

Eco-Lógico

Revista de divulgación científica

HECHO EN EL INECOL

La topología de la
venación de las hojas

Trivias y Arte

¿Qué tanto sabes
sobre los corales?

JÓVENES CIENTÍFICOS

Las rizobacterias al rescate
del oro verde mexicano

ESTA REVISTA ES UNA PUBLICACIÓN TRIMESTRAL

AÑO 2
Vol. 2 No. 2
Abril - junio
Verano 2021

Eco-Lógico

Año 2/volumen 2/ número 2/abril - junio
(verano) 2021
Instituto de Ecología, A.C.

Dr. Miguel Rubio Godoy (Director General), Dr. Víctor Bandala Muñoz (Secretario Académico), Dr. Mario Favila (Secretario de Posgrado), M.C. Alberto Rísquez Valdepeña (Secretario Técnico), L.A. Rubey Baza Román (Director de Administración)

Responsables y Coordinadores Generales:

María Luisa Martínez

Debora Lithgow

José G. García-Franco

Coordinación de recepción de contribuciones:

eco-logico_MS@inecol.mx;

Coordinación de revisión de contenido, estilo y redacción:

eco-logico_Rev@inecol.mx

Coordinación de diseño y formación: Debora Lithgow, M. Luisa Martínez, José G. García-Franco, Vinisa Romero.

Apoyo informático: Secretaría Técnica.

Distribución general: Oficina de Enlace con la Sociedad.

Consejo de Editores Asociados y Colaboradores:

Carlos Fragoso, Janaina García, Jaime Aguirre, Carla Gutiérrez, Imelda Martínez, Frédérique Reverchon, Ana Martínez, Juan B. Gallego Fernández, Francisca Vidal.

Eco-Lógico, año 2, volumen 2, No. 2, abril - junio (verano) 2021, es una publicación trimestral editada por el Instituto de Ecología, A.C., carretera antigua a Coatepec No. 351, Xalapa, Veracruz, C.P. 91073, Tel. (228) 842-1800, <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/eco-logico>. Editor responsable: Ma. Luisa Martínez Vázquez. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2021-090106574400-203, ISSN electrónico en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número: Debora Lithgow Serrano, carretera antigua a Coatepec No. 351, Xalapa, Veracruz, C.P.91073, fecha de última modificación, 23 junio 2021.

El contenido de los artículos es responsabilidad de las autoras y los autores. La adecuación de materiales, títulos y subtítulos le corresponde al equipo editorial y al consejo editorial.

Se permite la reproducción parcial o total de los textos e imágenes contenidos en esta publicación citando la fuente como "Eco-Lógico, revista de Divulgación del Instituto de Ecología, A.C." Cualquier comunicación dirígirala a eco-logico_MS@inecol.mx.

Fotografía de portada: Moosa Haleem, Unsplash.



Fotografía: Art tower, Pixabay

PRESENTACIÓN

Eco-Lógico es la revista de divulgación del INECOL. Su nombre alude a los objetivos de la institución: **Eco**, se refiere al Estudio y conservación de la biodiversidad así como de las relaciones de los seres vivos entre sí y con el medio en el que viven (incluyendo al ser humano). **Lógico** se refiere a la generación del conocimiento para el uso sustentable de los recursos naturales. Por medio de **Eco-Lógico** comunicamos los resultados de la investigación y el trabajo que realizamos en el INECOL, con el objetivo de promover la apropiación social del conocimiento producido en la institución.

Cada 22 de mayo se celebra el Día Mundial de la Biodiversidad, fecha señalada para resaltar la importancia de proteger los recursos biológicos y la biodiversidad de nuestro planeta. Esta biodiversidad incluye a las diferentes especies de plantas, animales, hongos, microorganismos, así como las diversidades genéticas dentro de cada una de ellas, y la enorme variedad de ecosistemas que forman nuestro planeta. Año con año, los datos revelan que la situación es cada vez más preocupante y apremiante. **El problema somos todos, pero también, la solución somos todos. Parte esencial de esta solución es conocer el problema, y maravillarse y apreciar la complejidad de la naturaleza. Si se conoce y aprecia, es más fácil tener interés por proteger**, sin duda.

En **Eco-Lógico**, estamos conscientes de que la solución somos todos. El conocimiento del funcionamiento de los sistemas naturales nos permitirá tomar mejores decisiones. En este número se presentan trabajos que, como siempre, abarcan diferentes escalas, desde la venación de las hojas y el cultivo de tejidos vegetales, hasta los estudios de venados, polinizadores en cultivos de aguacate y florecimientos masivos de microalgas. Presentamos además un emotivo recuerdo a un reconocido y querido ecólogo, fallecido recientemente. También se muestra una interesante experiencia de la interacción entre orcas y ballenas, y la historia de la gestión de las reservas de la biosfera en México. Los jóvenes científicos nos hablan sobre transmisión de enfermedades desde los animales hacia los humanos (llamada zoonosis), los pastos de los bosques, y cómo proteger a los aguacates de las plagas. En las biotrivias se explora uno de los ecosistemas más diversos del planeta, los arrecifes coralinos, y vemos qué tanto conocemos las medidas de México. También se analiza una relación entre depredador-presa. Concluimos con una divertida anécdota de botas y una hermosa muestra artística. Los estudiantes del posgrado, siguen haciendo frente a la pandemia y a pesar de las dificultades, concluyen sus estudios. ¡Felicidades!

El Comité Editorial



CONTENIDO

SE HACE CAMINO AL ANDAR: IN MEMORIAM VICTOR RICO-GRAY José G. García Franco	P. 7
LA TOPOLOGÍA DE LA VENACIÓN DE LAS HOJAS Emmanuel García-Gutiérrez, M. Montserrat García-Gutiérrez y Guillermo Angeles Álvarez	P. 15
EL CULTIVO DE TEJIDOS VEGETALES, UNA PODEROSA HERRAMIENTA PARA LA PROPAGACIÓN DE PLANTAS Carol Olivares G., José L. Lorenzo-Manzanarez, Carolina Peña-Montes, Eliel Ruíz-May, Martín Mata-Rosas	P. 21
VENADO COLA BLANCA Y OTRA FAUNA EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA TEHUACÁN-CUICATLÁN: GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO PARA SU CONSERVACIÓN Y USO SUSTENTABLE Salvador Mandujano	P. 27
PROYECTO AGUHA: AGUACATE, HERBÁCEAS Y ABEJAS NATIVAS Carlos A. Cultid, Paola A. González, Brenda Y. Bedolla, Equipo AGUHA	P. 35
LAS MICROALGAS Y SU FLORECIMIENTO EN AMBIENTES DE AGUA DULCE Y MARINA Gabriela Vázquez, Carlos F. Rodríguez-Gómez y Eloy Montero	P. 43
CIENCIA HOY	
DE CÓMO UN DÍA GRIS SE CONVIRTIÓ EN UNA MONTAÑA RUSA DE EMOCIONES Gisela Heckel, Yolanda Schramm	P. 53
DEL ENFRENTAMIENTO AL COMPARTIR. ECOLOGÍA Y PROTECCIONISMO EN MÉXICO DESPUÉS DEL 68 Mario Zunino	P. 61
JÓVENES CIENTÍFICOS	
TRANSMISIÓN DE RICKETTSIAS POR GARRAPATAS DE CANINOS Dafne Itzel Cortés G., Alexandro G. Alonso Sánchez, Mariel Aguilar D.	P. 73
¿QUIÉN ES TOXOPLASMA GONDII? Julia Juneht Alavez Chávez, Alexander G. Alonso Sánchez, Mariel Aguilar D.	P. 77
UNA MIRADA HACIA TUS PIES: LAS GRAMÍNEAS DEL SOTOBOSQUE Valeria Huerta Saavedra, Jorge Gabriel Sánchez Ken	P. 81
LAS RIZOBACTERIAS AL RESCATE DEL ORO VERDE MEXICANO Edgar Guevara-Avendaño, Frédérique Reverchon	P. 87
TRIVIAS Y ARTE	
¿CUÁNTO SABES DE ARRECIFES CORALINOS? Carla Gutiérrez	P. 95
MIDIENDO A MÉXICO Octavio Rojas	P. 103
BIOTRIVIA: AVE Y PRESA Carlos Fregoso	P. 107
PINTO DESDE EL HEMISFERIO DERECHO DE MI CEREBRO Salvador Mandujano	P. 111
DE BATAS Y BOTAS	
MI AMIGO DE LA SELVA Octavio Pérez-Maqueo	P. 117
ECONOTICIAS	
GRADUADOS EN INECOL Periodo 21 de Marzo a 21 de Junio, 2021	P. 121



Fotografía: Scott Webb, Pexels



Hecho en el INECOL

SE HACE CAMINO AL ANDAR: *In memoriam* - Dr. Victor Rico-Gray

José G. García Franco

Red de Ecología Funcional, INECOL
jose.garcia.franco@inecol.mx



Fotografías: Angel Oraggi, Unsplash;
José García-Franco

Dr. Victor Rico-Gray

El pasado 04 de abril, el Dr. Víctor Rico-Gray ("el Doc", "Vic", y como a lo mejor sólo nosotros nos decíamos, "p...che Doc", por las siglas "PhD" de su grado), cerró su ciclo terrenal. Una triste noticia para la ciencia mexicana e internacional, pero más profunda para todos aquellos que **tuvimos el privilegio de tratarlo como maestro, director de tesis, colega o colaborador; amigo.** Muchos tuvimos la inmensa fortuna de acompañarlo en algunas o en todas esas etapas.

"El Doc" nació en San Luis Potosí (11/06/1951), estudió Biología en la Facultad de Ciencias de la UNAM, ahí fue ayudante de laboratorio de la clase de Ecología General, donde me tocó conocerlo como mi profesor. Obtuvo la licenciatura en 1979 trabajando con mangles en La Mancha, Ver. (ahora CICOLMA, INECOL). Pero su interés científico dio un giro hacia las interacciones ecológicas, en particular las interacciones hormiga-planta, donde sus contribuciones fueron numerosas e importantes, que lo llevaron a ser reconocido nacional e internacionalmente, pertenecer al Sistema Nacional de Investigadores alcanzando el nombramiento de Investigador Nacional III y ser miembro de la Académica Mexicana de Ciencias (1992-2021).



Fotografía: José G. García-Franco



Fotografía: Mónica Palacios-Rios

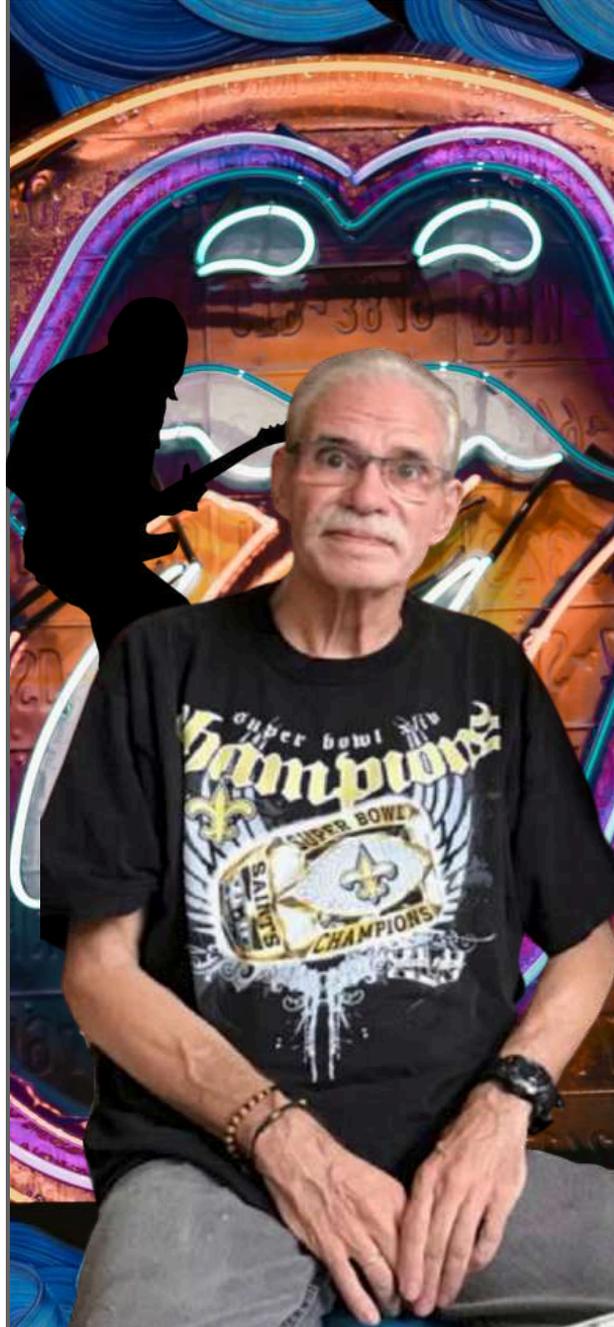
“El Doc” siempre fue inquieto, tuvo muchos intereses personales y académicos, por lo que vivió en muchas ciudades y trabajó en muchas instituciones.

Trabajó en el INIREB (Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos) en Xalapa, Ver., donde nos volvimos a encontrar. Posteriormente, se trasladó a la oficina del INIREB en Mérida, Yuc. (Proyecto Flora de Yucatán), de la cual fue jefe un tiempo y, desarrollando un proyecto de manglares en la costa de Chiapas, pasó por San Cristóbal de las Casas, donde otra vez nos encontramos (yo trabajaba en el CIES ahora ECOSUR) por parte del INIREB.

Sin embargo, “el Doc” dejó todo y se fue a Estados Unidos donde se graduó de Maestría (1984) y Doctorado (1987) en Tulane University, New Orleans, ciudad con intensa vida musical además del Festival de Jazz y el “Mardi Gras”. Ahí le dio vuelo a su gusto por la música y viajó para asistir a diversos conciertos, entre ellos de The Rolling Stones. Toda su vida fue seguidor y defensor de los Stones, y cuando pudo regresó a los festivales de Jazz y asistió a conciertos de rock.

Poco antes de obtener el doctorado, “el Doc” se reincorporó al INIREB. Yo a finales de 1984 me reintegré al INIREB en Xalapa, y una vez más nos volvimos a encontrar, y congeniamos para que dirigiera mi tesis de Maestría. Su inquietud lo llevó a dejar el INIREB e ingresar al Centro de Ecología, UNAM, pero poco después, se fue a la Universidad de las Américas, Puebla, donde iniciaba la carrera de Biología.

“El Doc” siempre fue un rockero de corazón



Fotografía: Dulce Rodríguez Morales

Al cerrar el INIREB (1988) y llegar el Instituto de Ecología A.C. (INECOL, 1989), el Dr. Sergio Guevara lo invitó al incipiente Depto. de Ecología Vegetal, y gracias al apoyo y confianza del “Doc” ingresé al INECOL.

Durante mucho tiempo trabajamos juntos en diversos proyectos en Yucatán, Tehuacán, Pue. y La Mancha, Ver., donde tuvimos interesantes charlas académicas, de música y carreras de F1 (otra de sus pasiones), buena comida y muchas aventuras. **Además, siempre tuvo una gran visión científica** y gracias a esa agudeza, y después de tres cervezas cada uno, decidimos el tema de la tesis de doctorado que me dirigió.

Entre los cargos que “el Doc” tuvo en el INECOL, estuvieron jefe del Depto. de Ecología Vegetal (1994-1998) y jefe de la División de Posgrado (2001-2003). En este último lapso, el Dr. Sergio Guevara entonces director general, me invitó a coordinar del Posgrado en Ecología; así, una vez más trabajé con él. En todos los puestos que “el Doc” ocupó se notó una gran organización, pero también un ambiente de trabajo distinto. Se daba tiempo para realizar reuniones fuera de lo habitual, celebrando los cumpleaños con “gorditas de la Rotonda” (picadas de unos 15 cm de diámetro); y en el posgrado **implementó los viernes musicales, donde con el personal del posgrado y sus amigos músicos lograba una convivencia relajada entre estudiantes, profesores y personal del INECOL, acompañando la música con pizzas. costeadas con sus propios recursos.**



De izquierda a derecha: José G. García-Franco, Jorge López-Portillo y Víctor Rico-Gray.

Por otro lado, en el posgrado “el Doc” impulsó el “Curso de Ecología Campo”. Curso de dinámica intensa que busca que los estudiantes desarrollen la capacidad de generar y ejecutar ideas de investigación; similar a los cursos de la Organización de Estudios Tropicales (OTS) de Costa Rica. Para muchos investigadores reconocidos, los cursos OTS marcaron su vida y los consideran prioritarios en la formación de investigadores. Aunque solo coordinó un curso, el “Curso de Campo” se impartió por más de una década; sólo la UNAM y el INECOL tuvieron este tipo de curso en sus posgrados en Ecología. Actualmente, cursos con estas características se siguen impartiendo en el INECOL.

Un día “el Doc” dejó el Depto. de Ecología Vegetal, y se cambió al Depto. de Ecología Aplicada (coordinador, 2005-2009), y en una reestructuración académica, junto con otros investigadores fundó la actual Red de Interacciones Multitróficas (coordinador, 2009-2010). **A pesar de estar en su ambiente, dejó el INECOL y se fue al Instituto de Neuroetología de la Universidad Veracruzana, donde continuó trabajando intensamente hasta sus últimas fuerzas, publicando y formando estudiantes de todos los niveles (2010-2021).**



De izquierda a derecha: José G. García-Franco, Víctor Rico-Gray y Yuria Cardel

"El Doc" siempre fue un gran científico, profesor y amigo



A lo largo de su vida académica "el Doc" **produjo un gran número de artículos científicos, capítulos de libros, y artículos de divulgación científica, y formó numerosos estudiantes.** Tuvo un gran número de cargos (v.gr., *Alumni Admission Committee Tulane University; Association for Tropical Biology*; Director de la Unidad de Ecosistemas Tropicales y Subtropicales, CIBIO-Universidad de Alicante; Miembro de diversas comisiones del CONACYT), y reconocimientos (v.gr., *Tropical Botany Award; George Henry Penn Memorial Award*). El último reconocimiento lo recibió en 2019 como director del mejor trabajo recepcional a nivel Doctorado del Área Biológico-Agropecuaria de la Universidad Veracruzana (Premio Arte Ciencia Luz); en este último tuvo la inmensa fortuna de acompañarlo como co-director de la tesis.



Al centro Víctor Rico-Gray y Dulce Rodríguez Morales, en los extremos estudiantes del curso de Interacciones Fotografía: Dulce Rodríguez Morales



De izquierda a derecha: Cecilia Díaz-Castelazo, Suzanne Koptur, José G. García-Franco, Víctor Rico-Gray, Paulo Oliveira, Víctor Parra-Tabla. Fotografía: Mónica Palacios Ríos.



Estudiantes y personal del Departamento Ecología Vegetal. Fotografía: José G. García Franco

“El Doc” fue excepcionalmente generoso como académico y aún más como persona. Siempre tuvo consejos, estableció contactos para estudiantes y académicos, facilitó insumos, prestaba equipo o guiaba su gestión. Aprovechando su amistad, invitó a importantes investigadores nacionales y extranjeros a simposios, sabáticos, cursos y pláticas. Incluso organizaba reuniones en su casa para “romper el hielo” y que se pudiera aprovechar al máximo su presencia. Pero el legado más importante que “el Doc” nos dejó y enseñó a sus estudiantes, colegas y amigos, es la sencillez y humildad de trato personal y profesional con la que siempre se condujo; esto es, nos enseñó una forma de ser y de comportarnos en la vida, pero siempre acompañada de buena música, y de preferencia de los Rolling Stones. **“Pinche Doc”, te vamos a extrañar.**

Q.E.P.D.

“El otro p**che Doc”

(José G. García-Franco)



Victor Rico-Gray y José G. García-Franco. Fotografía: Mónica Palaicos-Ríos

LA TOPOLOGÍA DE LA VENACIÓN DE LAS HOJAS

Emmanuel García-Gutiérrez

Posgrado en Ciencia Biológicas, UNAM

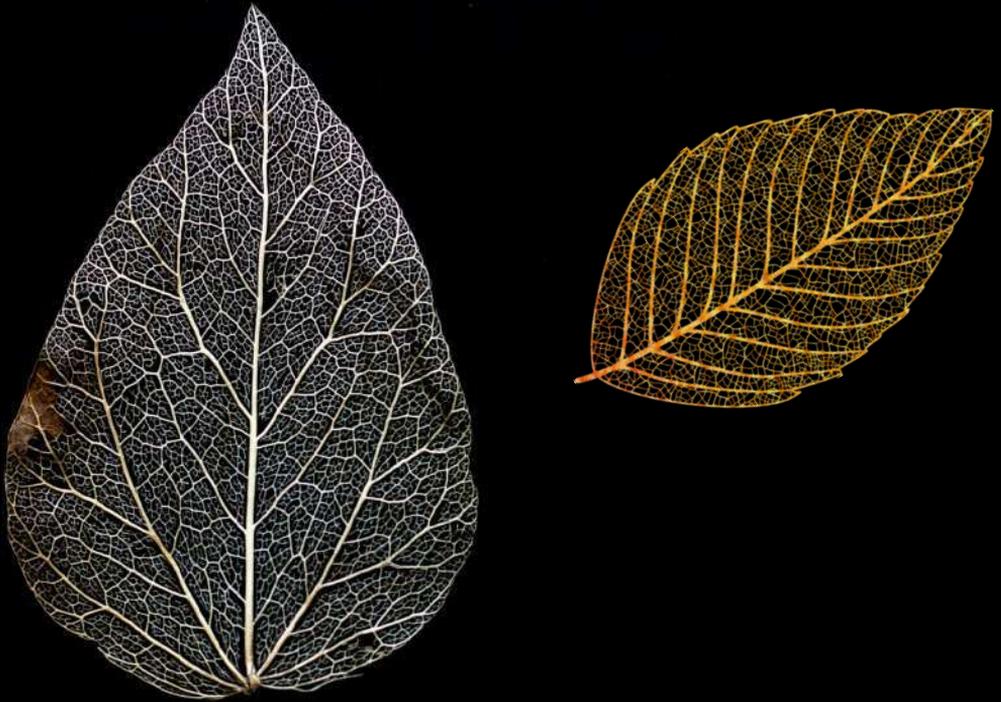
María Montserrat García-Gutiérrez

Investigadora independiente

Guillermo Ángeles Álvarez

Red de Ecología Funcional, INECOL

guillermo.angeles@inecol.mx



Herbert Goetsch, Unsplash

Existen diversas formas de visualizar una superficie, como un objeto, un plano o un trayecto. **Entre más creativo sea uno, más transformaciones encuentra.** Dichas soluciones, en ocasiones, parecen infinitas. Eso parecía cuando se planteó, en el siglo XVIII en la ciudad rusa de Koenigsberg (hoy Kaliningrado) el “acertijo de los siete puentes”. Esa ciudad (Figura 1A) llegó a ser un importante centro económico, cultural e intelectual y es famosa por ser el lugar de nacimiento del filósofo Emamnuel Kant, entre otras personalidades del arte y la cultura. Su perímetro era atravesado por el río Pregel, el cual se bifurca para rodear con sus brazos a la isla Kneiphof, dividiendo el terreno en cuatro regiones distintas. Para unir estas regiones, se construyeron siete puentes, alrededor de los cuales se elaboró este acertijo: ¿Cómo se puede dar un paseo por la ciudad, usando cada puente una sola vez, regresando al punto de origen?.

La mayoría de los habitantes de Koenigsberg no se molestaron en pensar de cuántas maneras diferentes se podrían hacer este recorrido. Solo algunos ciudadanos interesados aventuraron propuestas sin llegar a encontrar la respuesta. Fue hasta que el matemático suizo Leonard Euler (1707-1783), quien vivió en Koenigsberg por un tiempo, demostró la imposibilidad de realizar este recorrido con tal restricción.

¿Cómo llegó a tal respuesta?

Euler, mostró gráficamente los puentes y sus relaciones (Figura 1B y C), de forma que se apreciaba que no había manera de llevar a cabo tal recorrido con esa restricción. Al hacerlo, Euler inventó la Topología o Teoría de las transformaciones, que se definió como un estudio de la geometría donde no importan las distancias, sino las relaciones entre las formas. En la Figura 1C (que en Topología recibe el nombre de "grafo") se representa el problema de manera muy simple: **¿Cómo se puede trazar ese grafo, sin levantar el lápiz y sin repetir un trazo?**

En el grafo, los puntos se llaman vértices y las líneas rectas se llaman aristas. Euler demostró que, para poder entrar por un punto del recorrido y salir por otro distinto, es necesario que tal recorrido cuente con cero a dos vértices con un número impar de aristas. En el gráfico de Euler, que representa el recorrido de los siete puentes, existen 4 vértices, ninguno de ellos con un número par de aristas (cada vértice está conectado a 3 ó 5 aristas); por lo tanto, no es posible hacer tal recorrido.

A partir de lo anterior, podemos proponer la similitud del mapa topológico de Koenigsberg con las nervaduras que se pueden apreciar en una hoja aclarada químicamente (Figura 2 A-D). Dichas nervaduras (las aristas, de acuerdo con la Topología) serían el equivalente al río Pregel, en más de un sentido, porque por ellas circula el agua proveniente de las raíces. Las islas que son rodeadas por las nervaduras son llamadas "areolas" (Figuras 2 B y C) por los anatomistas vegetales. El centro de cada areola es el equivalente a los vértices.

Figura 1C. La representación puede doblarse, remodelarse y deformarse como se necesite, sin cambiar las relaciones entre los nodos (tierra) y las conexiones (puentes).



Figura 1A. Mapa de la antigua ciudad de Königsberg con los siete puentes sobrepuestos para facilitar su ubicación. Dominio público.

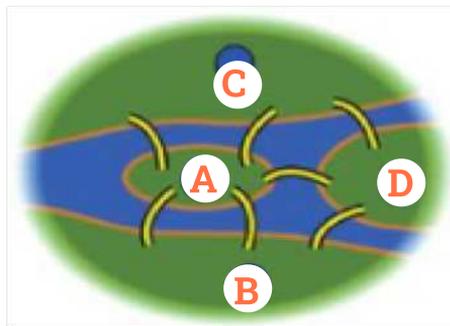
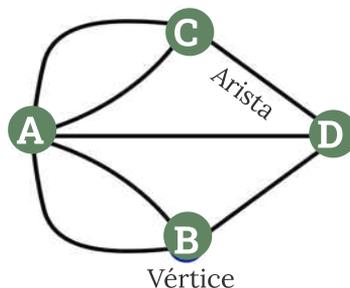


Figura 1B. Euler representó cada pedazo de tierra como un nodo abstracto y cada uno de los siete puentes como una conexión también abstracta.



En este caso, las islas están formadas por los tejidos de almacenamiento y fotosintéticos. **La distribución de estas islas en todas las hojas garantiza una óptima distribución del agua, desde la vena media hasta los márgenes de las hojas.** El diámetro de las venas va disminuyendo a medida que se alejan de la vena media. Al final de las nervaduras, las vénulas (como se llama a las venas más pequeñas, Figura 1 D), llevan el agua al mesófilo, como se denomina a las células vivas donde se lleva a cabo la fotosíntesis y se acumula almidón y algunos pigmentos.

Los taxónomos han descrito los diversos patrones de nervaduras encontrados en la naturaleza y han encontrado que son de mucha utilidad pues algunos son muy característicos de ciertos grupos. Por ejemplo, las nervaduras paralelas de las hojas de monocotiledóneas (pastos y palmas, entre otras) les dan un patrón característico, que las distingue de las hojas de dicotiledóneas.

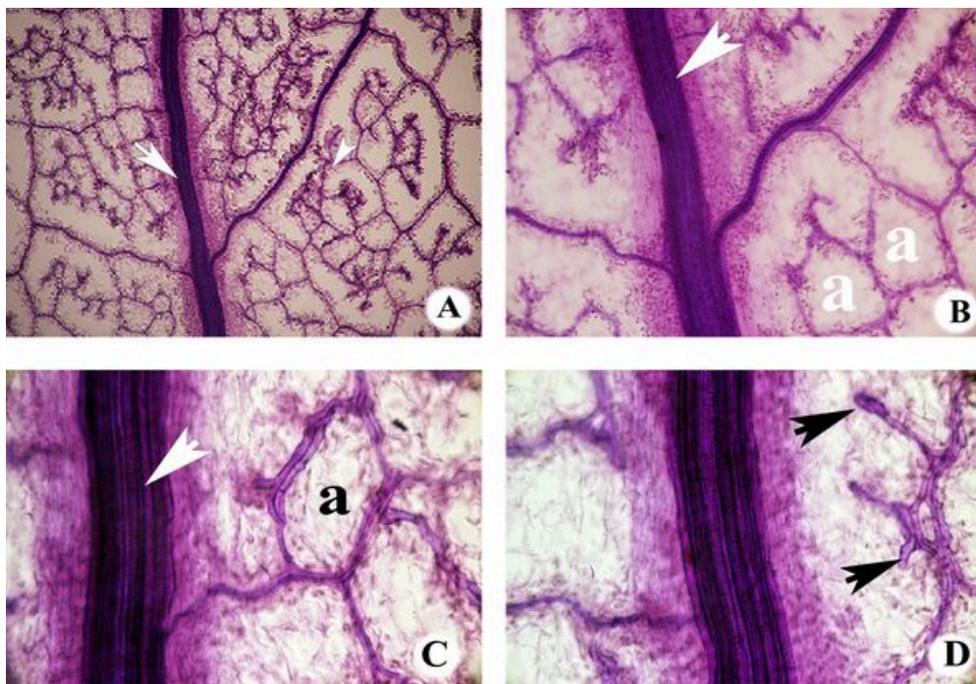


Figura 2. Venación de una hoja de *Lupinus montanus*. A. Vena media (flecha central) y venas laterales (punta de flecha). B. Vena central (flecha) y areola (a). C. Vena media (flecha) y areola (a) delimitada por un grupo de venas formando un hexágono. Fig. 2 D. Terminaciones de vena (flechas), por donde sale el agua hacia el mesófilo y a las cámaras subestomáticas (no visibles en estas imágenes).

La topología se puede aplicar al análisis de los patrones de nervaduras y areolas foliares. **Las nervaduras de las hojas se forman desde muy temprano en su desarrollo, por lo que las nervaduras de las hojas jóvenes muestran el mismo patrón que las hojas maduras.**

Durante su crecimiento y expansión, las nervaduras se hacen más largas, pero no cambia su grosor ni aumenta su número, y dentro de una misma hoja (a la derecha o a la izquierda de la nervadura central), se repite el mismo patrón. Esta peculiaridad de los tejidos foliares permite que sean analizados topológicamente y se puedan expresar con fórmulas matemáticas. Estas fórmulas pueden tener aplicación práctica. Por ejemplo, pueden auxiliar a los paleobotánicos, a los inspectores forenses, o a los ecólogos, a identificar especies vegetales con tan solo fragmentos de hoja, siempre y cuando se puedan obtener unas cuantas areolas y venas en la muestra.



Fotografía: Jovana Askrabic, Unsplash

Para saber más:

Problema de los puentes de Königsberg. [Click aquí.](#)

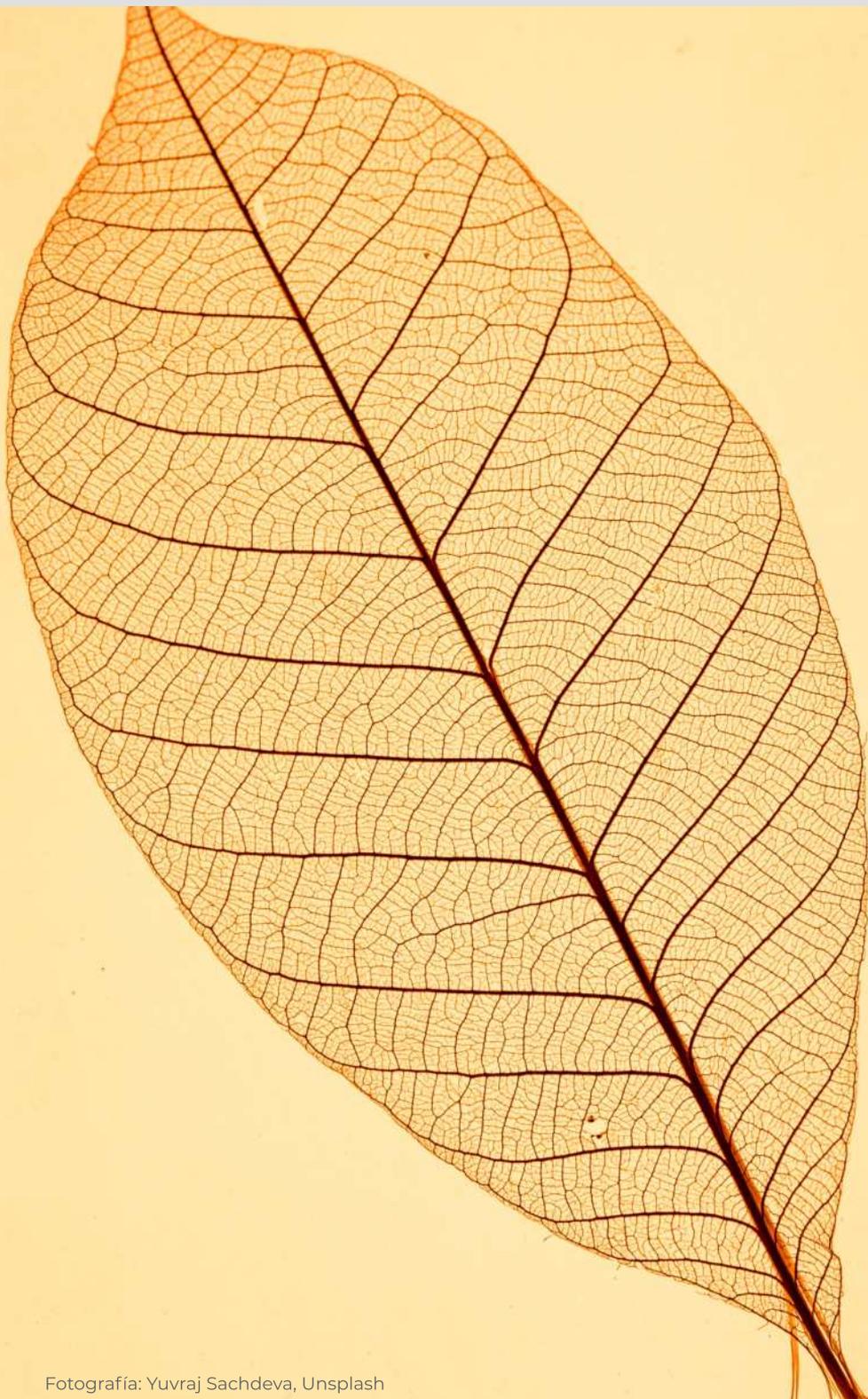
Wolfram Math World. [Click aquí.](#)

Topological Phenotypes Constitute a New Dimension in the Phenotypic Space of Leaf Venation Networks. [Click aquí.](#)

Axial anatomy of the leaf midrib provides new insights into the hydraulic architecture and cavitation patterns of *Acer pseudoplatanus* leaves. [Click aquí.](#)

On the interaction of biological and mechanical factors in leaf vein formation. [Click aquí.](#)

Network study of plant leaf topological pattern and mechanical property and its application. [Click aquí.](#)



Fotografía: Yuvraj Sachdeva, Unsplash

EL CULTIVO DE TEJIDOS VEGETALES UNA PODEROSA HERRAMIENTA PARA LA PROPAGACIÓN DE PLANTAS

Carol Alexis Olivares-García

Red de Manejo Biotecnológico de Recursos, INECOL

José Luis Lorenzo-Manzanarez

Red de Manejo Biotecnológico de Recursos, INECOL

Carolina Peña-Montes

Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos
Instituto Tecnológico de Veracruz

Eliel Ruíz-May

Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos
Instituto Tecnológico de Veracruz

Martín Mata-Rosas

Red de Manejo Biotecnológico de Recursos, INECOL

caro_aol@hotmail.com

Fotografía: Annie Spratt, Unsplash

El cultivo de tejidos vegetales (CTV) es un conjunto de técnicas basadas en el uso de partes aisladas de plantas (explantes) que son mantenidas en condiciones nutricionales y ambientales controladas. El CTV se fundamenta en el principio de la “totipotencialidad celular”, es decir:

Cualquier célula de una planta posee la capacidad para desarrollar una nueva planta por medio de la división celular y la reprogramación genética.

Existen varias vías de regeneración utilizando las técnicas de CTV, destacando la organogénesis directa y embriogénesis somática (Fig. 1).

La organogénesis directa es la formación de órganos vegetales, principalmente tallos y raíces a partir de un explante, con la finalidad de formar plantas completas. Se considera organogénesis directa si el brote organogénico se obtiene directamente de los explantes, e indirecta si existe una fase intermedia de callo previa a la formación del brote. La embriogénesis somática es un proceso que forma embriones a partir de células somáticas vegetales (células con la capacidad de desarrollar raíz y brote, similares fisiológicamente a un embrión). Estos embriones poseen al igual que los embriones cigóticos, una estructura capaz de dar lugar al desarrollo de tallo y raíz.

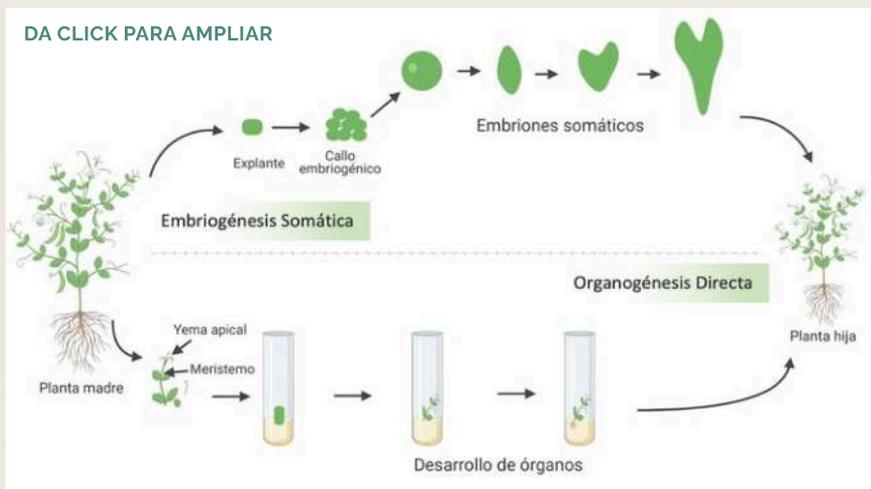


Figura 1: Regeneración de plantas mediante cultivo de tejidos vegetales vía embriogénesis somática y organogénesis directa. Elaboración propia.

Actualmente el CTV se aplica en la propagación de plantas a gran escala (ej. el caso del café), en investigación aplicada a fisiología vegetal para conocer los componentes y funciones de una planta y mejorar su productividad, en la preservación de especies en peligro de extinción debido a las altas tasas de multiplicación que se obtienen, obtención de sustancias de interés farmacéutico provenientes de plantas, conservación de germoplasma mediante la generación de semillas sintéticas, entre otras más. En el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales (LCTV) del INECOL, empleamos técnicas de CTV para establecer protocolos eficientes de regeneración que contribuyan a la propagación, conservación y uso sustentable de la flora de la región con preferencia a especies endémicas, en peligro de extinción, con problemas de propagación y con algún uso potencial (medicinal, alimenticio, ornamental, etc.).



Fotografía: danramirez, Pixabay

El caso exitoso de las orquídeas mexicanas

Las orquídeas son uno de los recursos florísticos con mayor riqueza de especies, elevado valor cultural y económico en México. Sin embargo, las orquídeas afrontan problemas de disminución de sus poblaciones naturales, por efectos del cambio climático, combinados con el mal manejo de sus hábitats, sobrecolecta de sus poblaciones, comercio ilegal, etc. Por todo lo anterior, ha sido del interés del LCTV desarrollar protocolos de micropropagación para la conservación y uso sustentable de las especies. Hasta el momento se han logrado propagar con éxito los siguientes géneros de orquídeas: *Acineta*, *Cattleya*, *Encyclia*, *Lealia*, *Prostechea*, *Rhynchostele*, *Stanhopea*, *Vanilla* (Fig.2), entre otras.



Figura 2: Plántulas de *Vanilla planifolia* in vitro. Fotografía de los autores



Figura 3: Plántula de *Magnolia dealbata*. Fotografía de los autores

Una planta de importancia medicinal.

La magnolia (*Magnolia dealbata* Zucc.), es una planta endémica de México con uso ornamental y medicinal, se sabe que posee compuestos ansiolíticos y anticancerígenos como el Honokiol y Magnolol. Desafortunadamente la planta se encuentra amenazada como resultado de la degradación forestal, la extensión agrícola y la urbanización. Dado el potencial farmacológico y sociocultural de *M. dealbata* (Fig.3), hemos logrado establecer protocolos vía embriogénesis somática y organogénesis, con altas tasas de multiplicación de plantas.

Cactus en peligro de extinción.

Las cactáceas al ser una de las familias representativas de México, albergan alrededor de 850 especies, de las cuales 85% son endémicas. En este grupo de plantas destaca el género *Mammillaria* con alrededor de 163 especies, de las cuales 90% son endémicas para México. Lamentablemente, un gran número de ellas se encuentran amenazadas debido a las perturbaciones ambientales y las actividades antropogénicas. En el LCTV hemos determinado las condiciones para la propagación in vitro de algunas cactáceas a partir de secciones de plántulas, como en el caso de *Mammillaria hernandezii*, *M. dixanthocentron*, *M. lanata*, *M. bertholdii* y *Astrophytum asterias* (Fig.4).



Fig. 4 Plántulas de la cactácea *Astrophytum asterias*. Fotografía de los autores.

Aguacate: el reto actual

México es el primer productor a nivel mundial de aguacate (*Persea americana* Mill.) variedad "Hass". En los últimos 40 años, diversos grupos de investigación han realizado numerosos esfuerzos para incrementar la producción del aguacate usando enfoques biotecnológicos. La embriogénesis somática es la herramienta más prometedora para su propagación in vitro. Sin embargo, la tasa de formación de plantas ha sido muy baja (5-11%), debido a malformaciones de los embriones somáticos. Por esta razón, en nuestro grupo de investigación estamos trabajando en generar protocolos que permitan incrementar los porcentajes de formación de plantas. Actualmente, en el proyecto FORDECYT 80084, hemos logrado el establecimiento y crecimiento continuo de los cultivos embriogénicos de aguacate, el cual nos permitirá realizar diversos experimentos que nos ayuden a solventar la problemática de la pobre formación de plantas. Para profundizar en el conocimiento del cultivo, estamos realizando análisis moleculares para tratar de comprender los procesos que limitan el desarrollo de los embriones. Lo anterior nos permitirá plantear nuevos enfoques biotecnológicos para mantener la conservación y producción del aguacate en México.

Para saber más:

Morales-Rubio ME, Espinosa-Leal C, Garza-Padrón C. 2016. Cultivo de tejidos vegetales y su aplicación en productos naturales. En: Rivas-Morales C, Oranday-Cárdenas MA, Verde-Star MJ (edes.) Investigación en plantas de importancia médica. OmniaScience, Barcelona. [Click aquí](#)

Induction of Somatic Embryogenesis and Evaluation of Genetic Stability in Regenerated Plants of *Magnolia Dealbata*. *Biologia plantarum* 64(1): 224–33, 2020.

In Vitro Propagation of Endangered *Mammillaria* Genus (Cactaceae) Species and Genetic Stability Assessment Using SSR Markers. *In Vitro Cellular and Developmental Biology - Plant* 54(5): 518–29, 2018.

VENADO COLA BLANCA Y OTRA FAUNA EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA TEHUACÁN-CUICATLÁN: GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO PARA SU CONSERVACIÓN Y USO SUSTENTABLE

Salvador Mandujano

Red de Biología y Conservación de Vertebrados, INECOL

salvador.mandujano@inecol.mx

Fotografía p. 27 y 28: Aenic Visuals, Unsplash



Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán

La Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC) de la CONAP es una región que se ha considerado como Patrimonio Mundial. Se localiza en el extremo sureste del estado de Puebla y noreste de Oaxaca. Es una de las regiones del continente americano donde se han encontrado vestigios humanos de 7,000 años antes de nuestra era que corresponden a la domesticación del maíz y principio del sedentarismo, lo que da inicio al desarrollo cultural y establecimiento de civilizaciones. La región de Tehuacán-Cuicatlán contiene cerca del 10% de la flora de México y más de 400 especies de vertebrados. Particularmente, se han registrado 131 especies de mamíferos, agrupados en 9 órdenes y 24 familias, siendo el grupo de los murciélagos el mejor representado.

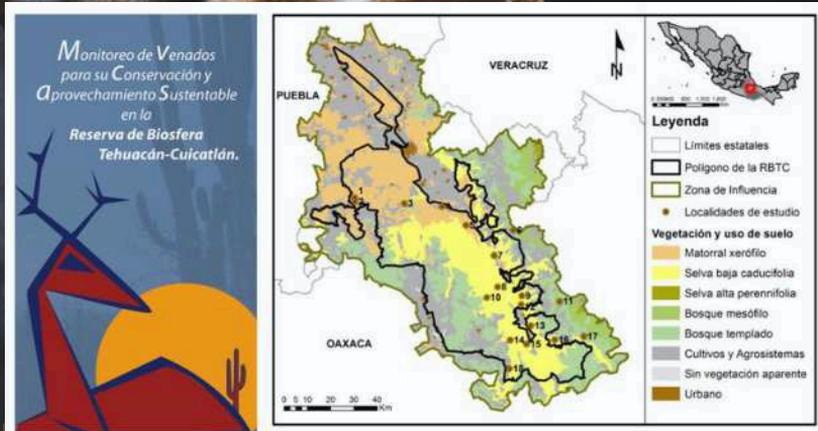


Imagen que identifica al proyecto y mapa de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán., indicando los tipos de vegetación presentes y las localidades de estudio. Imagen brindada por el autor.

Click aquí para ampliar imagen

[CLICK AQUÍ PARA AMPLIAR IMAGEN](#)



Vistas panorámicas de varios paisajes de la región la Cañada dominada por cactáceas columnares y selva baja seca, en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Fotografías: Carlos Yáñez-Arenas.

[CLICK AQUÍ PARA AMPLIAR IMAGEN](#)



Ejemplo de las reuniones en asambleas, talleres y otras actividades realizadas en las comunidades humanas locales. Composición del autor.

Trabajo con las comunidades humanas

El desarrollo de este proyecto implicó mucho trabajo e interacción con las comunidades humanas locales. En particular, para conocer y evaluar los problemas de los pobladores por el uso y manejo de los recursos naturales, se realizaron reuniones en asambleas y talleres con las comunidades. La idea fundamental es que los resultados de los estudios puedan coadyuvar en la protección y eventual uso sustentable de recursos.

CLICK AQUÍ PARA AMPLIAR IMAGEN



Ejemplo de evidencias de la presencia del venado en el área de estudio, y métodos de registro y muestreo utilizados en el campo. Collage brindado por el autor.

Diferentes métodos de muestreo y de análisis

Empleamos diferentes técnicas de muestreo en campo para obtener información sobre los venados para estimar el tamaño o densidad de la población, la proporción de sexos y categorías de edad, uso del hábitat, ciclos de actividad y otros aspectos biológicos. Los métodos empleados incluyeron el conteo de rastros principalmente excretas, el uso de cámaras-trampa las cuales son dispositivo para obtener o capturar fotografías. También colaboramos con muchos pobladores de la zona que tienen un profundo conocimiento sobre la fauna local.

La colaboración con ellos nos ha permitido obtener más datos sobre la fauna. También hemos empleado varias técnicas utilizadas en laboratorio para conocer las plantas que consumen los venados, los parásitos presentes en esta especie y las cabras, y para otro tipo de análisis.

El actor principal del estudio: el venado cola blanca

En la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán el venado cola blanca tiene una amplia distribución. Se ha estimado que se encuentra en el 90% de las casi 500 mil hectáreas que abarca la reserva. Aquí, el venado cola blanca convive con el pecarí de collar (*Pecari tajacu*) y el venado temazate (*Mazama temama*), además, con especies domésticas como caprinos, bovinos y equinos. El venado cola blanca es cazado principalmente por depredadores naturales como el puma (*Felis concolor*), y ocasionalmente por el coyote (*Canis latrans*) y el gato montés (*Lynx rufus*).

CLICK AQUÍ PARA AMPLIAR IMAGEN



En la primera foto se muestra un macho adulto con astas cubiertas aún por terciopelo como parte de su ciclo fonológico anual. En la segunda se captó a un cervatillo de 1 o 2 meses junto a su madre. Abajo a la izquierda, se observan dos murciélagos en el lomo de una venada. En la última se presentan venados visitando bebederos donde se les provee de agua durante la época de sequías, principalmente entre enero y junio. Collage brindado por el autor.

UMA extensiva

La comunidad San Gabriel Casa Blanca ubicada en el municipio de San Antonio Nanahuatipam, en el estado de Oaxaca dentro de la región de la Cañada en el estado de Oaxaca. En este sitio se han realizado actividades de protección de los venados desde hace varios años, lo cual ha beneficiado a estos animales y su hábitat. Por lo tanto, desde 2010 se inició el estudio para la evaluación de la factibilidad de aprovechamiento sustentable del venado cola blanca mediante el esquema de Unidades para la Conservación, Manejo y Sustentabilidad de la Vida Silvestre (UMA). A través de este proyecto se ha contribuido en el monitoreo de la población de venados y de otras especies, realizando muestreos anuales durante 10 años.



Riqueza y diversidad de mamíferos y aves en la RBTC

A partir del muestreo con cámaras-trampa hemos capturado miles de fotos de 17 especies de mamíferos silvestre y 5 de mamíferos domésticos. Esto ha permitido analizar los patrones de riqueza y diversidad, los patrones de actividad diarios y cambios estacionales. Con esta información también hemos podido analizar el posible impacto que tienen los animales domésticos sobre la diversidad, y hemos observado interacciones muy interesantes entre la zorra gris y el zorrillo manchado. Se ha detectado la visita de algunas especies para consumir frutos de los chupandillos, hemos hecho estimaciones del tamaño de las poblaciones del gato montés. También se ha detectado la coocurrencia de zorra, gatos montés y conejos, entre algunos temas.

CLICK AQUÍ PARA AMPLIAR IMAGEN



Algunas de las especies de mamíferos registrados en las cámaras trampa: coyote (a), zorrillo cadeno (b), tigrillo (c), venado cola blanca (d), venado temazate (e), puma (f), pecari de collar (g), jaguarundi (h) y gato montés (i). Collage brindado por el autor

Agradecimientos

Muchos estudiantes, voluntarios, gente de las localidades, técnicos de la Red, y otras personas han participado en el trabajo de campo, laboratorio, aula y otras actividades, a todos les agradezco su colaboración. Los estudios han estado financiados principalmente a través de dos proyectos de ciencia básica del CONACYT: CB-2009-01-130702 y CB-2015-01-256549. Además de otros apoyos de programas como el Procodes, COINBIO, y del Consejo de Recursos Naturales La Cañada.

CLICK AQUÍ PARA AMPLIAR IMAGEN



Durante el proyecto han participado muchos estudiantes para realizar sus trabajos de tesis, servicios sociales, y estancias; además los pobladores locales han participado activamente durante todos los muestreos en campo. Collage brindado por el autor.

Para saber más

Si quieres conocer más acerca del proyecto y los métodos para monitorear a los venados, te sugiero consultar los siguientes vínculos:

· Sobre venados, astas y pezuñas. [Click aquí.](#)

· Monitoreo de venados en la RBTC. [Click aquí.](#)

· Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán: un lugar increíble para la conservación de mamíferos. [Click aquí.](#)

· Venado Cola Blanca en Oaxaca: Potencial, Conservación, Manejo y Monitores. [Click aquí.](#)

· Fototrampeo en R: Organización y Análisis de Datos. Volumen I. [Click aquí.](#)

PROYECTO AGUHA: AGUACATE, HERBÁCEAS Y ABEJAS NATIVAS

CARLOS A. CULTID-MEDINA*

Cátedra-CONACyT,
Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano,
INECOL.

PAOLA A. GONZÁLEZ-VANEGAS

Red de Ecología Funcional, INECOL

BRENDA Y. BEDOLLA-GARCÍA

Secretaria técnica, Centro Regional del Bajío, INECOL.

EQUIPO AGUHA

Estudiantes e investigadores asociados:

Javier Acosta**

Daniel Rojas**

Daniel Madrigal**

Xally Martínez**

**Fac. Agrobiología, UMSNH

Gabriel Sanchez-Ken,

INECOL.

*carlos.cultid@inecol.mx

El aguacate es uno de los productos agrícolas más importantes de México. En el 2020, el país exportó cerca de 1,2 millones de toneladas de este fruto, lo cual cubrió principalmente, la creciente demanda del mercado en USA. Pero, este incremento de la demanda puede significar una fuerte presión sobre los recursos naturales del país. Por lo cual, ante la acelerada expansión de la frontera agrícola aguacatera en México, diferentes sectores de la sociedad (civil, académico y productivo) estamos trabajando para conciliar nuestras necesidades de aprovechar y conservar el recurso natural.



Fotografía: D. L. Samuels, Unsplash



[CLICK AQUÍ PARA AMPLIAR IMAGEN](#)

Figura 1: Características biológicas que diferencian a las abejas nativas (o silvestres) de la abeja de la miel (*Apis mellifera*). Recordemos que la abeja de la miel no es una especie nativa de las Américas. *Apis mellifera* fue introducida por los españoles durante la conquista.

Entre los puntos claves de investigación para garantizar la producción sustentable de las huertas de aguacate se cuentan:

- i) Entender el impacto de las huertas de aguacate sobre la diversidad de insectos polinizadores;
- ii) conocer la dependencia de la producción del aguacate a la polinización mediada por los insectos, y
- iii) comprender cómo la diversidad vegetal nativa (como herbáceas) contribuye a mantener la polinización en las huertas. Aunque la introducida abeja de la miel (*Apis mellifera L.*) es la especie más conocida y empleada para la polinización en huertas de aguacate (Figura 1), sabemos que la polinización y la producción de estos cultivos dependen también de una amplia variedad de insectos nativos, en particular algunos grupos de moscas y las abejas silvestres.



Fotografía: equipo AGUHA

Desde el 2019, en el Centro Regional del Bajío del Instituto de Ecología A.C. (INECOL), estamos ejecutando el proyecto de investigación "Aguacate, Herbáceas y Abejas nativas en paisajes del noreste de Michoacán" (2019 – 2022). Al corto plazo, el objetivo es documentar la diversidad de abejas silvestres y de plantas herbáceas presentes en huertas de aguacate ubicados a lo largo de la franja agrícola del noreste de Michoacán, entre los municipios de Salvador Escalante, Tingambato y Uruapan.

Así, trabajamos en huertas adyacentes a grandes áreas de bosques nativos y zonas donde las huertas se alternan con cultivos de maíz, pastizales y fragmentos de bosque nativo. **En este proyecto colaboran varios estudiantes para evaluar el estado de las comunidades de abejas silvestres asociadas a las huertas de aguacate según el manejo agrícola, la interacción herbáceas – abejas silvestres** (dentro y alrededor de las huertas), y el papel de las áreas nativas que persisten alrededor de las huertas de aguacate.

¿Qué hemos aprendido?

Contrario a la percepción general, **algunas huertas de aguacate en el paisaje agrícola del municipio de Uruapan pueden albergar una rica comunidad de abejas silvestres.** Por ejemplo, entre julio y noviembre de 2019, en dos huertas contiguas (La Alberca y San José; ~1830 m s.n.m.) ubicadas en la localidad de Torea Alto, se registraron 20 géneros de abejas silvestres distribuidos en tres familias (Figura 2): la de los abejorros o jicotes (*Apidae*), abejitas del sudor (*Halictidae*) y abejas cortadoras de hojas (*Megachilidae*). Estos primeros resultados son llamativos debido a que en otros ecosistemas mexicanos con menor grado de intervención, la riqueza local de abejas silvestres fluctúa entre 15 y 32 géneros.

CLICK AQUÍ PARA AMPLIAR IMAGEN



Figura 2 - Algunas de las especies de abejas nativas observadas dentro de las huertas de aguacate en dos paisajes agrícolas del noreste de Michoacán. Para especie de abeja se indican su comportamiento social (eusocial o solitario), si es visitante de herbáceas que están en los bordes de las huertas de aguacate, si han sido observadas visitando flores de aguacate y el tamaño corporal (pequeño o grande). En fotografías: 1. *Partamona bilineata*; 2. *Plebeia cf. frontalis*; 3. *Xylocopa tabaniformis*; 4. *Xylocopa (Schonnherria) sp.*; 5. *Bombus pensylvanicus*; 6. *Euglossa viridissima*; 7. *Agapostemon texanus*; 8. *Eulaema polychroma*; 9. *Peponapis pruinosa*. De 1 a 5: proyecto AGUHA; 6, 8 y 9: Paola A. González Vanegas. 7: La4Bonte, Creative Commons.

Es decir, que **las huertas evaluadas presentan un nivel intermedio de riqueza de abejas silvestres**. Aunque, el trabajo de determinación taxonómica a nivel de especie sigue en proceso, se estima que en la zona de estudio viven cerca de 35 especies, de las cuales se destacan: dos especies de abejas sin aguijón (*Partamona bilineata* y *Plebeia cf. frontalis*), una especie de abejorro (*Bombus pensylvanicus*) y dos especies de abejas carpinteras (*Xylocopa tabaniformis* y *Xylocopa (Schonnherria) sp.*). En el paisaje agrícola de Santa Clara del Cobre (~2200 m s.n.m.) hemos identificado 10 géneros y al menos 15 especies de abejas silvestres de las mismas familias reportadas en Uruapan. De las especies colectadas se destacan (Figura 2): dos de abejas de las orquídeas (*Euglossa viridissima* y *Eulaema polychroma*), las abejas de las calabazas (*Peponapis pruinosa*) y las abejas del sudor (*Agapostemon texanus*)



Especie de abeja: *Lasiglossum pharum*; Fotografía: Víctor Reyes 2019

La relativamente alta riqueza de abejas silvestre reportada se debe, en gran medida, a la presencia de herbáceas dentro y en los bordes de las huertas de aguacate, además de la cercanía a parches de bosque nativo. Por ejemplo, en las huertas en Toreo El Alto, se han identificado hasta el momento cerca de 60 especies de herbáceas distribuidas en 36 familias. Entre estas se destacan (Figura 3): plantas dentro de la familia del mozote (*Asteraceae*), de las salvias o chía (*Lamiceae*), del frijol (leguminosas), de los tomates (*Solanaceae*) y helechos (8 familias, 17 especies).

Las asteráceas, lamiadas y solanáceas, ofrecen abundantes recursos florales a las abejas (silvestres y de la miel) durante los periodos previos a la floración del aguacate (ej. entre julio y octubre). Por otro lado, las leguminosas contribuyen a la fertilidad de los suelos y los helechos pueden ser críticos para la retención y regulación de la humedad dentro de las huertas. Por otro lado, el crecimiento de las herbáceas entre los corredores de las huertas evita la erosión del suelo.

CLICK AQUÍ PARA AMPLIAR IMAGEN

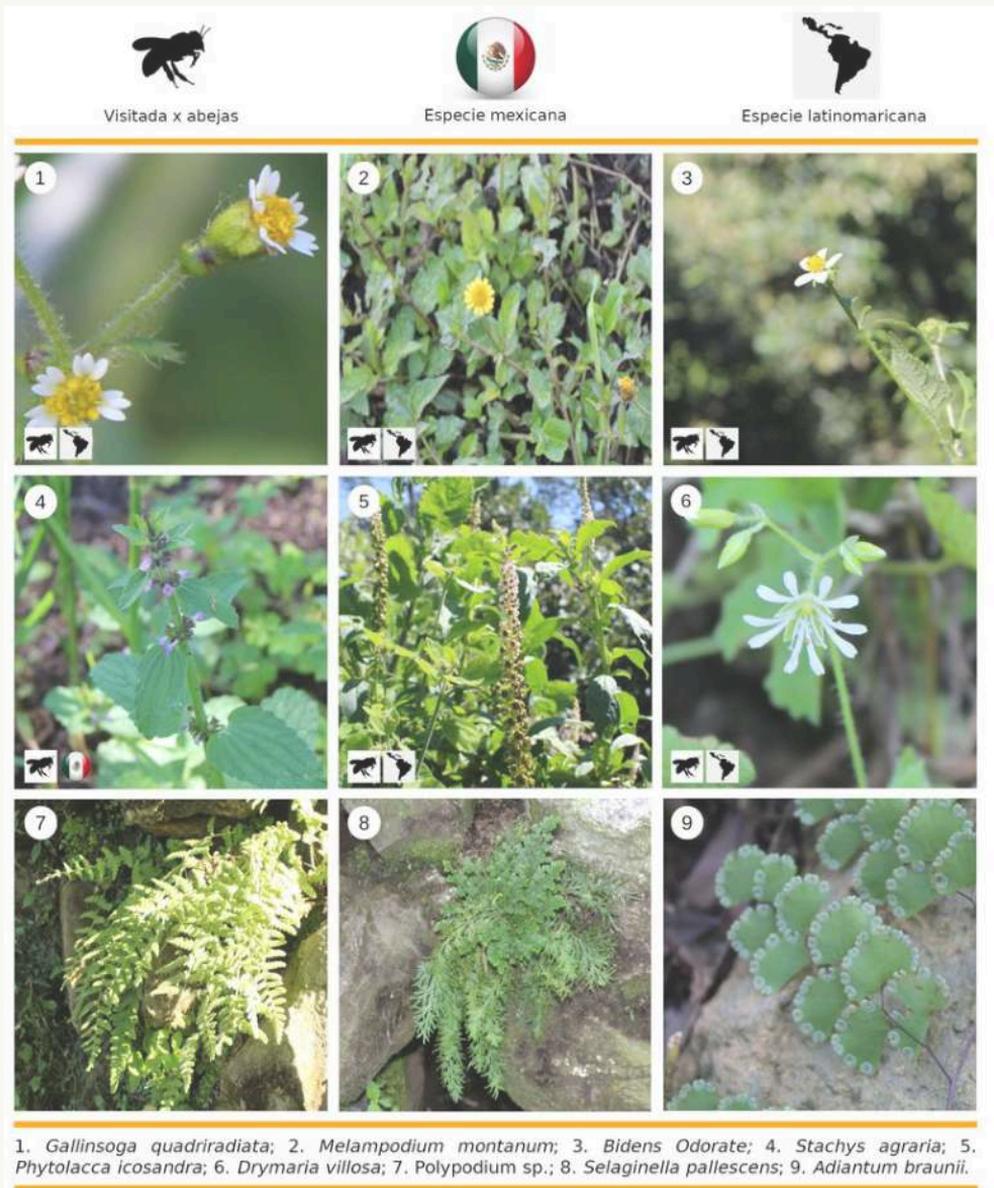


Figura 3 - Algunas de las especies de herbáceas (incluyendo helechos) observadas dentro de las huertas de aguacate en dos paisajes agrícolas del noreste de Michoacán. Para especie de planta se indican si es visitada por abejas (en general) y su distribución geográfica. En fotografías: 1. *Gallinsoga quadriradiata*; 2. *Melampodium montanum*; 3. *Bidens Odorate*; 4. *Stachys agraria*; 5. *Phytolacca icosandra*; 6. *Drymaria villosa*; 7. *Polypodium* sp.; 8. *Selaginella pallescens*; 9. *Adiantum braunii*. Fotografías: proyecto AGUHA

Conclusiones y perspectivas

- 1) Los paisajes agrícolas aguacateros del noreste de Michoacán aún no han alcanzado un umbral ambiental de "no retorno" para poder conservar la diversidad de insectos polinizadores como las abejas silvestres.
- 2) Debemos reconocer y entender mejor el papel de las herbáceas para mantener la diversidad local de abejas silvestres.
- 3) Debemos emprender más estudios para conocer el aporte de las abejas silvestres a la polinización y producción de las huertas de aguacate en México, este tema aún cuenta con poca información a escala global.
- 4) Conocer el papel que juega la vegetación nativa que rodea las huertas versus las herbáceas que están dentro y en las inmediaciones de las huertas en el mantenimiento de la fauna de polinizadores.

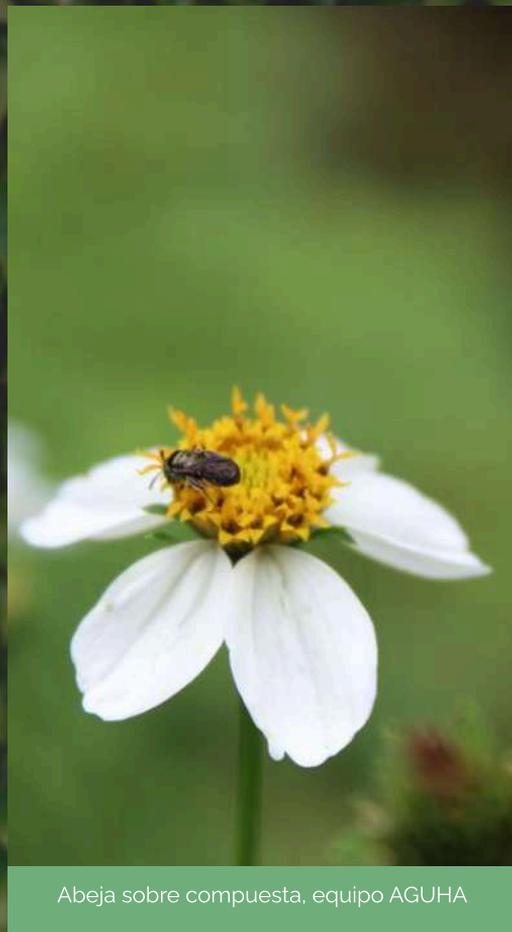


Colecta en huertas, separación de muestras y muestreo de herbáceas. Equipo AGUHA

El desarrollo de este proyecto nos ha permitido abrir y fortalecer canales de comunicación con diferentes sectores de la comunidad, como aguacateros, asociaciones civiles (APEAM) e investigadores nacionales (Grupo de abejas de ECOSUR). Así, esperamos poder contribuir con nuestro grano de arena para caminar hacia el diseño y manejo de paisajes agrícolas sustentables en una de las regiones económicas y biológicas más importantes del país, el Centro-Occidente de México.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo en campo y laboratorio de José Juárez, Valentín Torres, Nayeli Cazares, Jorge Velázquez y Luis Servín (Facultad de Agrobiología, UMSNH, Uruapan). Philippe Sagot y Jorge Merida (ECOSUR) ayudaron en la determinación de las abejas silvestres. Se agradece el apoyo y la confianza de los aguacateros de la huerta San José, la Alberca y de la estación Biológica Vasco de Quiroga de la UMSNH, así como al ejido El Plan, en el Santa Claro de Cobre por su apoyo en campo y permiso de acceso, y a los Drs. Hamilton Oliveira y Rafael Elvira (APEAM) para el contacto de las huertas. La primera fase de este proyecto ha sido financiada por recursos fiscales (Instituto de Ecología A.C.) y la beca del SNI (CONACYT) del Dr. Cultid-Medina y de la Dra. Bedolla-García.



Abeja sobre compuesta, equipo AGUHA

Para saber más

Cápsula Radial Los Polinizadores – Los polinizadores del aguacate.

[Click aquí.](#)

Guía de campo para la identificación de plantas silvestres asociadas al cultivo de aguacate. [Click aquí.](#)

APEAM. Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de Aguacate de México. [Click aquí.](#)

LAS MICROALGAS Y SU FLORECIMIENTO EN AMBIENTES DE AGUA DULCE Y MARINA

Gabriela Vázquez*

Red de Ecología Funcional, INECOL

Carlos F. Rodríguez-Gómez

Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Mérida,
UNAM

Eloy Montero

Posgrado INECOL

*gabriela.vazquez@inecol.mx

Fotografía: Noah Usry, Unsplash

Actualmente, **los ecosistemas de agua dulce y marinos están sometidos a fuertes perturbaciones provocadas por la expansión de la superficie cubierta por zonas agrícolas y urbanas**, que pueden tener como consecuencia el incremento de nutrientes en el agua. Este aumento de nutrientes es parte de un proceso que ocurre en los ecosistemas acuáticos que se conoce como eutrofización, y puede favorecer la acumulación de grandes cantidades de microalgas formando los llamados "florecimientos algales". Las microalgas son organismos tan pequeños que se pueden encontrar por millones en un solo litro de agua.

Cuando los sistemas de agua dulce, como los lagos, tienen muchos nutrientes, puede haber un incremento de diferentes especies de microalgas como las cianobacterias.

Las cianobacterias pueden multiplicarse muchísimo en aguas cálidas, lo cual puede conducir a florecimientos que en esas grandes cantidades forman natas.

La descomposición de las cianobacterias provoca malos olores y disminuye el oxígeno del agua. La calidad del agua se altera afectando su uso, por ejemplo para agua potable, recreación e irrigación de campos de cultivo, entre otros.

Microcystis aeruginosa (Fig. 1) es una de las cianobacterias más importantes a nivel mundial ya que pueden formar florecimientos en lagos y ser potencialmente tóxica. Esta especie es colonial, no fija nitrógeno, como sí lo hacen otras cianobacterias.

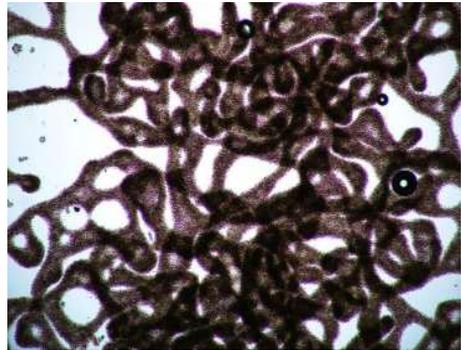


Figura. 1: *Microcystis aeruginosa* en el lago Alberca de Tacámbaro, Michoacán.
Fotografía: Gabriela Vázquez.



En dos lagos de cráteres profundos, el lago Chalchoapan que se localiza en la región de los Tuxtlas, Veracruz y el lago Alberca de Tacámbaro en Michoacán, hemos encontrado a *Microcystis aeruginosa* formando florecimientos. El lago Chalchoapan se encuentra rodeado de terrenos de cultivo de tabaco y se ha caracterizado por presentar altas concentraciones de nutrientes, principalmente fosfatos y nitratos (Fig. 2a).

En el verano, con altas temperaturas del agua (mayores a 30°C) se han detectado florecimientos de *Microcystis aeruginosa*, que han provocado la disminución de la diversidad de otras microalgas. Por otro lado, en el lago Alberca de Tacámbaro (Fig. 2b), que hemos estudiado desde 2009, se ha registrado un cambio en la composición de especies, pasando de una dominancia de algas verdes y diatomeas a la dominancia de diferentes especies de *Microcystis*, incluyendo a *M. aeruginosa*.



Figura 2a) Lago Chalchoapan en la región de los Tuxtlas, Ver. y Figura 2b) Lago Alberca de Tacámbaro, Michoacán. Fotografías: Gabriela Vázquez.

En esos momentos el lago presenta grandes acumulaciones de materia orgánica que forman natas en la superficie (Fig. 3).

Por otra parte, los florecimientos de microalgas en ambientes marinos son fenómenos bien conocidos por la humanidad desde hace siglos, denominados como mareas rojas. El efecto más evidente que pueden provocar es el cambio del color en el agua, desde la intensa tonalidad rojiza que les dio el nombre inicial a estos fenómenos, hasta colores como verde, amarillo o café (Fig. 4).



Las tonalidades en los cambios de color dependerán del pigmento fotosintético del tipo de microalga que ahí se encuentre. **Además, considerando que una marea es el cambio periódico del nivel del mar, podemos decir que las conocidas como mareas rojas, no son mareas como tales.** Por esto el nombre con el que hoy se les conoce a las "mareas rojas" es el de florecimientos algales nocivos, y se pueden definir como una proliferación de una o más especies de microalgas, con efectos nocivos en el ambiente o en los demás organismos.



Figura 3 Acumulaciones de microalgas en el lago Alberca de Tacámbaro.

Fotografía: Gabriela Vázquez.

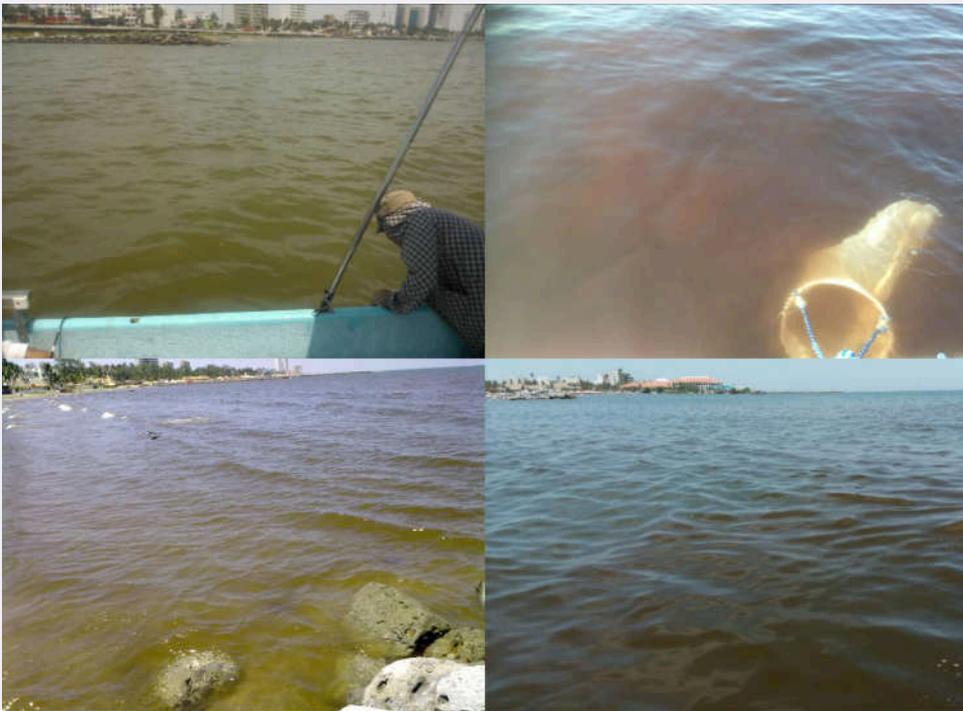


Figura 4. Ejemplos de diferentes tonalidades que se pueden presentar en el agua durante un florecimiento algal nocivo en el mar. Fotografías: Carlos Rodríguez.

Los florecimientos algales nocivos que ocurren en el mar son provocados por diversas especies de microalgas, de las cuales se han reconocido alrededor de 300 especies que pueden ser tóxicas.

Los principales grupos de microalgas que producen estos florecimientos son los dinoflagelados y las diatomeas (Fig. 5). Los primeros son organismos con la capacidad de moverse, aunque sin vencer la velocidad de las corrientes, mientras que los segundos tienen una pared celular rígida hecha de sílice con formas muy bellas y variadas.

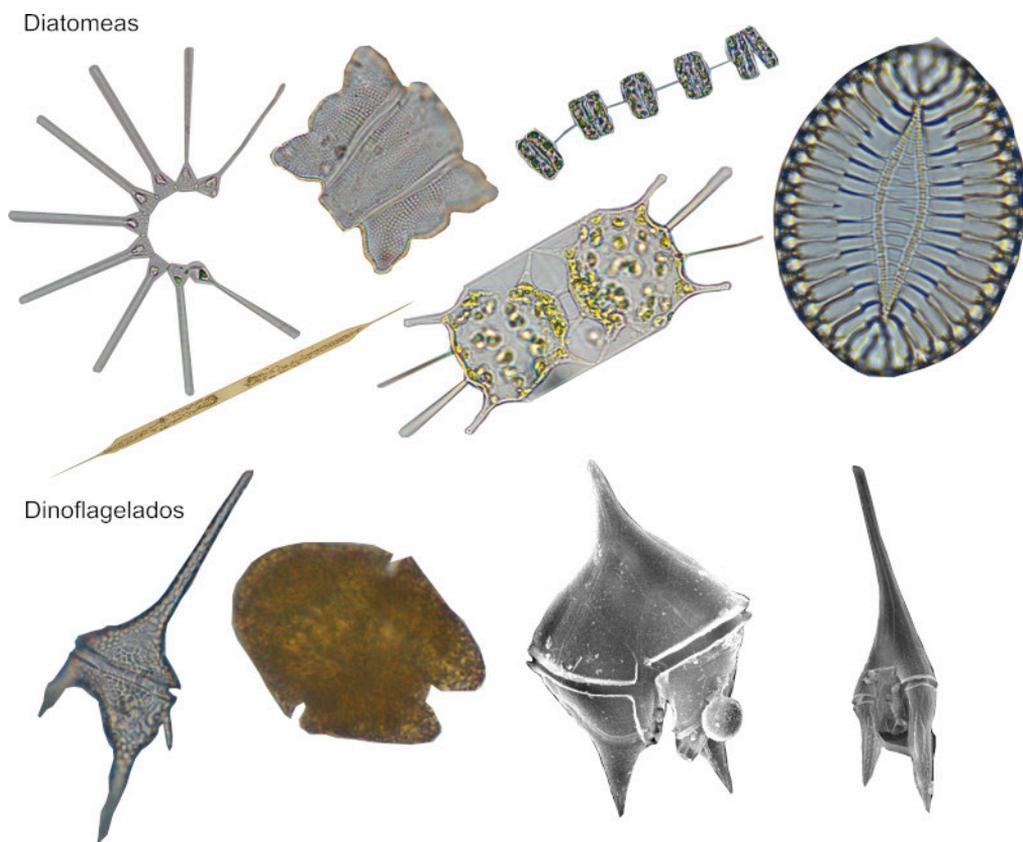


Figura 5. Diatomeas y dinoflagelados formadores de florecimientos en el mar.
Fotografías: Carlos Rodríguez.

Las diatomeas mayormente flotan y pueden ser transportadas gracias a las corrientes.

Los florecimientos algales marinos suelen presentarse cerca de las costas, o incluso en lagunas costeras, aunque también son propias de aguas oceánicas donde se presentan mayores profundidades. En México, se han presentado en aguas del Pacífico, el Golfo de México y el Mar Caribe.

En muchas de las ocasiones están asociados con la muerte de peces debido a la presencia de especies de microalgas tóxicas, lo que ha provocado vedas a escala local o regional, principalmente en el Pacífico mexicano. Entre las especies formadoras de florecimientos algales que hemos registrado en aguas costeras de Veracruz, destacan los dinoflagelados *Dinophysis caudata*, *Prorocentrum* sp. y el más recurrente en la región, *Peridinium quadridentatum* (Fig. 6).

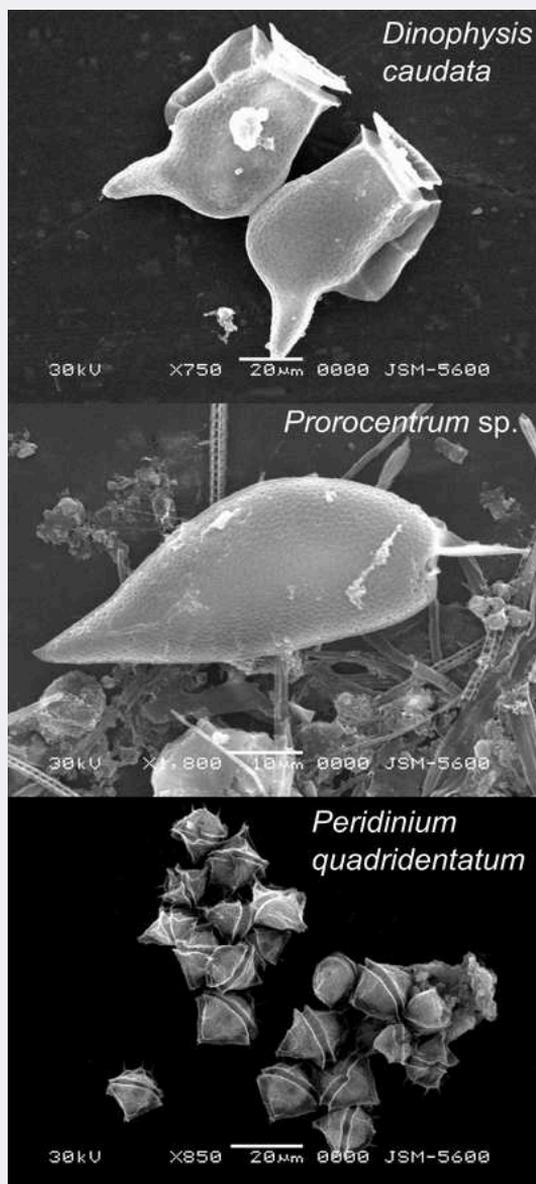


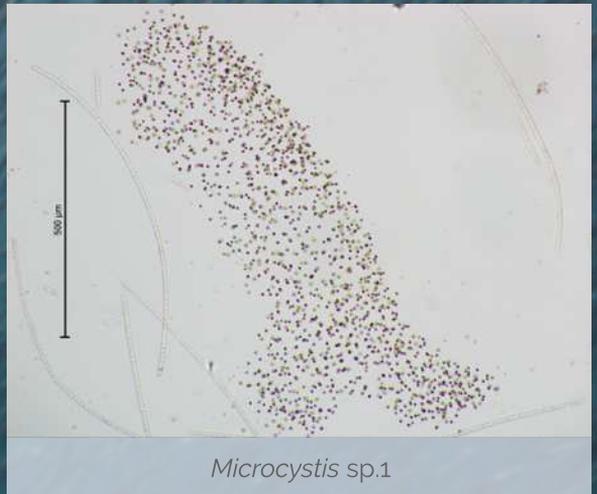
Figura 6. Imágenes tomadas mediante microscopía electrónica de barrido de algunas especies de microalgas formadoras de FAN registradas en aguas costeras de Veracruz. Fotografías: Carlos Rodríguez.

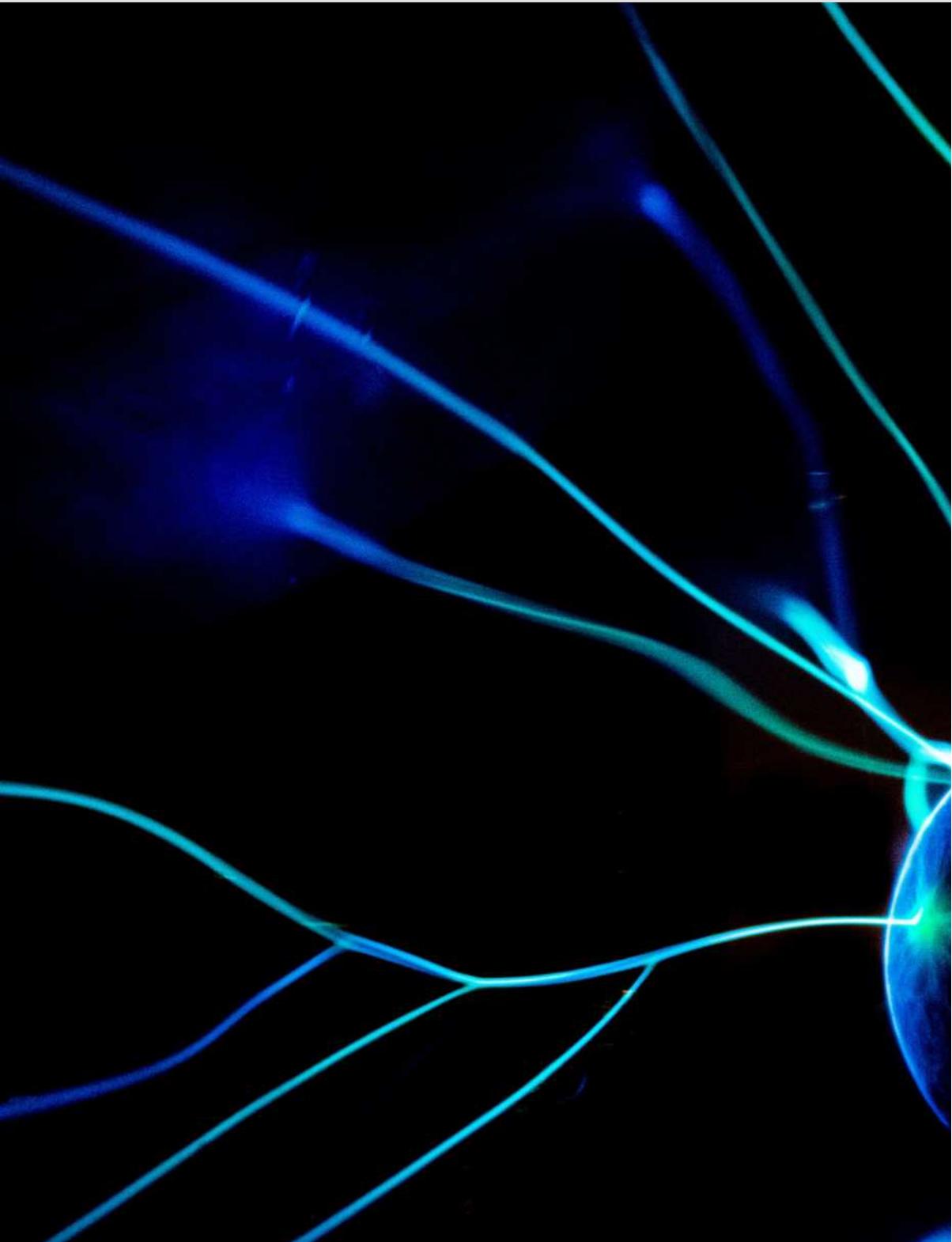
Los florecimientos algales pueden deteriorar la calidad del agua, ya que la alta actividad biológica de una gran cantidad de microalgas abate los niveles de oxígeno, y puede perjudicar a otros organismos marinos como los peces. También pueden tener un carácter tóxico, cuando una o varias especies de microalgas que producen toxinas se concentran en grandes cantidades, y se acumulan en los peces u organismos filtradores (como los ostiones). Si estos peces son consumidos por los humanos, se pueden presentar síntomas de intoxicaciones que afectan la salud. Las intoxicaciones provocadas en los humanos debido a la ingesta de peces contaminados pueden ocasionar problemas diarreicos, paralizantes, amnésicos o neurotóxicos.

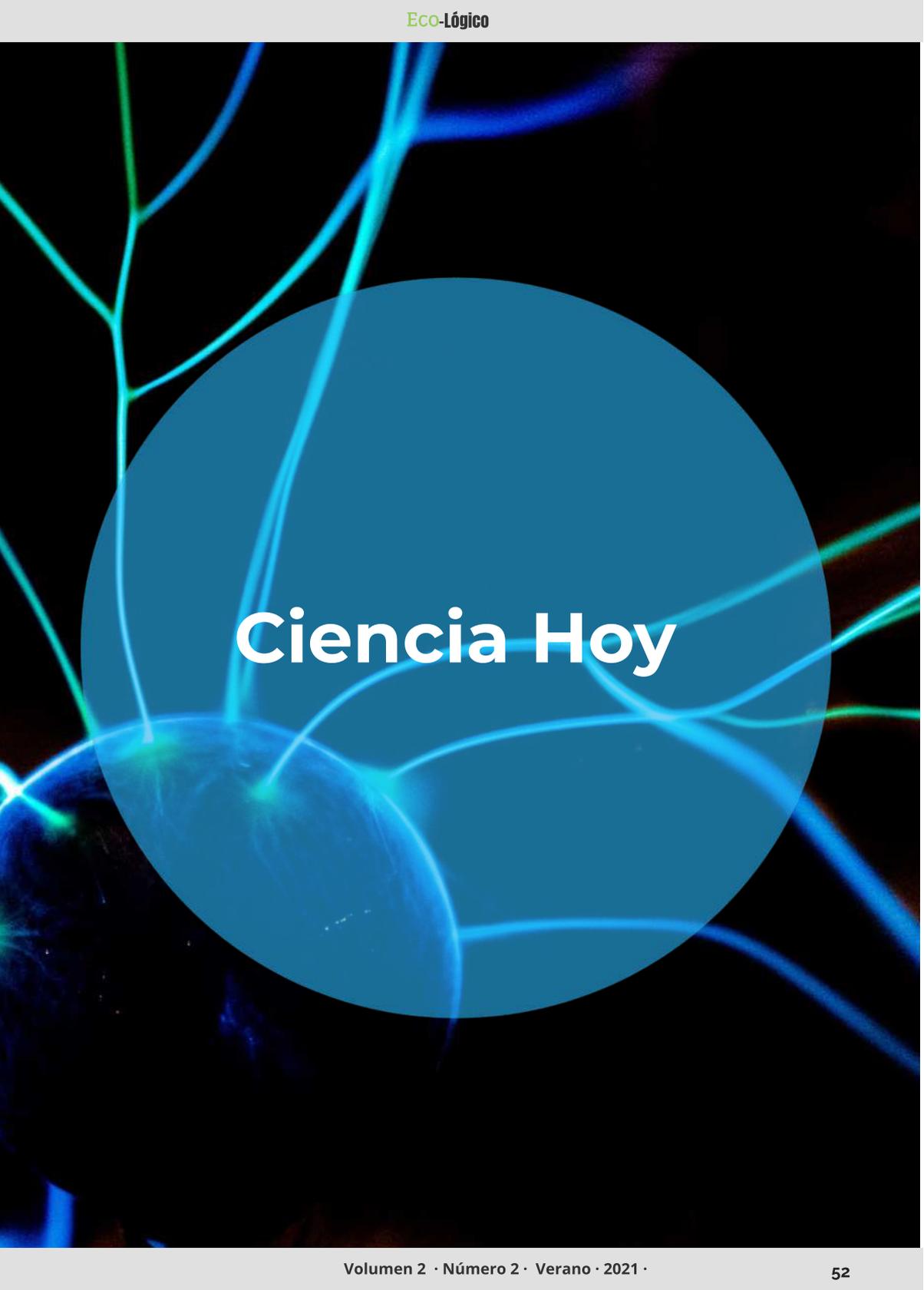


Fotografía: Vivian K., Unsplash

La recurrencia de los florecimientos de microalgas se pronostica que cada vez será mayor con base en los escenarios de cambio climático, ya que, con temperaturas elevadas, las algas se reproducen más rápidamente. Por ello, el conocimiento de su naturaleza será nuestro mejor aliado en un futuro no muy lejano.







Ciencia Hoy

DE CÓMO UN DÍA GRIS SE CONVIRTIÓ EN UNA MONTAÑA RUSA DE EMOCIONES

Gisela Heckel

Departamento de Biología de la Conservación
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)

Yolanda Schramm

Facultad de Ciencias Marinas
Universidad Autónoma de Baja California (UABC)

gheckel@cicese.mx



Una madre con cría persiguiendo a la ballena. Fotografía: Gisela Heckel.

Amanecía en Bahía de los Ángeles, Baja California, un pequeño pueblo de pescadores y prestadores de servicios turísticos en el Golfo de California.

Alistábamos nuestro equipo para salir al mar en la panga (así les dicen a las lanchas en el Pacífico mexicano) de nuestro capitán, José "El Güero" Arce. Durante tres años, habíamos estado trabajando juntos en esa zona, incluyendo el Canal de Ballenas, navegando en busca de ballenas y delfines. Ya teníamos una buena base de datos de avistamientos, y un anecdotario sinfín de nuestras aventuras en el mar. Sin embargo, **nada nos había preparado para lo que presenciáramos ese día de octubre.**



Colocamos en la panga nuestras cámaras, binoculares, chalecos salvavidas y lo más importante: la hielera con lo que sería nuestro desayuno y tal vez comida en la navegación que podía durar de seis a ocho horas. Cruzamos la bahía, para llegar al Canal de Ballenas e iniciar los transectos sistemáticos para la búsqueda a baja velocidad (unos 15 km/h). Sacamos los binoculares y pusimos todos los ojos atentos en el mar, en busca de alguna señal: soplos de ballenas, alguna manada de delfines salpicando el agua.



Transcurría un día gris, como pocos en Bahía de los Ángeles, donde casi siempre el sol irrumpe desde muy temprano e ilumina la vasta inmensidad del océano. Pero ahora había muchas nubes, algo de viento, el mar estaba un poco picado. Queríamos cancelar el esfuerzo, pero seguimos el curso, con la esperanza de que el tiempo mejorara y encontráramos algún cetáceo.

De repente, **sin previo aviso, apareció una orca (*Orcinus orca*) muy cerca de la panga. Y luego otra, y ambas tenían crías nadando a su lado. Se acercaron mucho a nosotros, y nos emocionamos porque en toda la investigación nunca habíamos visto a esta especie.** Nadaban a un lado de nosotros, tan cerca que podríamos haberlas tocado.



Figura 1. Madre y cría de orca nadando a menos de 2 m de la panga.
Fotografía: Gisela Heckel.

Rápidamente sacamos las cámaras y tomamos muchas fotos Héctor, Alejandra y Gisela. Mientras nos distraíamos con esta belleza, el Güero nos advirtió que **había un grupo de delfines comunes (*Delphinus delphis bairdii*) a unos 500 m, nadando rápidamente en dirección opuesta.** Era un grupo de unos 300 animales, saltando fuera del agua. Interpretamos apresuradamente que tal vez estaban huyendo de las orcas que, como es bien conocido, suelen alimentarse de otros mamíferos marinos.

En eso, Héctor gritó: **"¡Allá se ve una ballena!"** Estaba en dirección opuesta, a unos 2 km de distancia. El Güero viró rápidamente y aceleró. Vimos que la ballena nadaba muy rápido con un comportamiento inusual: saltaba fuera del agua como delfín. Era un rorcual común o ballena de aleta (*Balaenoptera physalus*). Al acercarnos, nos dimos cuenta de que había más orcas, unas diez, y estaban persiguiendo a la ballena. **iSí, la estaban cazando!**

El Güero colocó la panga lateralmente a unos 50 m del grupo de orcas y la ballena. Gisela se colocó en la proa de la panga y se amarró con la cuerda que lleva el ancla, para poder estar de pie y tomar fotos. Junto con Alejandra y Héctor, empezaron a registrar todas las fotos que podían. Yoli tomaba notas y sostenía el GPS, donde pudo leer que íbamos a gran velocidad, nada menos que a 50 km/h. Sabíamos que la única escapatoria de la ballena era sumergirse hasta los 500 m de profundidad, pues las orcas sólo bucean hasta los 300 m. Sin embargo, la ballena seguía en la superficie.



Gisela Heckel tomando fotos con una cámara digital Canon EOS 20D, con lente zoom-telefoto de 200-400 mm. Fotografía: Alejandra Baez.

Las orcas nadaban a ambos lados y detrás de la ballena: la estaban acosando. Veíamos cómo salían del agua completamente, **había madres con cría y otras orcas sin cría, algunas de ellas probablemente machos jóvenes**. Se estaban alternando en la persecución, estaban cansando a la ballena, que era un animal joven, lo cual dedujimos por su tamaño relativamente pequeño, unos 10 m. Los rorcuales comunes alcanzan alrededor de 22 m de longitud, y son las segundas ballenas más grandes que existen, sólo detrás de la ballena azul.



Un macho adulto de orca, reconocible por su alta aleta triangular, se acerca para aprovechar la caza exitosa. Fotografía: Gisela Heckel.

La caza continuaba incansablemente. **Las orcas empezaron a embestir a la ballena**, por arriba y por abajo. Se veía claramente cómo se "montaban" en ella, y también cómo ésta se arqueaba al recibir golpes en el vientre. Era muy impresionante ver a un animal tan grande siendo sometido. Poco a poco fue reduciendo su velocidad de nado, y las orcas también. Ya sólo íbamos a 20 km/h cuando vimos acercarse a dos enormes orcas macho, fácilmente distinguibles de las demás por su aleta alta y triangular. Habían estado nadando atrás de las hembras y jóvenes que hacían todo el trabajo.



De pronto, vimos que el soplo de la ballena tomaba un color rojizo: estaba sangrando internamente. Esta impactante visión nos hizo pensar que se acercaba el fin. Y así fue: la ballena se detuvo, sacó la cabeza casi totalmente, se hundió y no la volvimos a ver. La caza transcurrió en sólo 20 minutos.

Las orcas estuvieron en la superficie un momento, y luego también las dejamos de ver. Unos minutos después, notamos que en la superficie del mar había una película de grasa. **¿De dónde había salido eso?** Vimos emerger a las orcas, que respiraron varias veces y se sumergieron. Pasaron cinco a seis minutos y volvieron a emerger. Ahora entendimos: estaban mordiendo a la ballena, y de su capa de grasa subcutánea se desprendía eso que en la superficie era la película de grasa líquida. Las orcas volvieron a emerger, respiraron y se sumergieron. La siguiente vez que las vimos, ya estaban a unos 500 m de donde nos encontrábamos, alejándose.



Estábamos en medio del Canal de Ballenas, donde la profundidad alcanza unos 1000 m. Seguramente la ballena ya se había hundido demasiado y las orcas no lograban llegar a ella, por lo que habían dado por terminado el festín.

Estábamos exhaustos, muy impresionados por lo que habíamos presenciado. **¿Quién quería tocar ahora una orca?** Mejor respetar a estos grandes depredadores de los océanos. **Regresamos a casa, con cientos de fotografías y una experiencia inolvidable en el corazón.**

Agradecimientos

José Arce Smith condujo la panga con gran destreza durante este avistamiento y todos los que tuvimos en tres años de investigación. Alejandra Baez Flores y Héctor Pérez Puig participaron en la recolecta de datos y fotografías. Isabel Fuentes Allen, de CONANP en Bahía de los Ángeles, proporcionó apoyo logístico importante y constante. El proyecto fue financiado por International Community Foundation (California, EUA), Fundación Internacional de la Comunidad (Tijuana, Baja California) y CONABIO, proyecto DE008. La Dirección General de Vida Silvestre de SEMARNAT otorgó las autorizaciones SGPA/DGVS/00510 del 24.1.2003, SGPA/DGVS/01640 del 24.2.2004 y SGPA/DGVS/02043 del 3.3.2005.



Panga de investigación durante un descanso en el lugar conocido como "El Estatón", Isla Angel de la Guarda. Fotografía: Lucía Barbosa.

Para saber más

Guerrero-Ruiz, M., Gendron, D., Urbán-Ramírez, J. 1998. Distribution, movements and communities of killer whales (*Orcinus orca*) in the Gulf of California, Mexico. Reports of the International Whaling Commission 48:537-543.

Heckel, G., Ruiz-Mar, M.G., Schramm, Y., Gorter, U. 2018. Atlas de distribución y abundancia de mamíferos marinos en México. Universidad Autónoma de Campeche, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CEMIE-Océano. DOI: 10.26359/epomex.cemie022018. [Click aquí.](#)



DEL ENFRENTAMIENTO AL COMPARTIR. ECOLOGÍA Y PROTECCIONISMO EN MÉXICO DESPUÉS DEL 68

Mario Zunino

Investigador independiente,
Asti, (Italia)

mariozunino@hotmail.it



Fotografía: Walkerssk, Pixabay

Cuarenta años después del mítico, exaltado y vilipendiado 68, considero particularmente estimulante analizar hoy, un movimiento en el que participé en Turín, al menos en su etapa inicial. Este movimiento promovió, a pesar del magmatismo de los miles, a menudo pendencieros, dispersivos y hasta divergentes, una nueva forma de ver el mundo. Me resulta algo desafiante intentar analizar su impacto en un campo aparentemente muy alejado de las demandas de los sesentas y ochentas de las cuales tuve experiencia directa: la de la relación entre el humano y el medio ambiente, en particular, partiendo de su historia en un país latinoamericano, es decir, una de las "periferias del imperio".

Hoy finalmente entendemos que el medio ambiente, nuestro entorno cotidiano, es un bien, pero también es un recurso. Los dos términos no son sinónimos: quien posee una cierta cantidad de monedas de oro es propietario de un bien, que tiene un valor intrínseco. Si las monedas se depositan en la caja fuerte de un banco, no pierden su naturaleza de bien, pero no actúan como un recurso, ya que el propietario no obtiene ningún beneficio de su oro. Si, por el contrario, utiliza este "tesoro" como garantía para obtener un préstamo y compra la casa donde vive, el bien del que estamos hablando se convierte en un recurso.



Reserva de Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo. Fotografía: Creative commons

Dicho esto, considero aún más importante que **una fracción cada vez más amplia de la humanidad finalmente comprende que el medio ambiente es un recurso**. Y tal vez no sea trivial recordar que nos estamos dando cuenta, más allá de toda consideración intuitiva, emocional, estética, que el sistema Tierra, con su componente vivo, la biosfera, y sus componentes no vivos (geósfera y atmósfera) están indisolublemente ligados a la vida y son el contexto del que también nuestra especie forma parte.

La Tierra es un sistema en el que y con el que nuestra especie ha evolucionado durante más de cien mil años. Pero el sistema no es inagotable y, si entra en crisis, ninguna tecnología puede remediarlo, y no habría futuro para una gran parte de las formas de vida, incluyendo a nuestra especie sobre todo, ¡vaya antropocentrismo! Yo creo todo esto constituye una buena razón para que la humanidad se encargue de preservar este sistema, entender cómo preservarlo y trabajar para preservarlo.



Fotografía: The New York Public Library, Unsplash



Fotografía: Blake Richard Verdoorn, Unsplash

Hoy estas ideas están bastante difundidas y compartidas, aunque en la práctica, todavía estamos muy lejos de ponerlas realmente en acción.

A finales de la década de 1960 en México, en un territorio casi siete veces mayor que Italia, la protección de la naturaleza era más bien un asunto marginal: las áreas protegidas consistían en Parques Nacionales (47) y una Reserva de Vida Silvestre (Isla Raza, Baja California). Todas estas áreas protegidas obedecieron a una lógica que se originó en Europa y Estados Unidos desde principios del siglo XIX, **el concepto de "intocabilidad" de las áreas protegidas, constituidas como "santuarios" de la naturaleza, cuyos usuarios como mucho podrían ser visitantes procedentes de otras áreas, especialmente urbanas.** Santuarios decididos por los gobiernos centrales, gestionados con una lógica coercitiva, que veía a la población residente local como un factor perturbador que debía ser eliminado o utilizado en parte para realizar tareas ejecutivas impuestas desde arriba.

A partir de 1974, la situación cambió radicalmente: **en México se crearon las primeras Reservas de Biosfera, cuyo establecimiento había sido promovido en todo el mundo por el programa MAB (Hombre y Biosfera) de la UNESCO en 1971. Las reservas de Mapimí y La Michilía**, ambas en el Estado de Durango, se convirtieron en uno de los principales laboratorios experimentales para definir y probar, a nivel global, una nueva estrategia para la conservación de la naturaleza, y en particular de la diversidad biológica. Se trataba de una estrategia no abstracta, emocional o ideológica, sino estrechamente vinculada a las interacciones entre la naturaleza y el ser humano como su parte integrante. Promovidas por el Instituto de Ecología, dirigido por Gonzalo Halffter, estas dos reservas jugaron un papel protagónico en el desarrollo de la estrategia conocida como "modalidad mexicana"- un modelo que a pesar de la flexibilidad del programa MAB sigue siendo una referencia mundial para la conservación y gestión del patrimonio natural y los recursos renovables.



Parque Nacional Cofre de Perote. Fotografía: José G. García-Franco



Fotografía: Kurt Cotoaga, Unsplash

Pronto siguieron otras reservas en México, entre las cuales una en particular está muy ligada a la experiencia de quien escribe, la reserva Sian Ka'an, en el lado caribeño de la península de Yucatán, Q. Roo, casi frontera con Belice. En agosto de 1982 yo era Investigador invitado en el Instituto de Ecología, cuando llegó el Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO), la solicitud de un entomólogo dispuesto a participar en la primera prospección de un área que hubiera podido proponerse como reserva de la biosfera. Me encontré de la noche a la mañana con tres biólogos mexicanos, un ecólogo, un etnobotánico y un mastozoólogo, además de un herpetólogo español. Navegábamos en una lancha a motor entre islotes de manglares, uno cubierto de nidos de fragatas, con alguna serpiente boa que de vez en cuando comía un pollito, el otro habitado por flamencos rojos llameantes, otro más donde colgamos nuestras hamacas un refugio nocturno para cientos de palomas. Luego, en un ranchito del continente, fuimos los invitados de un anciano casi ermitaño, Don Eliazar, vigilados por un enorme guajolote que se alimentaba casi exclusivamente de endiablados chiles de árbol. Finalmente, visitamos una franja de selva que se extendía hacia la laguna, donde el único sobreviviente del huracán Allen custodiaba un antiguo faro en desuso y por la noche hablaba con fantasmas en las ruinas de su aldea.

Sian Ka'an - en Maya, "donde comienza el cielo" - fue declarada Reserva de la Biosfera en 1987 y Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. Cabe destacar que desde que se planteó la idea de fundar la reserva, la actividad de investigación naturalista siempre ha estado acompañada de un estrecho contacto con la población local, aunque en ocasiones complicado por motivos lingüísticos. En aquella época pocos residentes hablaban español, casi solo los varones jóvenes, los demás solo maya. El diálogo no pretendía convencer, sino discutir el conocimiento que tenían los habitantes para utilizar el espacio y los recursos de la laguna y la selva, las plantas y animales, técnicas de cultivo, y el uso de agua dulce y salobre. Pero nada que ver con la actitud tradicional del antropólogo, o del "hombre blanco" que simplemente quiere el conocimiento como un fin en sí mismo.



Sian Ka'an beach side. Fotografía: Creative Commons



Fotografía: Laura Stanley, Unsplash

La "modalidad mexicana" que Halffter había propuesto, se basa en la participación y en la consideración de que "el uso tradicional puede ser un factor de heterogeneidad biótica más que de destrucción". Tal estrategia implica una atención especial "a la investigación, con oportunidades excepcionales para los aspectos socio-económicos y culturales relacionados con el uso de los recursos naturales" "La separación radical entre el mundo social y el mundo natural es un subproducto de la cultura industrial y mercantil. Sólo un enfoque holístico y dinámico puede romper esta dicotomía, y la subordinación del mundo natural a los imperativos de lo social, para poder fusionar las políticas que rigen los dos sistemas en una sola política". "Sin renunciar a ser un área dedicada a la conservación, las actividades e influencia de una verdadera reserva de biosfera, deben extenderse al nivel regional, para contribuir a un uso más racional de los recursos bióticos". Cabe destacar que este enfoque implica un cambio radical de visión del entorno, desde el concepto de *res nullius*, sobre el que el primer ocupante tiene derecho a uso y abuso, al de *res communitatis*, y desde aquí se construye, o si queremos, se reconstruye la participación

Podemos afirmar que la estrategia de las Reservas de la Biosfera, y dentro de ella la "Modalidad mexicana", corresponden a dos principios extremadamente actuales. En primer lugar **pensar globalmente y actuar localmente**; las reservas de biosfera así concebidas corresponden a acciones locales insertadas en una red, es decir, en una estrategia global. Luego, el de participación como una solución más eficaz tanto porque no es autoritaria, como porque incorpora "otras" culturas, la ciencia académica y la sabiduría del "uso rústico" del territorio y sus recursos. Los integra en un sistema de continua retroalimentación recíproca de conocimiento y soluciones de problemas sociales acoplados en la compleja realidad del planeta Tierra, donde el humano es parte integral del sistema, y debe ser considerado como tal.



Tarántula y liebre en la Reserva de la Biósfera de Mapimi. Fotografías: José G. García-Franco

El sentimiento de pertenencia común surge con fuerza de un acontecimiento político y social dramático, que requiere una conciencia súbita y clara dentro de la sociedad civil. Y quizás fue una de las causas que llevó al inicio de ese proceso de conjugación del pensamiento ecológico con las demandas sociales, esa visión de síntesis absolutamente necesaria entre el humano y la naturaleza, que produjo **la idea e implementación de la estrategia mexicana para la protección de la naturaleza y del humano en la naturaleza.**

Bajo el impulso de las ideas, desarrolladas sobre todo por Halffter, México ha realizado un gran esfuerzo para reorganizar su sistema de protección y gestión del territorio. El Sistema Nacional de Áreas Protegidas en 1998 incluía 44 Parques Nacionales, 13 reservas especiales de biosfera, 8 reservas de biosfera de la MAB -UNESCO, más un área para la protección de la flora y fauna silvestre y acuática. La Ley Forestal, que regía los parques nacionales, fue reemplazada en 1988 por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Medio Ambiente, una ley que se basa en el principio de que "la calidad del medio ambiente es una necesidad fundamental para el país". En 1992, el presidente Carlos Salinas de Gortari promulgó el decreto con el que se creó la Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad (CONABIO), que reza: **"Considerando que la biodiversidad constituye un patrimonio de gran valor económico, estético y cultural para México, y que su conservación es condición fundamental para la permanencia de la vida misma en la Tierra, de la que depende nuestra propia supervivencia como especie"**.

El proceso de reorganización de la protección y gestión de los recursos naturales y ambientales en México continúa, con gran vigor y con una atención creciente a la integración entre los aspectos ecológicos y culturales, sociales y económicos. La onda larga, desatada desde 1968 en este campo también, aún no se ha agotado. Por suerte para todos.

Este es un resumen del artículo de Mario Zunino, para conocer la versión completa da [click aquí](#).

Para saber más:

Carrascón G., 2008: 68. (partes de un) modelo para armar. Artifara, 8 (2008) Monographica: 65-67.

Zunino M., 2008. Dalla contestazione alla condivisione. Ecologia e protezionismo in Messico dopo il '68. Artifara, 8 (2008) Monographica. 123-132.



A 3D molecular model with blue and pink spheres and connecting rods, set against a black background. A large, semi-transparent grey circle is centered over the image, containing the title text.

Jóvenes Científicos

TRANSMISIÓN DE RICKETTSIAS POR GARRAPATAS DE CANINOS

Dafne Itzel Cortés García*

Maestría en Ciencia Animal, Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UV

Alexandro G. Alonso Sánchez

Laboratorio de Genómica y Transcriptómica INECOL;

Mariel Aguilar-Domínguez.

Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UV

*dafnecortesg@hotmail.com



Fotografía: Hannah Lim, Unsplash

Las Rickettsias son bacterias que tiene la capacidad de reproducirse en el interior de las células de los vertebrados.

Se transmiten a los humanos y animales por medio de ectoparásitos hematófagos que se encuentran infectados de la bacteria. Es decir, se trata de parásitos externos de los animales que se alimentan de su sangre, como las garrapatas.

La transmisión ocurre cuando la garrapata infectada inocular la bacteria por medio de la saliva que regurgita al momento que se alimenta de sangre. La saliva de las garrapatas y las bacterias que introducen en el piquete ocasionan un proceso de vasculitis, lo que significa que los vasos sanguíneos más pequeños se inflaman y se limita la irrigación sanguínea. En consecuencia, **la transmisión puede suceder en los animales, por picaduras de garrapatas infectadas y accidentalmente hacia los humanos, cuando dichas garrapatas pican al humano que convive con animales que presentan garrapatas.**

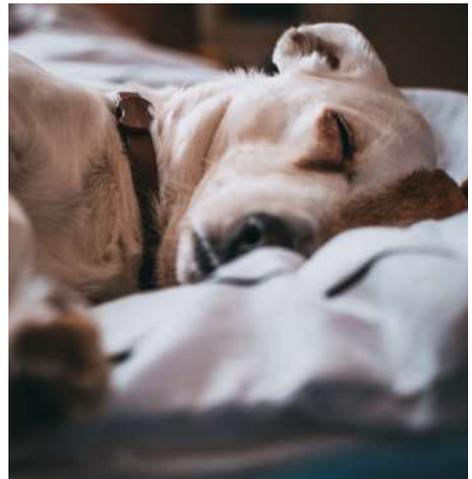
Cuando los perros están infectados, se convierten en portadores de la bacteria. Si los perros deambulan libremente en diferentes hábitats y adquieren garrapatas que se alimentan de su sangre infectada, contribuyen a la dispersión de las bacterias cuando el canino regresa a entornos cercanos a viviendas. Las garrapatas pueden picar a humanos o a otros perros, y así, se da continuidad a un ciclo de transmisión.



Infestación por garrapatas ingurgitadas en la zona dorsal del perro.
Fotografía: Dafne Itzel Cortés García.

El riesgo de contraer enfermedades contagiadas de animales a humanos (zoonóticas) está asociado a nuestra creciente interacción con los animales, incluyendo a los de compañía. En este caso, la enfermedad es transmitida por parásitos externos (garrapatas) que pasan accidentalmente a los humanos y por ello se considera que las garrapatas son un importante riesgo zoonótico.

Las Rickettsias son causantes de enfermedades como la Fiebre Maculosa, que es una infección producida por *Rickettsia rickettsii* o *Rickettsia conorii*, principales bacterias que afecta a la población y son transmitidas por la picadura de una garrapata. **Esta enfermedad se caracteriza por erupciones cutáneas en la piel, manifestando signos y síntomas como fiebre, dolor muscular, color de cabeza, náuseas y vómitos.**



Fotografía: Lisa, Pexels

La Fiebre maculosa o manchada de las Montañas Rocosas se refiere a dos de los síntomas: fiebre, y manchas (costras) en la piel alrededor de la picadura de la garrapata, y a la localización geográfica donde fue descrita por primera vez (Las Montañas Rocosas de Estados Unidos). Otros nombres relacionados con el lugar donde se registra la enfermedad son: Fiebre Tobia (Colombia), Fiebre exantemática del Mediterráneo, Fiebre africana por mordedura de la garrapata, Fiebre manchada de las islas Flinders y Fiebre manchada japonesa, entre otras



Revisión corporal del perro, para hallar garrapatas adheridas.
Fotografía: Dafne Itzel Cortés García.

Cuando los caninos se encuentran infectados, presentan signos y síntomas graves e incluso la muerte. En los humanos las sintomatologías clínicas son similares y varían en severidad dependiendo de la Rickettsia involucrada en la infección.

Considerando que es un riesgo para la salud de humanos y perros, es importante eliminar las garrapatas adheridas en nuestras mascotas para limitar la posibilidad de la transmisión de este patógeno. Se debe llevar un control de tratamientos en nuestras mascotas, basándose en baños, collares contra garrapatas, tratamientos tópicos u orales, dependiendo de las recomendaciones de su médico veterinario.



En orden, garrapata hembra adulta de la especie *Rhipicephalus sanguineus* s.l. Garrapata hembra adulta, ingurgitada de la especie *Rhipicephalus sanguineus* s.l. Y garrapata adulta, macho de la especie *Rhipicephalus sanguineus* s.l. Fotografías: Dafne Itzel Cortés García

GRACIAS POR
CUIDARME, HUMANO.
TE QUIERO.



Fotografía: David Lezcano, Unsplash

¿QUIÉN ES TOXOPLASMA GONDII?

Julia Juneht Alavez Chávez*

Maestría en Ciencia Animal, Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UV

Alexander G. Alonso Sánchez

Laboratorio Genómica y Transcriptómica, INECOL

Mariel Aguilar Domínguez

Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UV

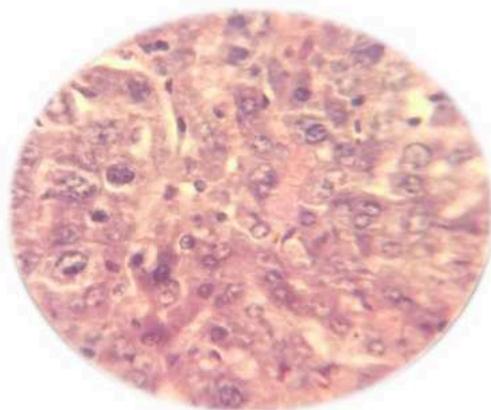
*yuliialavez@gmail.com

Fotografía: Susannp4, Pixabay

Descubierto en 1908, el *Toxoplasma gondii* es un parásito de distribución mundial que infecta a un gran número de animales y también a los seres humanos.

Tiene la capacidad de penetrar células y movilizarse de una manera rápida en la sangre. Se estima que un poco menos de la mitad de la población mundial está infectada con este parásito. Este patógeno puede ocasionar abortos, muerte, microcefalia, hidrocefalia en el feto cuando una mujer embarazada se infecta de este, también afecta a pacientes que estén cursando por alguna enfermedad que debilite su sistema inmune causando complicaciones neurológicas. De igual manera, *Toxoplasma gondii* ha sido asociado con esquizofrenia, depresión y trastorno obsesivo compulsivo.

Toxoplasma gondii presentará diferentes formas estructurales dependiendo de la etapa en la que se encuentre. Cuando es eliminado en las heces es en forma de ooquistes (pequeñas formas ovaladas), estos se diseminan y **contaminan los alimentos que son ingeridos por otros animales o el ser humano**. Cuando los ooquistes ingeridos llegan al intestino delgado cambian a trofozoítos, que son pequeñas formas activas ovaladas. Esta forma estructural es la que penetra las células para desplazarse por el organismo. Posteriormente, cambian su forma a bradizoítos (forma de media luna), estos llegan a algún tejido de predilección y se acumulan para formar los quistes.



Trofozoítos de *Toxoplasma gondii* observados con una tinción y a través del microscopio.

Fotografía: Julia J. Alvez Chávez



Los cerdos son unos de los hospederos de este parásito y su carne infectada una de las principales fuentes de infección al ser humano. Fotografía: Julia Juneht Alavez Chávez.

Dos de las principales formas de infectarse con este parásito es el consumo de alimentos contaminados con los ooquistes e ingerir carne con cocción insuficiente que contenga los quistes tisulares (acumulaciones en los tejidos) de *Toxoplasma gondii*. La carne de cerdo es el segundo tipo de carne más consumido a nivel mundial y **los cerdos son unos de los principales hospedadores de este parásito. En consecuencia su carne está infectada con los quistes tisulares, volviéndose una de las principales fuentes de infección al ser humano**. También, puede haber infección por vía transplacentaria (de madre a hijo antes del parto), por transfusión de sangre o por trasplante de órganos.

Dentro de los animales que se pueden infectar con este parásito los gatos tienen un rol importante porque al estar infectados con *Toxoplasma gondii* son los únicos que durante una o dos semanas diseminan los ooquistes a través de sus heces contaminadas. Estos se vuelven infecciosos con las condiciones favorables de humedad y temperatura, y se distribuirán en el ambiente contaminando los alimentos, agua o materia vegetal que es consumida por otros animales e incluso el ser humano. Los quistes de *Toxoplasma gondii* se alojan en diversos órganos como, por ejemplo: el corazón, la lengua y el cerebro.

Este parásito tiene afinidad por los órganos del sistema nervioso, por ello está relacionado con las complicaciones neurológicas.



Los gatos son los únicos animales que diseminan a *Toxoplasma gondii* en sus heces. Fotografía: Kessa, Pixabay

Se pueden realizar actividades relativamente sencillas que ayudarán a prevenir y evitar el contagio de *Toxoplasma gondii*, **desinfectar los alimentos, evitar tomar agua no purificada, no comer carne que no haya sido cocinada en su totalidad y recoger las heces de los gatos con guantes o protección.** Los ooquistes pueden destruirse a temperaturas superiores a los 60°C por aproximadamente 10 minutos y por su parte los quistes tisulares a temperaturas de 70°C.

El conocimiento de aspectos relevantes de los organismos que nos rodean siempre es importante, en este caso especialmente del parásito *Toxoplasma gondii*, que tal vez no tenga tanta difusión como debería. Sin embargo, **su presencia en la población mundial es muy alta y debe tratar de prevenirse esta enfermedad, ya que puede tener complicaciones graves en la salud humana.**



Fotografía: Anna Shvets, Pexels. Edición: Vinisa Romero

UNA MIRADA HACIA TUS PIES: LAS GRAMÍNEAS DEL SOTOBOSQUE

Valeria Huerta Saavedra*

Posgrado, INECOL

Jorge Gabriel Sánchez Ken

Red Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, INECOL

*valeria.huerta@posgrado.ecologia.edu.mx

Fotografía: Jorge Gabriel Sánchez Ken.

Las gramíneas o poáceas son pastos herbáceos, excepto un grupo que son arborescentes y leñosos, como los bambúes (figura 1).

Ya te imaginarás que las gramíneas son muy variadas, presentándose en muchos tamaños y formas. Quizá su característica más notoria sean sus flores diminutas, sin pétalos y cubiertas con pequeñas brácteas (hojitas especiales que protegen la flor) agrupadas en una estructura llamada espiguilla (figura 2). Un conjunto de espiguillas se agrupa en estructuras denominadas "inflorescencias", tan variadas como la mazorca del maíz o la espiga del trigo.

En México existen cerca de 1,312 especies de gramíneas y en el mundo alrededor de 11,500, presentes en casi todos los ambientes.



Figura 1. Bambú, no considerado gramínea. Fotografía: Jorge Gabriel Sánchez Ken



Figura 2. Hojitas especiales que protegen la flor agrupadas en una estructura llamada espiguilla. Fotografía: Jorge Gabriel Sánchez K.

Tomemos como ejemplo un bosque, donde te encontrarás rodeado de verde vida. Seguramente admirarás primero el alto dosel, imponente y tupido, pero para conocer a las pequeñas gramíneas deberás curiosear junto a tus pies. Ahí abajo encontrarás la parte del bosque que crece más cercana al suelo: el sotobosque (Figura 3). Suele ser húmedo y fresco ya que la luz y el calor casi no traspasan las frondosas copas de los árboles. Sin embargo, aquí la vida vegetal también prospera: encontrarás musgos suaves, helechos puntiagudos y, por supuesto, **gramíneas, tan relevantes como los enormes árboles para la salud del bosque.**

Imagina un bosque donde acaba de ocurrir un incendio forestal devastador. A ese suelo quemado y estéril llegarán algunas semillas de gramíneas, quizá en los desechos de algún ave que pase volando, transportadas por el viento o atoradas en los pelos de animales. Gracias a su capacidad de resistencia, germinarán y prosperarán en un ambiente seco y hostil, comenzando a formar una capa de materia orgánica, es decir, suelo rico en nutrientes, que será después utilizado por otras plantas viajeras para establecerse y contribuir a la misma causa (figura 4).



Figura 3. Sotobosque,
Fotografía : Jorge Gabriel Sánchez Ken



Figura 4. Suelo quemado con gramíneas
Fotografía: Jorge Gabriel Sánchez Ken

Esta es la primera fase de un proceso llamado “sucesión ecológica”, que arranca con estas valientes plantitas emprendedoras.

Eventualmente, especies de mayor tamaño llegarán y podrán comenzar a crecer, gracias a los esfuerzos previos de sus primas más pequeñas hasta que el bosque regrese a sus viejos días de gloria.

Como puedes ver, las gramíneas son como teloneras en los espectáculos que, junto a otras especies vegetales pioneras, abren brecha cuando nadie más puede y permiten que otras plantas se beneficien de su trabajo.



Pastos en bosque. Fotografía: Jorge Gabriel Sánchez Ken

Pero el cuento no termina ahí, no pienses que las grandes plantas desplazan a las pioneras una vez establecidas: las gramíneas llegaron para quedarse, adaptándose y contribuyendo al ciclo de nutrientes desde el sotobosque. Créeme que no cualquier planta se adapta así: recuerda que recién pasado el incendio sólo se encontraban ellas, solitas contra el mundo, y les daba de lleno el sol, provocándoles sed y calor. Ahora se encuentran bajo capas interminables de ramas y hojas de árboles, donde casi no llega la luz y la humedad se acumula; sin embargo, las gramíneas prevalecen con nuevas características, como hojas anchas, que les permiten captar la poca luz solar que logra colarse desde el dosel, e "hidátodos", pequeños poros especiales por los cuales expulsan el exceso de agua.

La próxima vez que visites un bosque, animate descubrir el mundo oculto que el sotobosque te ofrece. Junto a los grandes árboles las gramíneas pueden parecer pequeñas, pero sus hazañas y resistencia son gigantescas y juegan un papel fundamental en el desarrollo de estos preciosos ecosistemas.

Para saber más:

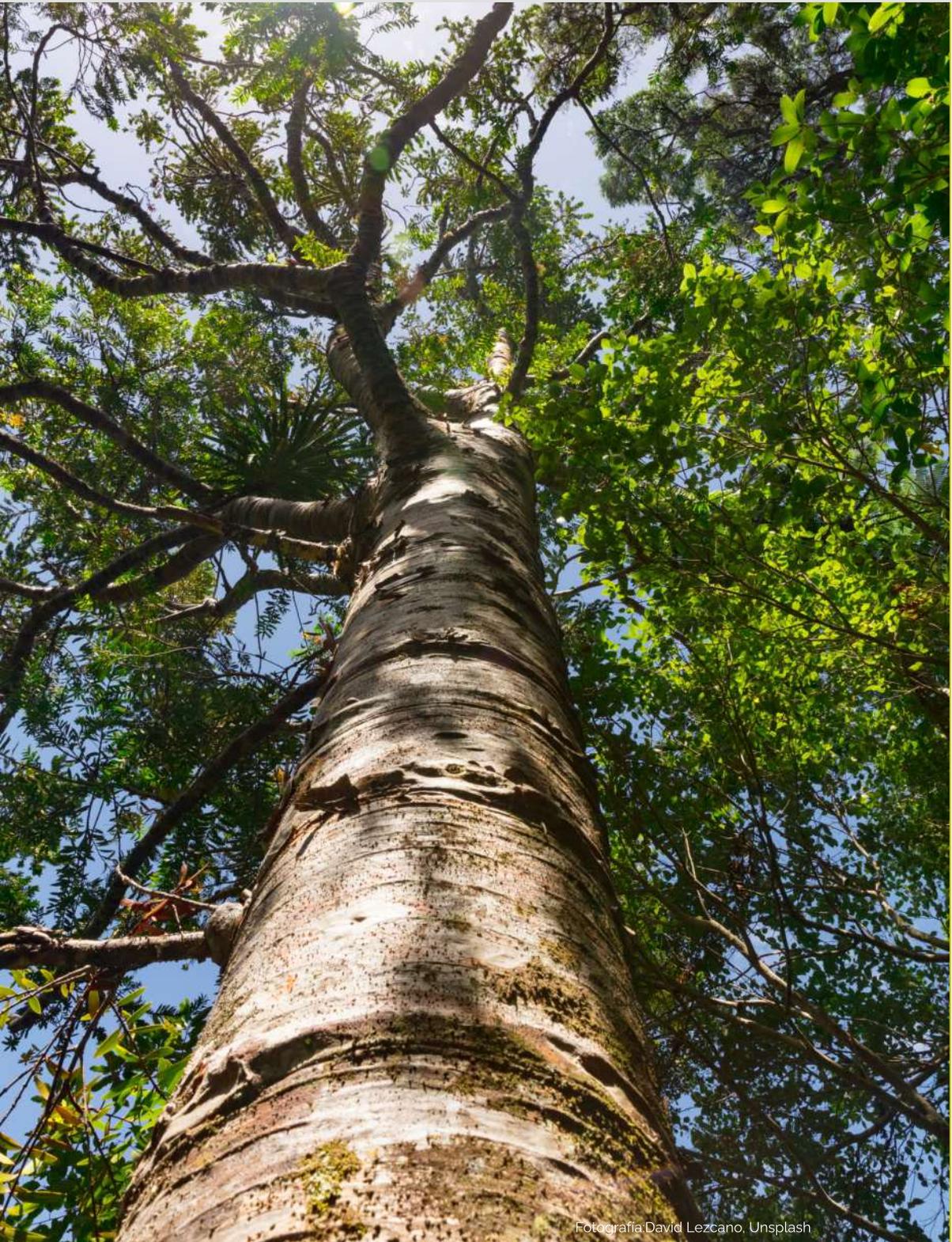
Dávila-Aranda P., Sánchez-Ken J. G. y Cabrera-Martínez L. I. 1993. Las gramíneas: características generales e importancia. Boletín del Instituto de Botánica 1(6):397-421.

Marten G. G. 2001. Ecología humana: conceptos básicos para el desarrollo sustentable. Ed. Earthscan Publications. 256 pp.

Sánchez-Ken G. 2019. La riqueza, diversidad y endemismo de las gramíneas en México. México Ambiental. [Click aquí](#)



Fotografía: Juan Calabrese, Unsplash



Fotografía David Lezcano, Unsplash

LAS RIZOBACTERIAS AL RESCATE DEL ORO VERDE MEXICANO

Edgar Guevara-Avenidaño*

Estancias Posdoctorales por México, INECOL

Frédérique Reverchon

Red de Estudios Moleculares Avanzados,
Centro Regional del Bajío, INECOL

*edkaguevaraa@gmail.com



Huerto de aguacate de la variedad Hass de aproximadamente 4 a 5 años de edad. El huerto pertenece al Rancho la Joya y se encuentra ubicado en las cercanías de la ciudad de Morelia, Michoacán. Fotografía: Frédéricque Reverchon.

México es el principal productor y exportador de aguacate en el mundo. En 2019, su producción llegó a 2,300,889 toneladas, es decir el 32% de la producción mundial.

La mayor parte de la exportación se dirigió a Estados Unidos, generando una derrama económica de 6,270 millones de dólares, consolidando al aguacate como uno de los productos agrícolas más exportados. **Por esta razón, se refiere al aguacate como el "oro verde mexicano"** (Figura 1).

El apetito voraz por el aguacate, ha generado un incremento constantemente en el área destinada para su cultivo, favoreciendo la aparición de problemas ambientales, principalmente en estados productores como Michoacán. Ejemplos de estos problemas son, la deforestación por el remplazo de bosques nativos, el estrés hídrico por la baja captación de agua, la erosión del suelo, y la contaminación de mantos acuíferos por el uso desproporcionado de fertilizantes y plaguicidas sintéticos. Aunque algunos de estos problemas podrían aminorarse estableciendo ciertas regulaciones, su demanda continúa en aumento y con ello los problemas asociados. Puesto que el aguacate es fuente importante de alimento e ingreso económico para un número significativo de personas, la solución no es evitar su cultivo, sino establecer prácticas agrícolas amigables con el ambiente.



Figura 1 - Huerto de aguacate ubicado en el Rancho San Carlos en el Municipio de Huatusco, Veracruz. Árboles de 8 años de edad pertenecientes a la variedad Hass. Fotografía: Frédéricque Reverchon.

Los microorganismos son seres vivos diminutos que asociamos al desarrollo de enfermedades. No obstante, solo una pequeña proporción son dañinos. De hecho, juegan un papel importante sobre la salud y productividad de las plantas. Dado que las plantas no pueden desplazarse por sí mismas, han desarrollado estrategias para enfrentar condiciones estresantes como el ataque de patógenos. Por ejemplo, establecen relaciones complejas con los microorganismos que habitan en la zona cercana a sus raíces, denominada rizósfera, a través de la liberación de compuestos que funcionan como una forma de comunicación. Gracias a ello, las plantas atraen microorganismos benéficos y aprovechan sus servicios.

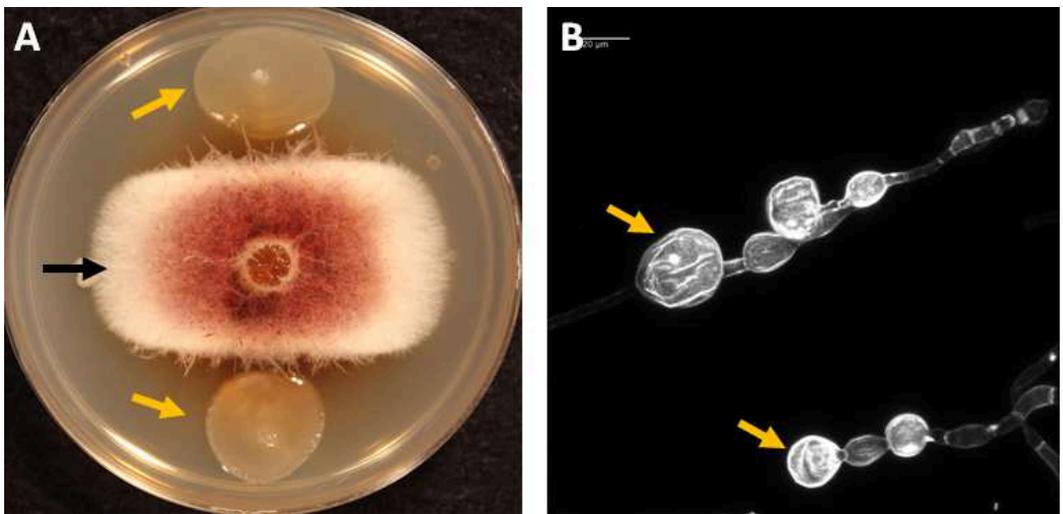
Las bacterias que habitan la rizósfera se llaman “rizobacterias” y pueden estimular el crecimiento de las plantas favoreciendo su nutrición o protegiéndolas del ataque de organismos dañinos. Algunas rizobacterias compiten con los patógenos, impidiendo su crecimiento, otras despliegan un arsenal de compuestos químicos que funcionan como antibióticos. El papel benéfico de las rizobacterias es de interés para los investigadores que buscan encontrar soluciones sustentables al problema de plagas y enfermedades agrícolas, ya que pueden aprovecharse para reducir el uso de plaguicidas sintéticos y sus efectos nocivos sobre el ambiente y la salud pública.

Uno de los principales problemas que enfrenta la producción de aguacate en México es la presencia de patógenos responsables de enfermedades como la pudrición de la raíz, la antracosis y la roña. Recientemente, se han detectado en California, Estados Unidos, una enfermedad conocida como marchitez por *Fusarium*, ocasionada por hongos transportados por unos escarabajos provenientes de Asia. En conjunto, estos microorganismos patógenos representan un riesgo para la producción de aguacate en México, por lo que se deben desarrollar estrategias biotecnológicas sustentables para combatirlos



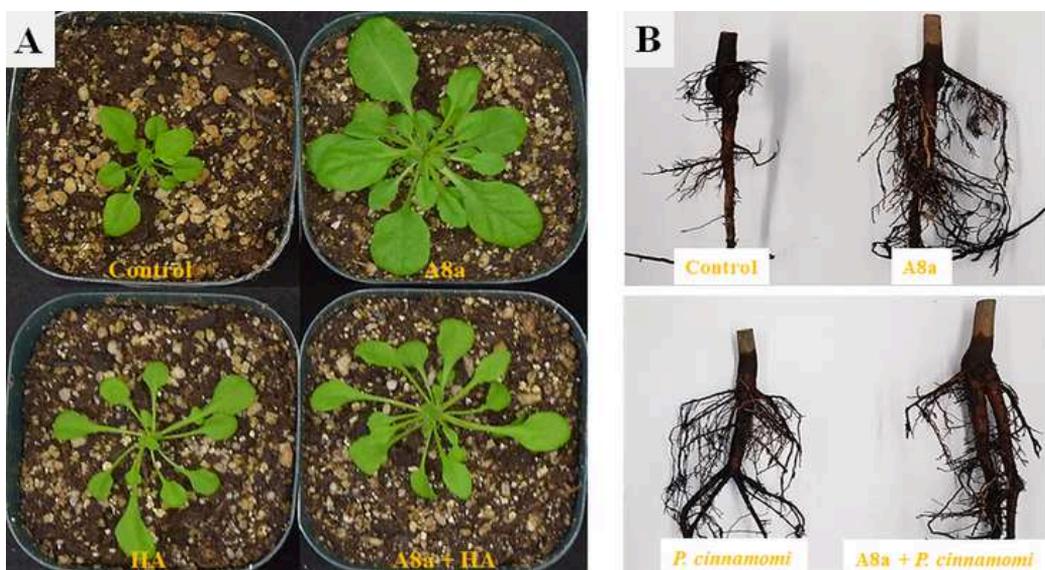
Fotografía: Isabella and zsa fischer, Unsplash

En el laboratorio de Microbiología Ambiental, en colaboración con los laboratorios de Química de Productos Naturales y Ecología Química del INECOL, realizamos estudios enfocados a la búsqueda de rizobacterias que podrían ayudar a controlar los patógenos del aguacate. Hemos encontrado que rizobacterias de géneros como *Bacillus* y *Pseudomonas*, inhiben el crecimiento de los patógenos causantes de la pudrición de la raíz o de la marchitez por *Fusarium*, mediante la producción de compuestos antibióticos. Tenemos evidencias de que estas rizobacterias dañan los hongos patógenos deformándolos y afectando sus estructuras (Figura 2).



A) Inhibición del crecimiento del hongo patógeno *Fusarium euwallaceae* (flecha negra) por rizobacterias de aguacate del género *Bacillus* (flechas naranjas). Fotografía: Edgar Guevara Avendaño. B) Deformación de hifas del hongo patógeno *Fusarium kuroshium* (flechas naranjas) por la bacteria identificada como A3R1, perteneciente al género *Bacillus*. Fotografías: Daniel García Toscano y Mónica Ramírez Vázquez.

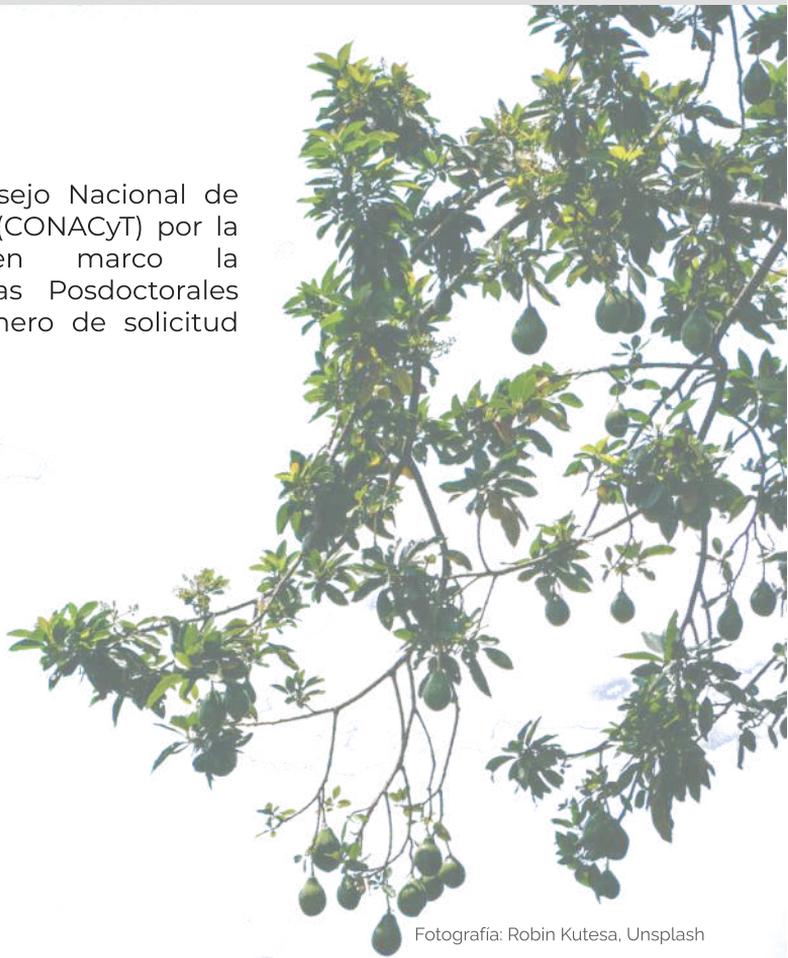
Adicionalmente, sus efectos benéficos, evaluados en condiciones de laboratorio, se mantienen cuando inoculamos las rizobacterias en diferentes plantas, como en Arabidopsis, el tomate, e incluso el aguacate (Figura 3). Con nuestro trabajo, buscamos contribuir al desarrollo de nuevas estrategias amigables con el ambiente para el control de patógenos de aguacate y así mantener la productividad del cultivo.



Estimulación del crecimiento de plantas de arabis por la aplicación de rizobacterias. Las plantas tratadas con las bacterias denominadas A8a y HA, y la mezcla de las dos, mostraron mayor crecimiento que la planta control (no tratada con bacteria). B) Variación del crecimiento de la raíz de árboles de aguacate, por la inoculación de la rizobacteria A8a y el microorganismo fitopatógeno *P. cinnamomi*. El control no recibió la aplicación de algún microorganismo. Las rizobacterias A8a y HA pertenecen al género *Bacillus* y se obtuvieron de árboles de aguacate. Fotografías: Alejandro Méndez Bravo y Edgar Guevara Avendaño.

Agradecimientos

Agradecemos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada en marco la convocatoria Estancias Posdoctorales por México, con número de solicitud 417707.



Fotografía: Robin Kutesa, Unsplash

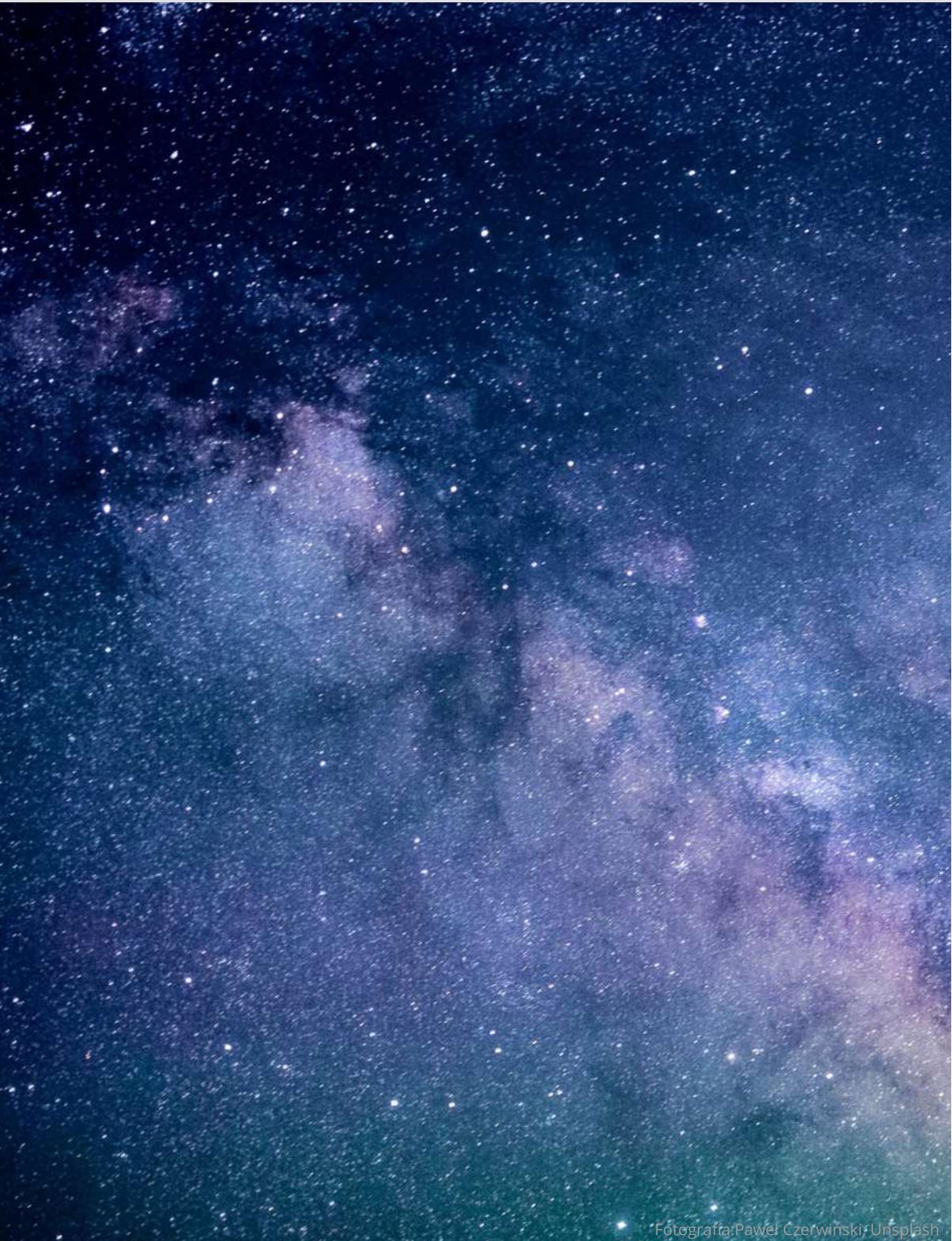
Para saber más:

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2017). Aguacate mexicano, planeación agrícola nacional 2017-2030.

Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2018). Manual de Identificación de las Principales Plagas del Aguacate en México. Tecámac, México.

González, M. E. S., Ocampo, G. Y. (2021). Del suelo y sus bacterias. Ecofronteras, 2-4.

Guevara-Avendaño, E., Bravo-Castillo, K. R., Monribot-Villanueva, J. L., Kiel-Martínez, A. L., Ramírez-Vázquez, M., Guerrero-Analco, J. A., Reverchon, F. (2020). Diffusible and volatile organic compounds produced by avocado rhizobacteria exhibit antifungal effects against *Fusarium kuroshium*. Brazilian Journal of Microbiology 1-13.



Fotografía: Paweł Czerwiński / Unsplash

Trivias y Arte

Fotografía: Jeremy Thomas, Unsplash

¿QUÉ TANTO SABES SOBRE LOS ARRECIFES CORALINOS?

Carla Gutiérrez Rodríguez

Red de Biología Evolutiva, INECOL. carla.gutierrez@inecol.mx

Los corales duros o escleractinios son organismos marinos que forman grandes colonias y constituyen la base de los arrecifes coralinos. Los arrecifes coralinos se distribuyen en regiones tropicales, en las que la temperatura del agua varía entre 20 °C y 30 °C.

1.- ¿Cómo están formadas las colonias de los corales?

- (a) Por pólipos
- (b) Por pelos
- (c) Por hojas

2.- La mayoría de los corales duros viven en simbiosis con otros organismos ¿Sabes que organismos son?

- (a) Bacterias
- (b) Algas (zooxantelas)
- (c) Hongos

3.- ¿Cómo se reproducen los corales?

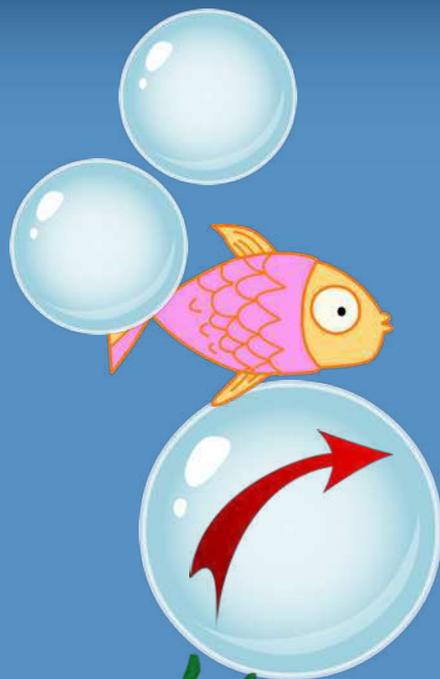
- (a) No se reproducen
- (b) Por polinización
- (c) Por medio de reproducción sexual y asexual

4.- ¿Qué son las barreras rompeolas naturales?

- (a) Barreras construídas por los seres humanos
- (b) Formaciones arrecifales que forman barreras
- (c) Acumulaciones de arena

5.- ¿Por qué es importante conservar a los arrecifes coralinos?

- (a) Porque son bonitos y útiles para el ser humano
- (b) Por la biodiversidad que albergan
- (c) Todas las anteriores



SEGURO ACIERTO
UN PAR

¡MÁS TE VALE!

Fotografía: Egor Kamelev, Pexels

RESPUESTAS

1.- (a) Por pólipos. Las colonias están formadas por miles de pólipos. Los pólipos coralinos son pequeños organismos formados por tejido blando, que miden entre 1 y 3 mm de diámetro. Están unidos entre sí por una lámina lateral de tejido. Los pólipos tienen una base con la que se adhieren al fondo marino y en el extremo opuesto tienen una abertura rodeada de tentáculos que funciona como boca y ano. Los pólipos secretan carbonato de calcio, con el cual se forma un esqueleto. Este esqueleto los cubre y protege de la acción de las olas (Figura 1), y eventualmente, forma el arrecife de coral. Los corales están emparentados con las medusas.



Figura 1. Pólipos de coral. Fotografía: Pixabay.

2.- (b) Algas (zooxantelas). La mayoría de los corales escleractinios tienen algas (zooxantelas) que viven en simbiosis dentro de las células de los pólipos, proporcionando a los corales tonos que van de amarillo pardo a café oscuro. A partir de la luz solar las zooxantelas realizan fotosíntesis para obtener energía y nutrientes. Parte de esos nutrientes son transferidos a los tejidos de los corales, y ayudan a la producción del esqueleto de carbonato de calcio. Debido a que las zooxantelas necesitan de la luz solar, los arrecifes coralinos se encuentran en aguas someras (a no más de 50 metros de profundidad), claras y limpias para que los rayos del sol puedan llegar hasta los corales a través del agua (Figura 2). Los corales también se alimentan de organismos del zooplancton (animales microscópicos que se encuentran suspendidos en el agua) o de pequeños peces, dependiendo del tamaño de los pólipos. Los pólipos capturan el alimento por medio de sus tentáculos durante la noche.



Figura 2. Zooxantelas (bolitas verdes) en pólipos de coral. Fotografía: Flower Garden Banks, National Sanctuary - NOAA

3.- (c) Por medio de reproducción sexual y asexual. Durante la reproducción sexual los pólipos de la mayoría de las especies arrojan sus gametos (óvulos y espermatozoides) a la columna de agua durante la noche (Figura 3). Los óvulos son fecundados en la columna de agua y se convierten en larvas, las cuales se desarrolla un tiempo en la columna de agua para después fijarse en el fondo marino y dar origen a nuevos pólipos. Algunas especies también se reproducen asexualmente, a partir de fragmentos que se rompen de las colonias y que se adhieren en el substrato para formar nuevas colonias.



Figura 3. Expulsión de óvulos a la columna de agua. Fotografía: NOAA, Dominio Público.



Figura 4. Sistema Arrecifal Mesoamericano. Fotografía: Ian Morton, CC BY 2.0.

4.- (b) Existen diversas barreras rompeolas naturales, un ejemplo de estas son las formaciones arrecifales que se encuentran sumergidas enfrente de las costas y que sirven de protección, reduciendo la intensidad del oleaje y previniendo inundaciones de tormenta. Las barreras arrecifales están formadas por masas calcáreas secretadas por los pólipos durante miles de años. Un ejemplo es el Sistema Arrecifal Mesoamericano, que se extiende 1000 kilómetros a lo largo de la costa del Caribe desde México hasta Honduras (Figura 4). Es la segunda formación arrecifal más importante del mundo, después de la Gran Barrera Arrecifal Australiana que tiene 2000 kilómetros de longitud.

5.- (c) Es importante conservar los arrecifes coralinos debido a muchas razones. Su sorprendente belleza es un gran atractivo para el turismo. Además, son de utilidad para los seres humanos por su efecto rompeolas que protege las costas. Y sin duda, por la biodiversidad que albergan, sirven de refugio a diferentes animales como caracoles, caballitos de mar y otros peces, almejas, anémonas, estrellas marinas y camarones. Algunos de los animales asociados a los corales se camuflan con estos, semejando su coloración y patrones superficiales. Otros animales, como los peces se alimentan de sustancias mucosas o algas que se encuentran en la superficie de los corales.



Los arrecifes coralinos están siendo impactados por el calentamiento global. La elevación de la temperatura de los océanos resulta en la expulsión de zooxantelas, debido a que no toleran altas temperaturas. Esto tiene como consecuencia que los corales se vuelvan blancos, proceso que se conoce como blanqueamiento y es considerado como una de las principales amenazas a la salud global de los arrecifes coralinos. Actualmente no se sabe si los corales serán capaces de adaptarse al calentamiento de los océanos tropicales (Figura 5).



Fig. 5. Arrecife coralino mostrando la diversidad de animales que alberga. Fotografía: Greg Lecoeur, tomada de página de uso público de internet (<https://bit.ly/3iMMtvF>).

Midiendo a México

Octavio Rojas-Soto

Red Ecología Evolutiva, INECOL

octavio.rojas@inecol.mx

Siempre ha existido la necesidad de conocer dónde vivimos; desde los inicios de las civilizaciones los humanos han deseado conocer, describir y sobre todo medir las cosas, y los territorios no son la excepción. En el México antiguo sus habitantes conocían bien las regiones que habitaban y sus extensiones. Sin embargo, en la actualidad y ante los grandes cambios y alteraciones que está sufriendo el país, es necesario tener certeza y claridad sobre las dimensiones de México. **En esta trivia pongo a prueba tu conocimiento sobre las medidas de México y otros datos relacionados muy interesantes que debes conocer.**

Preguntas

1 ¿Cuánto mide el territorio total de México? (incluyendo sus islas) Fig. 1.

Para que tengas una unidad de medida común, recuerda que un km^2 equivale más o menos a ciento cincuenta (150) canchas de futbol.

- a) Aproximadamente 1 millón de km^2
- b) Aproximadamente 2 millones de km^2
- c) Aproximadamente 3 millones de km^2



Figura 1. Imagen satelital de México. Tomada de <https://bit.ly/3zBWe68>



Figura 2. Perímetros de México. Se muestran los litorales (líneas verdes) y fronteras (anaranjadas).

2 ¿Cuál es el perímetro continental de México? Fig. 2.

Toma en cuenta que si sumamos el perímetro de 25 canchas de futbol tendríamos aproximadamente 10 kms.

- a) 11, 714 km
- b) 15, 518 km
- c) 19, 190 km

3 ¿Cuál es la isla más grande de México? Fig. 3.

- a) La Isla Tiburón
- b) La Isla Cozumel
- c) La Isla Ángel de la Guarda



Figura 3 - Imagen tomada de Estudio Oceanográfico, Fotos Sonora, México. <https://bit.ly/3wKeOXW>



Figura 4. Imágenes del volcán Pico Orizaba <https://bit.ly/3wRqRCR> y una vista satelital de la Laguna Salada, Baja California. Tomada de NASA, Estación Espacial Internacional según la fuente -<https://bit.ly/2TLgwMS>, Dominio público.

4 ¿Cuál es la mayor y la menor elevación del país? Fig. 4.

- a) 5,610 m y -12 m
- b) 5,731 m y -7 m
- c) 5,347 m y -3 m

5 ¿Cuál es la cadena montañosa más grande del país? Fig. 5.

- a) La Sierra Madre Occidental
- b) La Sierra Madre Oriental
- c) El Eje Volcánico Transversal

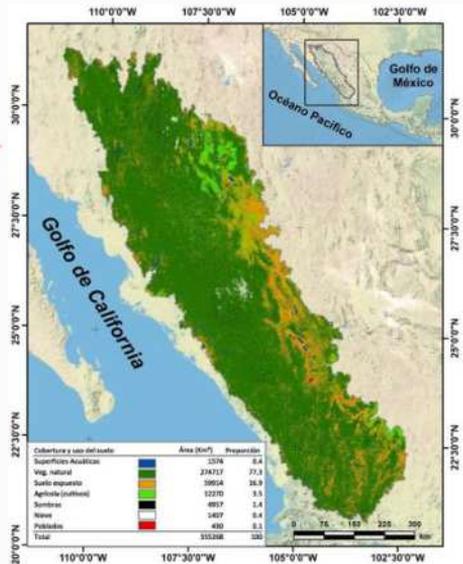


Imagen tomada de Hernández-Guzmán, R., & Ruiz-Luna, A. 2016. En La Trucha Dorada Mexicana. Ruiz-Luna, A. & García-de León, F. J. (Eds.). CIAD, CONACYT, CIB. México.

Respuestas



1 México abarca una extensión territorial cercana a los 2 millones de km².

Exactamente, son 1,964,375 km², de los cuales 1,959,248 km² son superficie continental y 5,127 km² son superficie insular. Estos datos pueden variar en unos 10,000 km² ya que depende del sistema de proyección utilizado para medir.

2 El perímetro del país continental es de 15,518 km,

de los cuales 11,122 km son litorales y 4,310 km son fronteras con Estados Unidos, Guatemala y Belice.

3 La Isla Tiburón ubicada en Sonora, es la más grande de

México, con 1,498 km². Le siguen por su extensión la Isla Ángel de la Guarda, Baja California, con 931 km² y la Isla Cozumel, Quintana Roo, con 477 km².

Datos interesantes:

El país está dividido por el Trópico de Cáncer casi por partes iguales y ocupa el sitio 14 entre los países más extensos del planeta.

México cuenta con miles de cuerpos insulares (islas, arrecifes y cayos) cuya superficie equivale al 0.3% del total del territorio nacional. Es interesante que el 42% de ellos se encuentran en el Golfo de California.





4 La máxima elevación de México corresponde al volcán Pico de Orizaba

con una altura de 5,610m sobre el nivel medio del mar. Le siguen los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl con 5,500m y 5,220m, respectivamente. La menor elevación conocida para México es de -12m (es decir, una depresión por abajo del nivel medio del mar) y corresponde con la Laguna Salada en Baja California.

5 Dentro de todos los relieves presentes en México, la Sierra Madre Occidental destaca porque

ocupa una sexta parte del territorio mexicano, a través de sus 1,500km de longitud en el oeste del país; con una anchura promedio de 150km y alturas hasta de 3,000m sobre el nivel medio del mar. Cabe destacar que, en México, más del 65% del área del país se encuentra por encima de los mil metros sobre el nivel del mar y cerca de 47% de la superficie tiene inclinaciones superiores a 27%. Lo anterior se ejemplifica en el accidentado relieve del territorio, con muchas zonas altas y bajas, en especial el de la Sierra Madre Occidental.

¿CUÁNTOS ACIERTOS
TUVISTE?



BIOTRIVIA: AVE Y PRESA

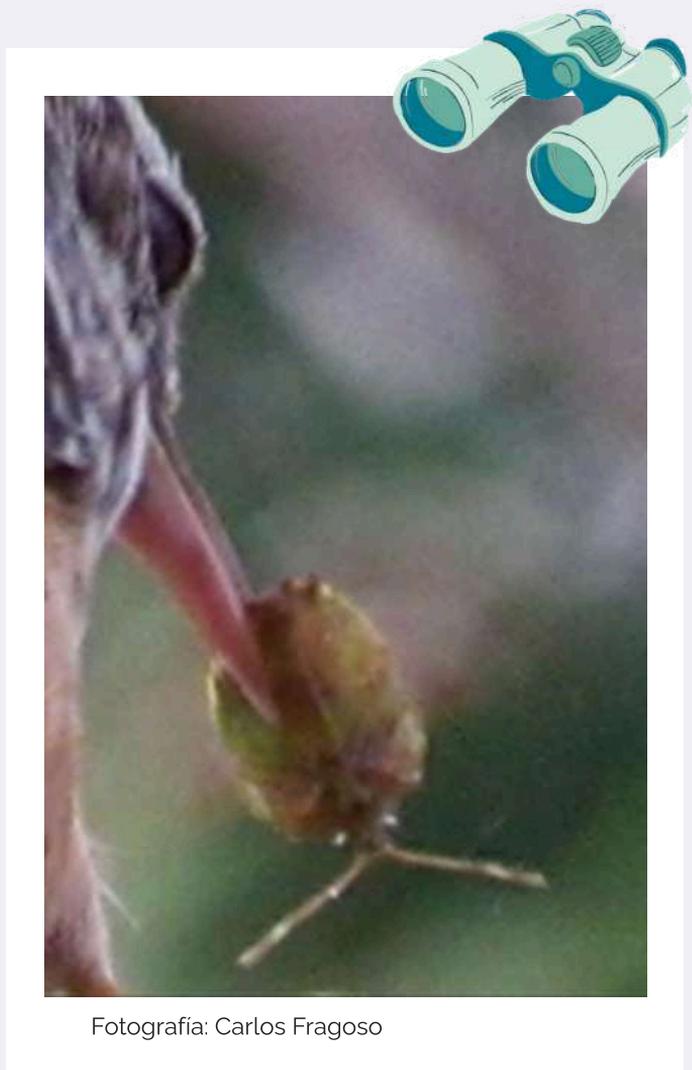
Carlos Fragoso

Red de Biodiversidad y Sistemática, INECOL

carlos.fragoso@inecol.mx

La siguiente fotografía ilustra a un ave alimentándose de un insecto inmaduro. Tomando en cuenta que la fotografía fue tomada en la ciudad de Xalapa, Veracruz, México sobre una enredadera, los dos organismos involucrados son:

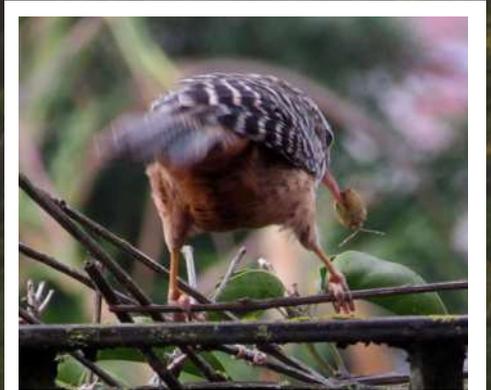
- A) Una Matraca tropical y un escarabajo.
- B) Una primavera y un escarabajo.
- C) Una Matraca tropical y una chinche.
- D) Una primavera y una chinche.



RESPUESTA

C) Una Matraca tropical y una chinche.

La matraca tropical (*Campylorhynchus zonatus*) se distribuye en la zona del Cofre de Perote, por debajo de los 1,800m y tiene el vientre de color canela. Las chinches son hemípteros, cuyos estadios inmaduros son parecidos a los adultos. Estas chinches (*Edessa meditabunda*) no son originarias de nuestro país, se alimentan de plantas y pueden convertirse en plagas importantes.



Matraca Tropical y chinche.
Fotografía: Carlos Fragoso

ACERCA DEL AVE

Las matracas son un grupo de aves del género *Campylorhynchus* (familia Troglodytidae) que incluye 13 especies, ocho de las cuales se distribuyen en México. Su alimentación es a base de invertebrados.

La matraca tropical (*C. zonatus*) se distribuye en el este y sur de México, Centro América, Colombia y Ecuador. En México es residente todo el año. Es muy similar a la matraca serrana (*C. megalopterus*), pero se pueden diferenciar por el color más café en el vientre de *C. zonatus*. Las dos especies también se separan por la distribución. La matraca tropical es muy común en la ciudad de Xalapa y pueblos cercanos, habitando en altitudes de 1,140-1,600m.

En cambio, la matraca serrana no se encuentra por debajo de los 1,800m de altitud y es más común en las faldas del Cofre de Perote (la séptima montaña más alta de México), y en la región de Orizaba-Córdoba, Veracruz.

¡CLARO, DEBÍ
SUPONERLO!



ACERCA DEL INSECTO

El insecto que está depredando esta ave es una chinche fitófaga (Hemiptera) de color verde de la Familia Pentatomidae.

Al ser fitófaga, significa que la chinche se alimenta de la savia de las plantas y, de hecho, es una plaga importante de varios cultivos, entre ellos la soya, alfalfa y arroz. Se trata de una especie invasora originaria de América del Sur.

En la foto se muestra uno de los últimos estadios de la chinche *Edessa meditabunda*. El desarrollo de las chinches se conoce como "hemimetábolo", lo que significa que no tienen una metamorfosis completa. Es decir, en los hemípteros no hay larvas sino ninfas que son parecidas al adulto, pero de menor tamaño. Debido a que crecen por medio de mudas, después de cada muda las ninfas aumentan de tamaño y en el último cambio se convierten en adultos sexualmente maduros con alas.

Para saber más:

C. zonatus

[Click aquí](#)

C. megalopterus

[Click aquí.](#)

Y Biblioteca Digital.

[Click Aquí](#)

Agradezco a la Dra. Patricia Rojas por la determinación de la especie de chinche.



Matraca tropical, Fotografía: Carlos Fragoso

PINTO DESDE EL HEMISFERIO DERECHO DE MI CEREBRO...

Salvador Mandujano

Red de Biología y Conservación de Vertebrados, INECOL



Hace muchos años alguien me preguntó: "Salvador ¿qué piensas mientras pintas?", recuerdo que volteé y le contesté: "Amigo, si pensara mientras pinto, entonces no pintaría". Nos reímos.

Para mi, y similar a muchas otras actividades como jugar y caminar con mis hijos, andar en bici, tocar guitarra, reírse con los amigos, bailar, contemplar el bosque, escuchar arroyos, leer novelas, pasear con mis perros, conocer nuevos sitios, sentarse a comer y degustar un buen platillo, y tantas otras cosas, lo hago según entiendo, a través del hemisferio derecho del cerebro



De las series "Primates" y una nueva que aun no nombro: Monos aulladores, acrílico sobre tela texturizada, 70x50 cm, SMR 2013 (en propiedad de Alejandro Estrada). Tapir con cría, acuarela sobre papel, 18x 24 cm, SMR 2021.

Lo mismo sucede cuando estoy frente a un lienzo en blanco con mis pinceles, colores y demás equipo listo para iniciar. Como no soy profesional dedicado al arte, entonces **me permito fluir por donde mi mano me lleve sin preocuparme mucho acerca de nada.** Confieso que no tengo ninguna historia que contar detrás de cada cuadro realizado. No hago pintura intelectual de acuerdo a ninguna escuela ni pensamiento artístico.

Me confieso un simple aprendiz y eso me hace sentir libre. Comento además otro punto importante para mi: el resultado final, es decir la pintura, no es el objetivo principal.

Para mi lo importante es el proceso en sí de pintar, dejar la mano haga su trabajo, mis ojos vayan mirando lo que sucede, a veces hasta bailar frente al lienzo, pero sobre todo disfrutar todo ese proceso.

A veces salen buenos cuadros y otras veces no tanto, pero no eso no me importa.



De una serie muy reciente de "Aves":
Técnica acuarela sobre papel Fabriano y Canson, 25x30 cm, y 14x21.6 cm, SMR 2021.



De las series temáticas "Lobos" y "Felinos":
Lobo azul, óleo sobre tela montada en madera, 80x90 cm, SMR 2009. Jaguar, , acrílico sobre tela texturizada, 110x70 cm, SMR 2013

Si no disfruto,
no pinto.

Te invito a visitar mi galería virtual donde tengo varias "exposiciones" temáticas.

[Click aquí](#)



De las series "Guacamayas" y "Felinos": Guacamayas rojas, acrílico sobre tela texturizada, 110x70 cm, SMR 2013. Jaguar, acuarela sobre papel Fabriano, 18x24 cm, SMR 2021.

Por cierto, la variedad del gusto humano me ha permitido darme cuenta que, algunos de los cuadros que a mi me han gustado, a otras personas no tanto; y lo contrario, cuadros que no me han gustado resulta que luego gustan mucho.



Me parece divertido. Desde 1995 he abordado varias temáticas y técnicas. Comparto con ustedes a través de **Eco-Lógico** una muestra de pinturas enfocadas a la fauna silvestre.



De la serie temática "Venados": Los Jefes, óleo sobre tela, 905x140 cm, SMR 2004. Venados, óleo sobre tela texturizada montada en madera, 150x90 cm, SMR 2009. Venados bajo el sol, técnica mixta sobre tela, 50x40 cm, SMR 2004.

¡Les agradezco y envío abrazos!



ANÉCDOTAS DE BOTAS Y BATAS

Fotografía p. 115 y 116: NWei Pan, Unsplash.

Anécdota: Mi amigo de la selva

Octavio Pérez-Maqueo
Red de Ambiente
y Sustentabilidad, INECOL



Muy probablemente lo que voy a contar, le habrá sucedido a varios de los lectores. Sobre todo, si acostumbran salir al campo. Durante aproximadamente un año estuve trabajando en la región de los Chimalapas. Nos metíamos quince días en la Selva, regresábamos a la ciudad de México para procesar material de colecta y volvíamos nuevamente a la selva. Era cansado pero fascinante. De hecho, llega uno a sentir la misma nostalgia al dejar la vida citadina y al abandonar la maravilla que es estar en contacto pleno con sitios llenos de vida.

Las aventuras y experiencias que deja trabajar en esos ambientes son muchas. Sin embargo, quisiera enfocarme en una de ellas. Resulta ser que al regreso de la última de mis salidas se me comenzó a hinchar el tobillo. Lo primero que pensé fue que probablemente me lo había torcido o que la bota de hule (por cierto, lo mejor para el campo) me había lastimado la piel. **Después de varios días comencé a preocuparme porque además de la hinchazón comenzaba a sentir, a ciertas horas, una especie de cosquilleo y comezón que posteriormente se convertiría en dolor.** Fijándome con detalle, vi que lo que tenía era un pequeño hoyo que me supuraba de vez en cuando. Lo platiqué con varios de mis amigos y familiares, les mostré mi tobillo y los más experimentados inmediatamente me dijeron que había sido poseído por un colmoyote.





No voy a entrar en lo interesante que es el ciclo de vida de estas moscas, ni en la enfermedad que ocasionan (googléenlo). Esto es algo más personal. **Una vez diagnosticado, comenzaron las sugerencias para solucionar mi problema.** ponte barniz o pegamento, no vayas con un doctor porque te va a operar y no lo saben quitar, ponte un trozo de jamón, o la de mi abuelo quien vivió mucho tiempo en el campo y estaba acostumbrado a estos bichos... " nosotros para sacarlos nos encajábamos una espina, si quieres te ayudo" – No gracias. Obviamente tampoco faltó la idea del compañero investigador a quien le gusta experimentar en pie ajeno... "Déjatelos hasta que te salga una mosca".

Si no hubiera sido por la comezón y el dolor que causaba y que realmente aún es necesaria otra fase fuera del hospedero para ver a la mosca, quizá ésta hubiera sido mi primera elección. Finalmente, me decidí por la más orgánica, ponerme un trozo de jamón. La idea atrás de esta solución es totalmente funcional, ya que la larva, por alguna razón que todavía no logro entender y que en cierta forma me parece un poco ofensiva, preferiría un pedazo de carne procesada.

Aunque en muchos casos el jamón funciona, no en el mío. La larva eligió quedarse conmigo y estuvimos juntos unos días más hasta que decidí ponerle fin a la situación. Una noche, esperé a que comenzara la comezón y el dolor, se abrió un poco el poro donde habitaba y cuando se asomó, con unas pinzas saqué parte de la larva y no tuve mayor complicación. **Así, mi encuentro con el colmoyote es uno de los tantos recuerdos de la maravillosa experiencia de haber estado un año en los Chimalapas. Pero como muchas cosas en la vida, hay que disfrutar, dejar ir y seguir adelante.**

¡LLÉVAME A CONOCER
LA CIUDAD!







ECONOTICIAS

Fotografía p. 119 y 120: Ono Kosuki, Pexels



ESTUDIANTES GRADUADOS EN INECOL

De 21 de marzo a 21 de junio 2021

Fotografía: Joshua Hoehne, Unsplash

¡MUCHAS FELICIDADES!



JORGE RAMOS LUNA

Maestría en Ciencias

El documental: una estrategia de vanguardia para mejorar las perspectivas de conservación de primates silvestres mexicanos

Director: Dr. Juan Carlos Serio Silva

XIMENA CONTRERAS VARELA

Maestría en Ciencias

Efectos de la viabilidad y carga de polen en la polinización y vigor de la progenie de *Cucurbita moschata* Duchesne (Cucurbitaceae)

Directores: Dr. Armando Aguirre Jaimes y Dr. Mauricio Quesada Avendaño



BRENDA YOSUKI VILLEGAS RAGOZA

Maestría en Ciencias

Riqueza, abundancia y diversidad de aves del bosque seco tropical de la Sierra de Vallejo (Nayarit, México) bajo diferentes condiciones de perturbación

Directores: Dr. Jesús Alejandro Espinosa de los Monteros Solís y Dra. María Esher Quintero Rivero

PAULO SERGIO HARO GALVÁN

Maestría en Ciencias

Variación poblacional del canto de anuncio y patrones de actividad acústica de *Dryophytes arenicolor* y *Dryophytes eximius* (Anura: Hylidae) en Villa Guerrero, Jalisco, México

Dr. Alberto González Romero y Dr. Fernando González García



DIANA MARÍA MÉNDEZ ROJAS

Doctorado en Ciencias

Respuesta ecológica de los estafilínidos a diferentes usos de suelo: el caso de los cafetales de sol andinos desde una perspectiva de paisaje

Directores: Dr. Federico Escobar Sarria y Dr. Carlos Andrés Cultid Medina

Eco-Lógico

LAS CIFRAS DE LA REVISTA SON:



62

Artículos



128

Autores



12,654

Lectores



43

Redes académicas e
instituciones externas



37

Países donde se
consulta la revista

Te invitamos a participar en las diferentes secciones de la revista.
Puedes encontrar la guía de autores **AQUÍ.**

Autores externos al INECOL, favor de contactar al Comité Editorial en:
eco-logico_MS@inecol.mx.

Países en donde ya nos leen



[Click aquí para ampliar imagen](#)

México, Colombia, Brasil, Perú, Ecuador, USA, Costa Rica, Argentina, Guatemala, Chile, Venezuela, España, Bolivia, Panamá, Uruguay, El Salvador, Francia, Canadá, Sudáfrica, Holanda, República Dominicana, Alemania, Finlandia, Paraguay, Australia, UK, Bélgica, Cuba, Nicaragua, Israel, India, Italia, Luxemburgo, Mozambique, Puerto Rico, Singapur, Honduras.

¡Gracias por compartirla!

FORMA PARTE DE
Eco-Lógico

Eco-Lógico, año 2, volumen 2, No. 2, abril - junio (verano) 2021, es una publicación trimestral editada por el Instituto de Ecología, A.C., carretera antigua a Coatepec No. 351, Xalapa, Veracruz, C.P. 91073, Tel. (228) 842-1800, <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/eco-logico>. Editor responsable: Ma. Luisa Martínez Vázquez. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2021-090106574400-203, ISSN electrónico en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número: Debora Lithgow Serrano, carretera antigua a Coatepec No. 351, Xalapa, Veracruz, C.P.91073, fecha de última modificación, 23 junio 2021.

AÑO 2 · VOLUMEN 2 · NÚMERO 2 · ABRIL - JUNIO (VERANO) · 2021 ·