área Natural Protegida (ANP) que alberga gran parte de la diversidad biológica del estado de Tlaxcala. Esta ANP es un cono volcánico donde se conserva una gran diversidad de plantas y animales, y cuya cobertura forestal se compone de diversas especies de pinos como el ocote chino (*Pinus leiophylla*), el pino Montezuma (*Pinus montezumae*), el pino azteca (*Pinus teocote*) y el extraordinario pino de las alturas: *Pinus hartwegii*. Lamentablemente, en algunos sitios del parque, el bosque se ha deteriorado debido a la tala ilegal o ha sido transformado a zonas de uso agrícola, ganadero o para el desarrollo de infraestructura<sup>1</sup>. Además, el cambio climático amenaza a los pinos de todo el mundo porque el aumento de la temperatura modifica el ambiente al que están adaptados para desarrollarse, sobrevivir y permanecer<sup>2</sup> (Figura 1).

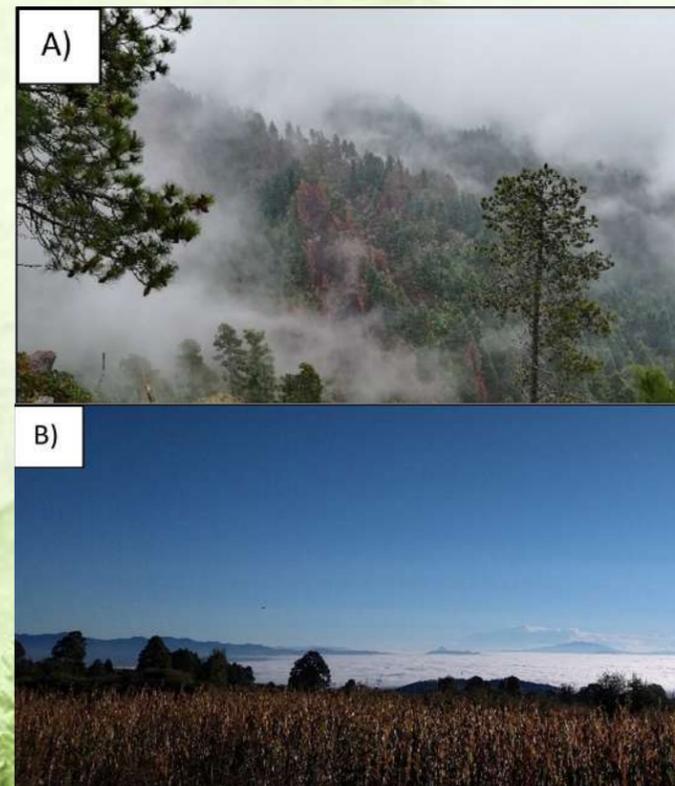


Figura 1. La Malinche. A) Bosque de oyamel (*Abies religiosa*) y pino de las alturas (*Pinus hartwegii*) en la ladera sur de La Malinche. B) Cambio de bosques a zonas de cultivo en la ladera este de La Malinche, al fondo se observa el Pico de Orizaba (Fotos: Saúl George Miranda).

El problema es aún más grave en pinos que están adaptados a los climas fríos de alta montaña, como el pino de las alturas (*Pinus hartwegii*), una especie nativa y típica de La Malinche. El aumento de la temperatura puede llevar a esta especie a la extinción, debido a que no hay ambientes a mayor altitud a los que puedan desplazarse, o porque el aumento de la temperatura sea tan rápido que la especie no tenga la capacidad de moverse a la misma velocidad.

## El pino de las alturas (*Pinus hartwegii*)

El pino de las alturas, cuyo nombre común se debe a que solamente se distribuye en las partes altas de la montaña, se desarrolla entre los 3400 hasta los 4000 metros sobre el nivel del mar<sup>3</sup>, el intervalo altitudinal más alto en La Malinche (Figura 2). En este rango altitudinal, el ambiente es extremadamente frío y el pino de las alturas está adaptado a esas condiciones por lo que no podría sobrevivir en zonas menos frías.



Figura 2. Bosque de pino de las alturas (*Pinus hartwegii*) en la ladera norte de La Malinche a 3900 metros sobre el nivel del mar (Foto: Jessica Juan Espinosa).

La altura de este pino es entre 15 y 30 metros, y el grosor del árbol mide entre 40 a 70 centímetros. Presenta de tres a cinco acículas (hojas modificadas en forma de aguja, característica de los pinos) por fascículo (agrupación de acículas) con una longitud de ocho a 16.5 o 17 centímetros. Sus conos resinosos son de color rojizo muy oscuro, miden entre seis y 12 centímetros de largo y son los que se encargan de producir las semillas de color negro y con una estructura en forma de ala color marrón que les permite dispersarse a grandes distancias con ayuda del viento<sup>4</sup> (Figura 3).

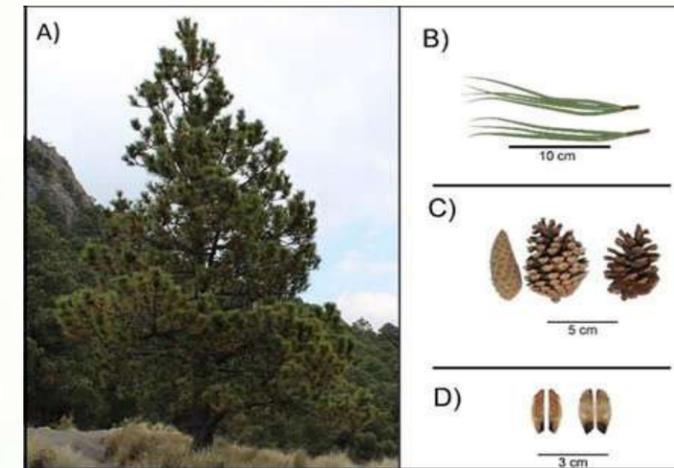


Figura 3. Pino de las alturas (Foto: Jessica Juan Espinosa). A) árbol adulto; B) acículas; C) conos femeninos y D) semillas (edición: Braulio Ricardo Pérez Alva).

Semejante a otras coníferas (árboles y arbustos que producen conos en vez de flores), el pino de las alturas tiene un crecimiento lento y la etapa de reproducción (formación de conos masculinos y femeninos; producción, liberación y receptividad de polen; formación y liberación de semillas) puede ser anual o bianual<sup>5</sup>.

Debido a que el pino de las alturas está adaptado a climas fríos y que sus poblaciones enfrentan diferentes amenazas en La Malinche, es posible que el bosque disminuya de tamaño y con ello también se puede perder su diversidad genética, la cual es el conjunto de variaciones genéticas que hay en cada individuo o en una población, y es el material básico para la evolución de las especies<sup>6</sup>. Cuando el tamaño de una población disminuye y se pierden individuos, también se puede perder esta variación genética (Figura 4).

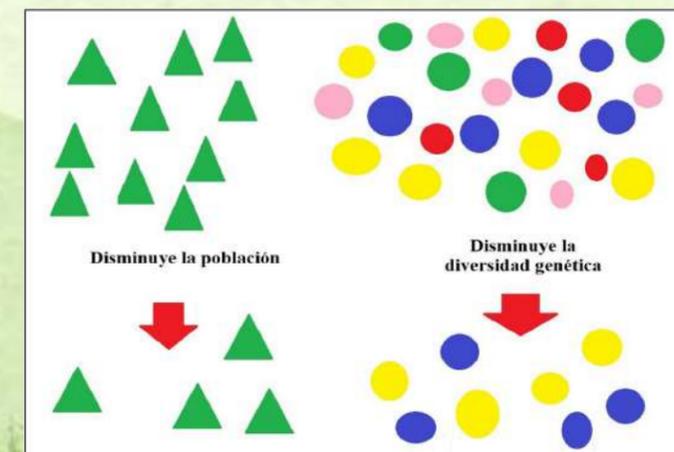


Figura 4. Disminución de la diversidad o variación genética (tamaños, formas y colores de los círculos, a lado derecho de la figura) en una población cuando el número de pinos (triángulos verdes, a lado izquierdo de la figura) disminuye.

Las especies que tienen una gran variación genética tienen mayor probabilidad de que resistan cambios ambientales, por ejemplo, heladas, épocas de secas, aumento de temperatura, cambios en nutrientes del suelo, entre otros. Al contrario, los individuos de una especie con baja variación genética son más propensos a sufrir enfermedades o plagas, o tienen menos posibilidad de resistir cambios en su ambiente.

## Investigaciones con el pino de las alturas

En el Centro de Tlaxcala de Biología de la Conducta (CTBC) de la Universidad Autónoma de Tlaxcala (UATX), en colaboración con El Colegio de la Frontera Sur unidad San Cristóbal, Chiapas, se evaluó la variación genética del pino de las alturas en La Malinche. Con esta investigación pudimos conocer cuánta variación genética tienen los árboles del pino de las alturas porque se analizaron fragmentos de ADN de organelos llamados cloroplastos. Para entender esto, imaginemos que el ADN es un libro donde vienen instrucciones de cómo serán las características de un árbol, por ejemplo, el color de las hojas, el tamaño de los conos y la altura de los árboles. Cada árbol tiene su propio libro (ADN de cloroplasto) y si nosotros tomamos varias páginas del libro de cada individuo (distintos fragmentos de ADN de cloroplasto), podemos saber si son diferentes (alta variación genética) o no (baja variación genética).

Los resultados obtenidos al analizar 120 árboles que se encuentran en la parte norte y sur del volcán indican la existencia de una alta diversidad genética, y que esta variación es un poco diferente entre el norte y sur. Con base en esta evaluación se proponen las siguientes acciones de conservación para incidir en los programas de manejo del área: (1) establecer dos áreas de conservación dentro de La Malinche donde se mantengan los bosques intactos, uno en el norte y otro en el sur; (2) recolectar semillas de árboles saludables que estén en estas áreas para establecer reservas de semillas; y (3) reforestar (introducir) con plántulas de la misma zona en sitios donde la tala clandestina es intensa.

Finalmente, es necesario que actuemos para la conservación de este árbol, pues es el hogar de gran variedad de animales, hongos y microorganismos que funcionan equilibradamente para mantener la salud del ambiente y con ello nuestra propia salud. 

Consulta la bibliografía de este artículo escaneando el siguiente QR:



# ÁRBOLES VEMOS, GENES NO SABEMOS

## La conservación de los bosques de La Malinche

Bárbara Cruz-Salazar

### Variación genética

Los genes son fragmentos de material genético (ADN, Ácido Desoxirribonucleico; o ARN, Ácido Ribonucleico) que poseen todos los seres vivos (Figura 1), en ellos se encuentra la información necesaria para que cualquier planta, animal, hongo o microorganismo pueda sobrevivir, desarrollarse y reproducirse<sup>1</sup>. La variación de los genes, o también conocida como variabilidad/variación genética, es el resultado de las relaciones entre los individuos y formas de vida

(especies); también es el producto de la acción de mecanismos que ocurren a lo largo de la vida, llamados procesos evolutivos<sup>2</sup>.

Los procesos evolutivos pueden aumentar o disminuir la variación genética según su naturaleza, los más importantes son: el **flujo genético**, **deriva genética** y **selección natural**.

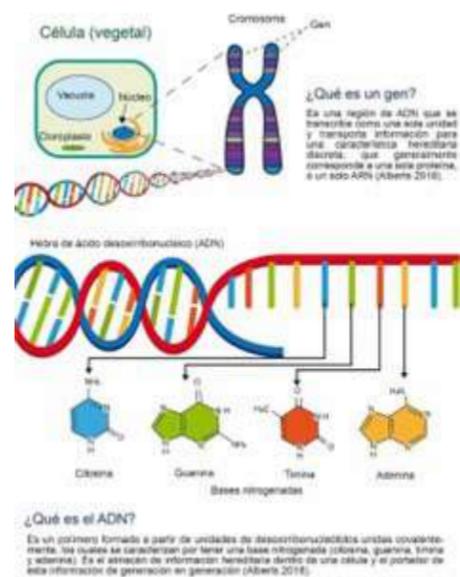


Figura 1. ¿Qué es un gen? ¿Qué es el ADN?

La reproducción azarosa (entre individuos no emparentados) dentro y entre poblaciones de una misma especie aumenta el movimiento de genes (flujo genético) e iguala la variación genética de las poblaciones entre las que ocurre el flujo; también mantiene la cohesión genética (identidad de un grupo de organismos que le permite cambiar o evolucionar en el tiempo), por lo que entre más flujo genético exista entre las poblaciones de un organismo, es mejor. Si las poblaciones no tienen flujo genético incrementa la reproducción entre individuos relacionados (primos, hermanos, tíos) y aumenta la endogamia, causando la expresión de enfermedades, reducción de fertilidad, menor sobrevivencia y extinción a largo plazo, lo que se conoce como vórtice de la extinción (Figura 2<sup>3</sup>).

Por su parte, la deriva genética provoca la pérdida de variación genética y la formación de grupos genéticos

(estructura genética) que con el tiempo pueden evolucionar independientemente. Un dato importante es que la deriva es mayor cuando las poblaciones son pequeñas y aisladas. Cuando el flujo genético es bajo, los grupos genéticos se van separando con mayor fuerza, por lo que el flujo y la deriva son fuerzas evolutivas contrarias que definen la variación de genes y cómo estos se distribuyen dentro y entre las poblaciones (estructura genética) (Figura 2).

Finalmente, la selección natural es un concepto que se estudia desde la secundaria, pero, ¿qué es? La **selección natural** es un proceso que explica la "selección" de unos pocos individuos que poseen variantes genéticas asociadas a las variantes morfológicas en una misma especie y que le dan ventaja en la sobrevivencia y reproducción a ese individuo portador sobre los otros individuos de la población. Cuando estas variantes ventajosas son seleccionadas, es decir, sobreviven y se heredan a los hijos, van aumentando en abundancia en la población hasta que son la variante dominante.

La acción de todos estos procesos evolutivos a la vez y a lo largo del tiempo genera cambios en la variación genética y su distribución (**estructura genética**). En general, las poblaciones con mayor variación genética tienen más probabilidades de resistir y responder a cambios y presiones en su ambiente. Contrariamente, aquellas con una muy baja variación genética tienen pocas oportunidades de adaptarse y sobrevivir, por lo que están prácticamente destinadas a desaparecer y perderse para siempre (Figura 2<sup>3</sup>). Por esta razón, es fundamental conocer la variabilidad genética. No es suficiente conservar aspectos morfológicos agradables a la vista que aparentemente representan salud y belleza. Tampoco es suficiente centrarse en resguardar poblaciones grandes con baja variación

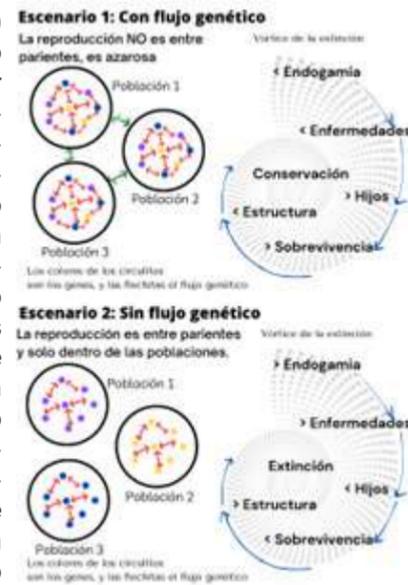


Figura 2. Escenarios de flujo genético, Frankham et al. 2002

pues, muy probablemente pronto expresarán rasgos o características que reducirán la sobrevivencia y continuación de las próximas generaciones.

Por ello, un aspecto clave para la conservación de la variedad de vida, de ambientes y de los servicios que generan esos ambientes, es el mantenimiento de la **variación genética**, mediante la identificación de grupos genéticos para establecer unidades de manejo (grupos de poblaciones o individuos con variación genética semejante) que aseguren la evolución en el tiempo. También, es necesario establecer el flujo genético, pues limita la acción de la deriva y de la endogamia, ambos procesos causantes de la pérdida de la variación.

### La Malinche, una notable área de conservación

La Malinche representa un valioso reservorio de diversidad biológica, ya que constituye la región de vegetación más representativa en Tlaxcala. También es una de las zonas de conservación prioritaria dentro de la **Faja Volcánica Transmexicana (FVT)** porque alberga especies exclusivas, tanto para la FVT como para la propia región de La Malinche. Además, desempeña un papel esencial en la conectividad con otros volcanes circundantes, contribuyendo así a la preservación de la variedad de la vida que solo prospera en altitudes elevadas de esta zona<sup>5</sup>. No obstante, La Malinche es la montaña más aislada del país<sup>6</sup> y aunque su decreto como zona protegida prohíbe las actividades humanas, esto no se ha cumplido y por ello los bosques están fuertemente amenazados. En La Malinche se encuentran bosques de oyamel, de pino y de pino-encino, los principales árboles que componen estos bosques son el ocote chino (*Pinus leiophylla*), el pino Moctezuma (*Pinus montezumae*), el pino azteca (*Pinus teocote*), el pino de las alturas (*Pinus hartwegii*) y el oyamel (*Abies religiosa*)<sup>7</sup>.

Desafortunadamente, la pérdida de bosques para convertirlos en áreas de cultivo, de pastoreo y de asentamientos humanos, además de los incendios, de la extracción de leña, la madera, el ocochal (hojarasca de pinos y otras coníferas, es decir, árboles que producen conos) y la corteza de pinos para encender fuegos (ocoteo) ha deteriorado fuertemente a las poblaciones de todos estos árboles, hasta el punto de reducir significativamente el área boscosa del polígono que fue decretado un Área Natural Protegida desde 1938 (solamente 46 % es bosque<sup>8,9</sup>). Debido a la drástica reducción poblacional de los árboles, del aislamiento entre los fragmentos resultantes y de la pérdida de los ambientes adecuados para que las plántulas se desarrollen, es posible que los árboles aún presentes en La Malinche corran un grave riesgo de desaparecer.

### Investigando la variación genética de árboles en La Malinche

Mi investigación en el Centro Tlaxcala de Biología

de la **Conducta (CTBC)** de la Universidad Autónoma de Tlaxcala (UATx), se centra en La Malinche, debido a su gran importancia ecológica y científica no solamente para Tlaxcala, sino para México. En mi investigación se aborda el estudio de los árboles más abundantes de La Malinche (pino Moctezuma, ocote chino, pino de las alturas y oyamel), contemplando aspectos como: (1) cuáles son las poblaciones en riesgo por su baja variación genética; (2) si las poblaciones actuales (plántulas) se diferencian genéticamente de poblaciones viejas (adultos); (3) cómo está distribuida la variación genética entre las poblaciones (estructura genética); (4) cuál es el nivel de flujo genético en un paisaje tan degradado como desafortunadamente es La Malinche; y (5) las señales de selección natural asociadas a características ambientales de los árboles de interés. Pero mi trabajo también se extiende fuera de La Malinche porque es prioritario conectarla con bosques cercanos. Por tanto, se está identificando el flujo genético entre La Malinche y otras áreas boscosas de Tlaxcala, por ejemplo, Nanacamilpa, así como con otros Parques Nacionales de la FVT (Iztaccíhuatl-Popocatepetl). También se evalúan posibles causas del aislamiento genético, por ejemplo, la altitud, orientación y la perturbación humana como los cambios de áreas boscosas a áreas de cultivo.

Con toda esta información será posible delimitar poblaciones en alto riesgo para monitorearlas e identificar grupos genéticos que aseguren la permanencia de los árboles de La Malinche. Además, proponer actividades puntuales para conservar y/o recuperar el flujo genético de las poblaciones de árboles aún presentes. Con ello, se puede mejorar las probabilidades de que estos bosques sean vistos y aprovechados por generaciones futuras como nuestros hijos, nietos, bisnietos y tataranietos, y que el aire limpio y el agua disponible de la que nosotros gozamos también pueda ser un recurso disponible para nuestros sucesores.

Consulta la bibliografía de este artículo escaneando el siguiente QR:



# Ethos

30 AÑOS

Francisco Castelán

**M**ientras que en el año de 1993 yo avanzaba hacia el tercer semestre del bachillerato, el Centro de Investigaciones Fisiológicas (CIF) de la Universidad Autónoma de Tlaxcala (UATx) iniciaba sus labores académicas. No tenía manera de saber que mi destino profesional, aquel que imaginaba en el ámbito de la química de la vida, estaría vinculado a él. La mía es una más de las decenas y centenas de historias que se han entrelazado o encontrado cobijo en el ahora llamado Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta (CTBC). Si bien habremos protagonizado algunas, muchas otras escapan a nosotros, a nuestra conciencia o a nuestros recuerdos. Treinta años lo justifican; treinta años de esfuerzos, interacciones y retos cotidianos afrontados por las personas que han integrado y/o continúan integrando este Centro; treinta años de logros y festejos, de reflexiones y reinenciones; treinta años de comunidad y vinculación social.

La renovación del logo que distingue al CTBC fue parte de las actividades conmemorativas de su 30 aniversario. Diversas e insospechadas circunstancias deben haber influido en que yo presentara una propuesta, que se discutió con las doctoras María de Lourdes Arteaga Castañeda, Coordinadora del CTBC, Estela Cuevas Romero, Coordinadora del Posgrado en Ciencias Biológicas (PCB) y Leticia Nicolás Toledo, Secretaria Académica del PCB; los doctores Amando Bautista Ortega y Jorge Rodríguez Antolín, y además con la doctora Margarita Martínez Gómez, fundadora del CIF-CTBC y Secretaria Académica de la Universidad Autónoma de Tlaxcala.

El logo aprobado consiste en un círculo enmarcado con un contorno suave e iluminado en un tono azul, proveniente del logo utilizado hasta junio de este año 2023. En la base del círculo se insertaron los trazos de una coneja, una rata y un ave; organismos distintivos de las líneas de investigación contemporáneas. En el interior del círculo se encuentra un árbol en tonos verdes oscuros que representa la biodiversidad y la conservación. Las ramas del árbol se entrelazan y se extienden hacia el exterior, creando un aspecto dinámico y simbolizando el crecimiento continuo del CTBC. En la parte superior del árbol hay una forma abstracta la cual representa un cerebro en tonos azules y grises, que simboliza la investigación en psicobiología de la conducta y neurociencias. Dicho "cerebro" se fusiona con las ramas del árbol, mostrando la interconexión entre la biología y la conducta humana. El follaje del árbol se ha representado con formas celulares abstractas en tonos de verde claro y azul, que simbolizan la investigación en biomedicina. En la parte inferior del círculo se encuentran las leyendas que indican los 30 años de historia del CTBC,



1993 – 2023

Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta  
*Universidad Autónoma de Tlaxcala*  
*Universidad Nacional Autónoma de México*

así como los nombres de la Universidad Autónoma de Tlaxcala (en un tono rojo) y la Universidad Nacional Autónoma de México (en un tono azul); las dos instituciones de Educación Superior vinculadas al desarrollo académico y científico del CTBC.

Ignoro qué haré o dónde estaré en los próximos 30 años. Sé que ahora, a diferencia de 1993, contribuyo a crear e incrementar oportunidades para que el CTBC continúe fortaleciendo las comunidades académicas y científicas del país, y promoviendo la construcción de ciudadanías críticas y responsables. Treinta y más vendrán.