

Eco-Lógico

Revista de divulgación científica



Hecho en INECOL

El potencial del
océano ante el
cambio climático

COP26

¿De quién es
responsabilidad
cuidar el planeta?
¡Todos al rescate!

TRIVIAS Y ARTE

¿Qué tanto sabes sobre el
clima y animales marinos?

¡**Descúbrelo con estos
tests!**

CIENCIA HOY

¡Huracanes y arrecifes!

ESTA REVISTA ES UNA PUBLICACIÓN TRIMESTRAL

AÑO 2
Vol. 2 No. 3
Julio - septiembre
Otoño 2021

Eco-Lógico

Año 2 / volumen 2/ número 3 / julio - septiembre
(otoño) 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 Frago, 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. 3, julio - septiembre (otoño) 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, 07 octubre 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 dirigirla a eco-logico_MS@inecol.mx.

Fotografía de portada: Margot Richard, Unsplash.



Fotografía: Porapak Apichodilok, Pexels.

PRESENTACIÓN

El próximo noviembre tendrá lugar la Conferencia de las Partes (COP-26). La reunión organizada por las Naciones Unidas que se enfoca en el cambio climático. La COP 26 girará alrededor de 4 objetivos:

- 1) Cero emisiones de gases de efecto de invernadero (eliminar el uso de combustibles fósiles; detener la deforestación; acelerar el cambio a vehículos eléctricos, generación de energía renovable).
- 2) Protección de las comunidades y hábitats naturales (proteger y restaurar ecosistemas, disminuir el riesgo de las poblaciones humanas frente a los efectos del cambio climático)
- 3) Financiamiento para las acciones 1 y 2.
- 4) Trabajando juntos: el problema somos todos, la solución somos todos.

Así, conscientes de la relevancia de dicha reunión, el tema central del número de otoño de **Eco-Lógico** gira alrededor del Cambio Climático (CC) y las acciones que podemos tomar para mitigarlo. **Diversos investigadores del INECOL e instituciones hermanas realizan trabajos relacionados con los objetivos de la COP-26. Así, en la sección "Hecho en el INECOL" damos inicio con el tema de la emisión de gases de efecto de invernadero.** Se muestran resultados de estudios enfocados en la posibilidad de almacenar estos gases en ecosistemas naturales, como los humedales, o bien de reducir su emisión por medio de energías renovables generadas a partir del océano. En cuanto a la protección de los ecosistemas naturales para disminuir el riesgo de las poblaciones humanas, los artículos abordan temas diversos como las reservas de la biosfera y los parques urbanos. Sin duda, **la solución a los problemas ambientales somos todos y requiere de la participación de diferentes sectores de la sociedad**, tal y como lo muestran los trabajos que abordan los paisajes complejos y el uso del agua. Las acciones de restauración y conservación redundan en el mantenimiento del funcionamiento de los ecosistemas en procesos que permiten la polinización y también el control de la transmisión de enfermedades por medio de vectores. **En la sección "Ciencia Hoy" se presenta la relevancia de los humedales como elemento de protección contra los huracanes.** Se aborda, además, una estrategia para obtener el financiamiento necesario para la restauración de los arrecifes de coral después del impacto de los huracanes, cuya frecuencia e intensidad podrían verse incrementadas con el CC. **Los "Jóvenes Científicos" también exploran el impacto del incremento del nivel del mar sobre los humedales, así como estrategias para restaurar manglares.** Nuevamente, la diversidad y las interacciones biológicas (como la transmisión de enfermedades), que podrían verse modificadas cobran relevancia y son analizados. Por último, **en las preguntas de "¿Qué tanto sabes?" retamos al lector a que pruebe sus conocimientos sobre el cambio climático** y sus posibles impactos en uno de los bosques más especiales, el bosque de niebla. **En las Biotrivias, se muestran fotos interesantes que parecen de otro mundo ... pero ¡no lo son!** Concluimos con **anécdotas divertidas de batas y botas y una hermosa expresión artística de temas relacionados con la naturaleza.** ¡Esperamos que lo disfruten!

El Comité Editorial



Fotografía: Anaterate, Pixabay

CONTENIDO

RESERVAS DE CARBONO EN SUELOS DE HUMEDALES COSTEROS

Patricia Moreno-Casasola y María Elizabeth Hernández Alarcón

LA ENERGÍA DEL OCEANO COMO ALTERNATIVA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO

Ma. Luisa Martínez, Gabriela Vázquez, José García-Franco y colaboradores

AROMA DE BIOSFERA PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO

Sergio Guevara

PARQUES DE HUMEDALES URBANOS MITIGAN LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

María Elizabeth Hernández Alarcón, Patricia Moreno-Casasola, Hugo López-Rosas y José L. Marín Muñiz

CAMBIANDO PARADIGMAS PARA LA PROTECCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS

Martha Bonilla Moheno y Luciana Porter Bolland

DE CUMBRES CLIMÁTICAS, JÓVENES

Y MICROINICIATIVAS POR LA SUSTENTABILIDAD LOCAL

Carmen Maganda. Ramírez, María del Socorro Aguilar Cucurachi y colaboradores

LOS POLINIZADORES Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

Armando Aguirre-Jaimes, Vicente Hernández-Ortiz y José G. García-Franco

LAS FLORES DEL DESIERTO

Luis M. García Feria

CAMBIO CLIMÁTICO Y DENGUE EN XALAPA Y COATEPEC, VERACRUZ

Fredy Severo Mendoza-Palmero, José Luis Álvarez-Palacios, y colaboradores

LOS HUMEDALES DISMINUYEN EL IMPACTO DE LOS HURACANES:

Robert Costanza, Sharolyn J. Anderson, Paul Sutton, Kenneth Mulder y colaboradores

EL SEGURO PARAMÉTRICO PARA ARRECIFES DE CORAL CONTRA

HURACANES: ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN Q. ROO, MÉXICO

Alfredo Arellano Guillermo

HUMEDALES COSTEROS Y EL AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR

Edgar Abel Sánchez-García y Patricia Moreno-Casasola

RESTAURACIÓN DE MANGLARES: CLAVE PARA COMBATIR EL CAMBIO CLIMÁTICO

Alejandro Corona-Salto y Humberto M. Romero Uribe

DIVERSIDAD DE DIVERSIDADES ¿PARA QUÉ TANTAS Y PARA QUÉ SIRVEN?

José D. Rivera y Mario E. Favila

CAZADORES DE MICROBIOS EN LAS MOSCAS DE LA FRUTA

Manuel Ochoa-Sánchez y Martín Aluja

LOS JEJENES Y SU IMPORTANCIA EN LA TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES

Juana Durán Luz, Sergio Ibáñez Bernal y María Teresa Suárez Landa

¿QUÉ TANTO SABES? EL CLIMA ES MUY COMPLEJO

Víctor Magaña

¿QUÉ TANTO SABES? BOSQUE DE NIEBLA

Guadalupe Williams-Linera

BIOTRIVIA: ¿ALIENS EN TU JARDÍN?

Carlos Frago

BIOTRIVIA: ANIMALES MARINOS Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

Alejandra Alamillo Paredes

LA ESENCIA DE LOS COLORES

Jill Taylor

DE CAMARONES, PAROS ESTUDIANTILES Y BACTERIAS

Frederique Reverchon

PROPÁGULOS DE LA SUERTE

Janaina dos Santos García

GRADUADOS EN INECOL

Periodo 21 de Junio a 21 de Septiembre, 2021

HECHO EN EL INECOL

P. 7

P. 13

P. 19

P. 29

P. 35

P. 43

P. 51

P. 59

P. 65

CIENCIA HOY

P. 73

P. 79

JÓVENES CIENTÍFICOS

P. 87

P. 93

P. 99

P. 107

P. 113

TRIVIAS Y ARTE

P. 121

P. 127

P. 133

P. 135

P. 139

DE BATAS Y BOTAS

P. 143

P. 145

ECONOTICIAS

P. 149



P. 5 y 6. Galaxia. Fotografía: FelixMittermeier, Pixabay

Hecho en el INECOL

RESERVAS DE CARBONO EN SUELOS DE HUMEDALES COSTEROS

Patricia Moreno-Casasola*

Red de Ecología Funcional, Instituto de Ecología A.C.

María Elizabeth Hernández Alarcón

Red de Manejo Biotecnológico de Recursos, Instituto de Ecología A.C.

*patricia.moreno@inecol.mx

Vegetación costera. Fotografía: Vinisa Romero

De acuerdo con el reporte más reciente del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), el incremento actual de 1.1 °C de la temperatura global, respecto a la época preindustrial, ya está afectando en muchos fenómenos climáticos extremos en todo el mundo, y se proyecta que en los próximos 20 años se incrementará 1.5 °C, uno de los límites del Acuerdo de París para final de siglo. **Si no se hiciera nada, al ritmo actual de emisiones de gases de efecto invernadero, la temperatura llegaría a un aumento de 4.4 °C para final de siglo, lo cual pone en riesgo la vida en el planeta.** Se ha planteado que, en el escenario más optimista, se puede conseguir que la temperatura vuelva a bajar y el aumento se quede en 1.4 °C. Ello lleva a la sociedad, a los gobiernos y a los académicos a buscar soluciones rápidas y eficientes para ayudar a reducir el incremento de temperatura.

Desde hace algún tiempo se ha reconocido que la captura de carbono por los ecosistemas es una alternativa de bajo costo para mitigar las emisiones de carbono a la atmósfera.

En numerosos estudios se ha dicho que los humedales son una solución natural que ayudan a reducir la emisión de carbono a la atmósfera, contribuyendo a mitigar el cambio climático.

En este artículo queremos mostrar cómo los humedales del mundo y específicamente los humedales costeros mexicanos pueden ayudar a nuestro país a cumplir en parte con sus compromisos en el Acuerdo de París. Este acuerdo sobre el cambio climático reconoce la función que desempeñan los humedales al limitar la cantidad de carbono presente en la atmósfera. Son una solución fundamental al principal reto al que nos enfrentamos: cómo afrontar el cambio climático y al mismo tiempo limitar el calentamiento global.



Echinodorus andrieuxii en un popal. Fotografía: G. Sánchez Vigil

Los humedales son zonas de transición entre ecosistemas terrestres y acuáticos, que se caracterizan por tener el suelo inundado o saturado de agua por largos periodos y que permiten el crecimiento de vegetación adaptada a vivir bajo dichas condiciones. Nuestro país tiene más de 11,000 km de costas. A lo largo de ellos hay grandes superficies de humedales costeros: arrecifes, pastos marinos, lagunas costeras, manglares, selvas inundables y humedales herbáceos (popales y tulares). **Estos ecosistemas ocupan las tierras bajas donde hay impacto del oleaje el agua marina la cual penetra tierra adentro cada vez mas, y donde bajan las aguas de escurrimiento superficiales y subsuperficiales (Figura 1).**

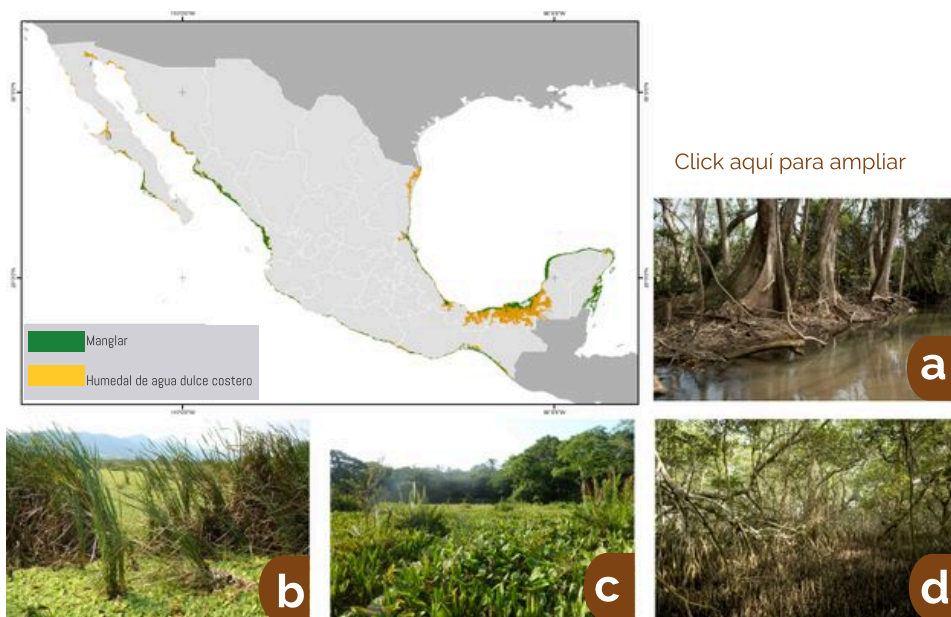
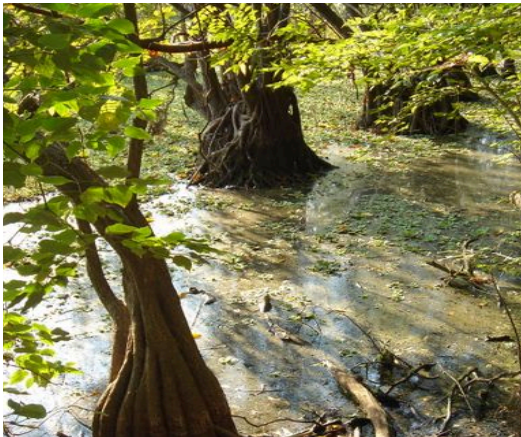


Figura 1. Distribución de los humedales costeros en México. Puede verse que en todos los estados hay manglares y humedales de agua dulce. Las fotografías muestran imágenes de humedales arbóreos de agua dulce, como las selvas inundables (a), que en este caso son dominadas por apompo (*Pachira aquatica*), los tulares (b), los popales (c) y los manglares (d). Mapa elaborado con Roberto Monroy. Fotografías: Gerardo Sánchez Vigil.

Los humedales ocupan solo entre el 4 y el 6% de la superficie de la tierra, sin embargo, se consideran de suma importancia globalmente por su potencial para almacenar carbono. Dicha capacidad se debe a la alta productividad de la vegetación de los humedales, que captura el CO₂ atmosférico y lo convierte en carbono orgánico mediante la fotosíntesis. Cuando los residuos de las plantas llegan al suelo, éstos se descomponen lentamente debido a las condiciones anaerobias que predominan en los suelos inundados, favoreciendo la acumulación de materia orgánica semi- descompuesta llamada turba.



Figura 2. Suelo orgánico de un humedal herbáceo (popal) en la planicie costera de Veracruz. Fotografía: Adolfo Campos C.



Selva de apompo (*Pachira aquatica*).
Fotografía: P. Moreno-Casasola

En los humedales, la mayor parte del carbono almacenado se encuentra en el suelo (87% en promedio), mientras que el almacén de carbono de la biomasa aérea y raíces en promedio es el 13%. Estos datos contrastan con los almacenes de carbono en bosques terrestres, donde el carbono en el suelo representa sólo el 51% y el carbono de la biomasa aérea es el 35%, mientras que en las raíces y mantillo se encuentra el restante 14%.

De acuerdo con estudios realizados en el INECOL, a profundidades mayores a un metro, los suelos de algunos humedales costeros del sur de México (Veracruz, Tabasco y Chiapas) pueden almacenar grandes cantidades de carbono.

Los manglares almacenan de 482 a 1600 toneladas (t) de carbono por hectárea ($t\ C\ ha^{-1}$), las selvas inundables de 801 a 3023 y los humedales herbáceos de 692 a 1342 (Cuadro 1, Figura 2) (NOTA: 1 tonelada equivale a 1,000 kilogramos). El promedio del carbono almacenado en los ecosistemas terrestres mexicanos es de $62.5\ t\ C\ ha^{-1}$.

En este contexto, los manglares almacenan de 7.7. a 25.6 veces más carbono que los sistemas terrestres mientras que los humedales de agua dulce (selvas inundables y humedales herbáceos) de 11 a 49 veces más carbono que los ecosistemas terrestres.

Cuadro 1. Promedio del carbono almacenado en suelos de diferentes tipos de humedales costeros y su comparación con ecosistemas terrestres de acuerdo con la literatura. Los valores se presentan en t C ha^{-1} = Toneladas de carbono por hectárea (Nota: 1 tonelada equivale a 1000 Kg).

Ecosistema	Carbono (t C ha^{-1})
Ecosistemas terrestres de México	62.6 *
Manglares	
La Encrucijada Chiapas	1600 **
Centla, Tabasco	829 **
Boquilla de Oro y La Mancha, Ver.	482 **
Selvas inundables	
Centla Tabasco	3063 **
Boquilla de Oro y La Mancha, Ver	869 **
La Encrucijada Chiapas	802 **
Humedales herbáceos	
La Encrucijada Chiapas	1342 **
Centla Tabasco	1103 **
Boquilla de Oro y La Mancha, Ver.	692 **

* Herrera-Silveira, J., Camacho, R., Pech, Pech, J., Ramírez, R., Teutli, H. 2016. Dinámica del carbono (almacenes y flujos) en manglares de México. *Terra Latinoamericana* 34: 61-72.

**Sjogersten, S., Barrera-Bautista, B., Brown, C., Boyd, D., Lopez-Rosas, H., Hernández, E., Monroy, R., Rincón, M., Vane, C., Moss-Hayes, V., Gallardo-Cruze, J.A., Infante-Mata, D., Hoyos-Santillan, J., Vidal Solórzano, J., Peralta-Carreta, C., Moreno-Casasola, P. 2021. Coastal wetland ecosystems deliver large carbon stocks in tropical Mexico. *Geoderma* 403. En prensa. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115173>

Dicha comparación debe de tomarse con cautela, ya que el área de los humedales es menor que la de los ecosistemas terrestres. Sin embargo, es un hecho que las reservas de carbono en los humedales de agua dulce son altas y que dichos ecosistemas han sido ignorados en su función como sumideros de carbono a nivel nacional. Los manglares son el único tipo de humedal que está protegido en México. Sin embargo, los humedales de agua dulce no lo están, siendo los que más área ocupan en el país y frecuentemente tienen más carbono almacenado en sus suelos. En términos de valor de los servicios ecosistémicos por metro cuadrado, es mucho más valioso un metro cuadrado de un humedal de agua dulce que cualquier otro ecosistema terrestre.



Es importante mencionar que cuando los humedales son perturbados y se drenan o desecan, el carbono semi-descompuesto en sus suelos, se oxida fácilmente a CO_2 , regresando a la atmósfera, convirtiéndose en fuente y no sumideros de carbono.

Por otro lado, cuando los humedales se convierten a potreros inundables, el cambio del tipo de vegetación y la compactación del suelo altera el equilibrio de las comunidades de bacterias del suelo que producen y consumen metano, incrementando la emisión de este gas que tiene un potente efecto de invernadero.

Dada la relevancia de los humedales, resulta urgente contar con políticas públicas que impulsen la conservación de estos ecosistemas ubicados en las planicies costeras para que sigan siendo sumideros de carbono y ayuden a mitigar el calentamiento global.

Para saber más:

Hernández M.E. 2010. El papel de los suelos de humedales como sumideros de carbono y fuentes de metano. Terra Latinoamericana 28: 139-147

Hernández M.E y Moreno-Casasola P. 2018. Almacenes y flujos de carbono en humedales de agua dulce en México.

Maderas y Bosques 24 (n.sp.e.) e2401881

Hernández M.E. 2021. Carbono almacenado en los suelos de los humedales del Golfo de México: el oro negro desconocido y en peligro de desaparecer. Ecoblog mx, Número 4. Abril. [Click aquí](#)

Humedal con Ninfáceas flotando. Fotografía: G. Sánchez Vigil

LA ENERGÍA DEL OCÉANO COMO ALTERNATIVA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO

Ma. Luisa Martínez*

Instituto de Ecología, A.C.

Gabriela Vázquez

Instituto de Ecología, A.C.

José García-Franco

Instituto de Ecología, A.C.

Jorge López-Portillo

Instituto de Ecología, A.C.

Gonzalo Castillo-Campos

Instituto de Ecología, A.C.

Ana Laura Lara

Instituto de Ecología, A.C.

Debora Lithgow

Instituto de Ecología, A.C.

Astrid Wojtarowski

Colegio de Veracruz

J. Jesús Pale-Pale

Instituto de Ecología, A.C.

Rodolfo Silva

Instituto de Ingeniería, UNAM

*marisa.martinez@inecol.mx.

Fotografía: Linus Nylund, Unsplash



Aerogenerador en el mar. Fotografía: Shaun Dakin, Unsplash

En 2015, 197 países pertenecientes a la Organización de las Naciones Unidas firmaron los “Objetivos para el Desarrollo Sostenible” (ODS), conocidos también como Agenda 2030, pues ese año es el plazo perentorio para su cumplimiento.

Estos objetivos constituyen un plan maestro para conseguir un futuro sostenible para todos. Consideran diversos desafíos globales a los que nos enfrentamos día a día, abarcando aspectos socioeconómicos (desigualdad, pobreza, prosperidad, paz, justicia) y ambientales (clima, degradación ambiental). En particular, **el objetivo 7 se enfoca en la necesidad de contar con energía renovable y accesible, mientras que el 13 pretende la reducción de las emisiones de CO₂ para detener (o al menos mitigar) el calentamiento**

Los objetivos 7 y 13 son de gran relevancia y representan un reto, ya que, de manera predominante, la energía eléctrica se obtiene a partir del petróleo y del carbón. Esto produce elevadas cantidades de CO₂ que contribuyen al cambio climático. Por ello **es urgente contar con mecanismos de generación de energía que sean sustentables y amigables con el ambiente**, evitando la emisión de CO₂ hacia la atmósfera. Hasta el momento, las alternativas de energía renovable más estudiadas y utilizadas son el aprovechamiento de las energías hidráulica (presas), solar y eólica (del viento).

Recientemente la generación de energía eléctrica a partir de los océanos se está promoviendo a nivel mundial, y su desarrollo avanza día a día.

Según los acuerdos internacionales firmados, **México está comprometido a sustituir el consumo de combustibles fósiles por energía renovable para la obtención de electricidad.** Así, dando seguimiento a estos compromisos, y con una visión de compromiso con el ambiente, en 2015 se fundaron los Centros Mexicanos de Innovación en Energía (CEMIEs). Estos centros tienen por objetivo principal el desarrollo del conocimiento y la tecnología necesarios para producir energía eléctrica a partir de fuentes naturales, no contaminantes y amigables con el ambiente, como son: biocombustibles, viento, geotérmica, solar y del océano. Además, **en 2017 la Secretaría de Energía estableció que para 2050, el 50% de la electricidad generada en México debe provenir de fuentes renovables.**

Sin duda, los océanos ofrecen una oportunidad para obtener energía a partir del movimiento de las olas (Figura 1), las corrientes marinas, las mareas y los vientos que soplan sobre la superficie del océano. **En México, los océanos ofrecen una fuente importante de energía renovable, ya que contamos con más de 11,000 km de costa, y una extensión de 231,813 km² de mar territorial.** De hecho, a nivel mundial ocupamos el 15^o en extensión de costa. También es conveniente señalar que existe una cantidad importante de asentamientos humanos cercanos a la costa con una fuerte necesidad de electricidad. Esta combinación de factores amerita explorar la posibilidad de generar electricidad para estos asentamientos a partir de la energía de los océanos.



Figura 1. El movimiento de las olas puede generar energía eléctrica. Fotografía: Matt Paul Catalano, Unsplash



Figura 2. El uso de esta nueva tecnología debe estar en armonía con el ambiente, sin alterarlo. Flamencos en Ría Lagartos. Fotografía: José G. García-Franco, CEMIE-Océano

Es importante tener en cuenta que, además de no emitir CO₂, el desarrollo de **estas tecnologías también debe llevar implícita la conservación de los ecosistemas naturales** (Figura 2) y el respeto y la consideración de las localidades cuyo territorio será intervenido. Por ello, es fundamental analizar sus posibles impactos negativos para determinar las estrategias de prevención y mitigación correspondientes. Por lo reciente de estas tecnologías, no se tienen evaluaciones exhaustivas sobre sus impactos en el ambiente y en la sociedad, pero se pueden hacer proyecciones sobre las posibles consecuencias a partir del conocimiento generado hasta el momento.

El CEMIE-Océano es un equipo de trabajo conformado por 42 instituciones académicas (entre ellas, el INECOL) y más de 200 investigadoras e investigadores laborando a lo largo de 19 estados.

Es un grupo interdisciplinario que incluye diversas especialidades como son: ingeniería (dedicados al desarrollo de las nuevas tecnologías) (Figura 3); oceanografía (dedicados al estudio del océano); química (para el estudio de los materiales que se utilizarán). Así mismo, y por el compromiso de hacer que el desarrollo de tecnología no afecte negativamente al ambiente, en el CEMIE-Océano también participa un conjunto de expertos que analizan el componente ambiental.



Figura 3. Dispositivo de aprovechamiento de oleaje instalado en octubre de 2018 en Acapulco, Guerrero. Fotografía: Rodolfo Silva, CEMIE-Océano

En el INECOL se coordinan los proyectos enfocados en el ambiente. En este grupo participan diversas instituciones en las que se estudia: a) la descripción geomorfológica de las costas, para detectar zonas de mayor potencial de generación de energía oceánica; b) la flora (como algas microscópicas, manglares y dunas costeras) y fauna (incluyendo tortugas, aves y mamíferos marinos) para identificar zonas de alta vulnerabilidad ante los cambios producidos por la instalación de dispositivos generadores de energía; c) análisis del clima de la zona costera y exploración de mecanismos para el uso eficiente de la energía; d) análisis de los procesos durante el desarrollo de la tecnología y su impacto en el ambiente; y e) estudios con las poblaciones humanas para determinar su percepción y aceptación de las nuevas tecnologías.

En particular, en el INECOL realizamos estudios de monitoreo o diagnósticos ecológicos en sistemas terrestres (como playas, dunas, matorral costero) y acuáticos (como lagunas costeras y manglares) para conocer su estado de conservación. **Hemos hecho diagnósticos ambientales en algunas localidades costeras donde existe la posibilidad técnica para la obtención de energía eléctrica y se ha determinado que hay una necesidad de electricidad.**

Nuestro objetivo principal es establecer un conocimiento base en estas localidades con la finalidad de: 1) detectar zonas de alta diversidad en las que no sería recomendable la instalación de dispositivos generadores de energía debido al elevado riesgo ambiental; 2) establecer una línea base de condiciones ambientales previas a la instalación de dispositivos, para posteriormente comparar con monitoreos subsecuentes; 3) hacer un análisis de percepción social sobre estas nuevas tecnologías. **De esta manera se puede detectar la ocurrencia de cambios no deseables y que deberán evitarse y atenderse.**

Aparte de diversas publicaciones en revistas científicas internacionales, generamos un catálogo de las aves de Cozumel; un catálogo del fitoplancton de las lagunas costeras del Golfo de México y Caribe; y otro más sobre las plantas de las playas y dunas de Cozumel.

La energía del océano es una apuesta hacia el futuro, y ofrece la oportunidad de que México sea líder en el desarrollo de tecnologías que estén en armonía con el ambiente y

Agradecimientos:

El CEMIE-Océano es financiado por CONACYT-SENER Sustentabilidad Energética (proyecto FSE-2014-06-249795).

Para saber más:

Objetivos del Desarrollo Sostenible:

[Click aquí](#)

Cemie-Océano. [Click aquí](#)

AROMA DE BIOSFERA PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO

Sergio Guevara S.

Red de Ecología Funcional, INECOL

sergio.guevara@inecol.mx

Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas. Fotografía: Gerardo Sánchez Vigil



Catemaco.

Fotografía: Gerardo Sánchez Vigil

Las Reservas de Biosfera son adoptadas por la Conferencia de Naciones Unidas para el Cambio Climático, como un instrumento para mitigar los efectos del cambio climático en la diversidad biológica y cultural, por su larga experiencia, por su organización en redes, por su dominio del entorno regional, por su impulso a la integración del ambiente urbano y natural y por facilitar la movilidad de las especies en el territorio.

Además, **las Reservas de Biosfera son uno de los mejores medios a nuestro alcance para enfrentar los desafíos de mantener la biodiversidad**, la disponibilidad de recursos naturales y la producción de alimentos, ante el cambio climático. Su número, cobertura y experiencia regional y mundial en temas del desarrollo sustentable las hacen idóneas para innovar las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático.

El relato de su origen y desarrollo es parte de la larga y fructífera relación establecida entre un programa internacional y una institución de investigación mexicana: el Programa para El Hombre y la Biosfera, MaB de la UNESCO, creado en 1971 y El Instituto de Ecología, A.C. una flamante institución académica. Empezó cuando MaB preocupado por el destino de la biodiversidad y la diversidad cultural, amenazadas por el crecimiento económico y de la población, formó un grupo científico internacional con el fin de proponer un modelo innovador que protegiera la diversidad y la encuadrara en el bienestar humano.

El modelo, que se llamó Reserva de Biosfera, aseguraría la conservación de la diversidad biológica y cultural y demostraría que la gente depende de la diversidad ambiental y ésta de su relación histórica con la diversidad cultural (ver Figura 1). El modelo fue tan aceptado en todo el mundo que, hoy en día, 131 países suman 727 reservas de biosfera.

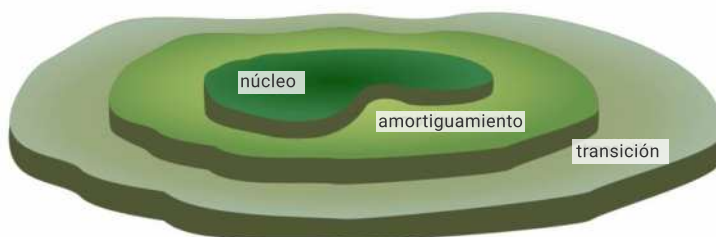


Figura 1. La reserva de biosfera tiene tres zonas: núcleo, amortiguamiento y transición. La zona núcleo, contiene la mayor diversidad biológica de la reserva, la zona de amortiguamiento la mayor diversidad cultural y de usos tradicionales con asentamientos originarios o campesinos y por último la zona de transición, donde hay núcleos urbanos, y nuevas experiencias pecuarias, forestales y agrícolas. Figura: Kerenha Hernández

En el grupo de diseño del nuevo modelo, participaron destacados científicos mexicanos, fundadores de instituciones académicas, cuyas experiencias e inquietudes se plasmaron en la definición de sus términos, su estructura y su funcionamiento. Resaltaron dos de sus aportaciones iniciales: i) la presencia humana es intrínseca a la diversidad biofísica, la cual se conoció como la modalidad mexicana de la reserva de biosfera, y ii) las instituciones de investigación tutelarán el desarrollo de las reservas, medida que dio un poderoso impulso a la investigación y al desarrollo de la escuela mexicana de ecología.

En México, el Instituto de Ecología A.C. (INECOL), participe desde el principio en el grupo de la UNESCO, apostó su propia organización, proyectos e investigaciones a las posibilidades que abrían las reservas de biosfera para manejar el territorio, conservar la biodiversidad y racionalizar el uso de los recursos naturales.

Esta convicción fue compartida por el gobierno de México, que las incorporó en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente promulgada en 1988, como uno de los instrumentos más convenientes para la conservación y el desarrollo sustentable en el país (ver Figura 2).



Figura 2. México tiene 41 reservas de biosfera, incluyendo la Reserva de Biosfera Mapimí en el Desierto Chihuahuense (1974), la primera que se decretó en América, y la Reserva de Biosfera La Michilia en la Sierra Madre Occidental (1979), ambas creadas y operadas por el Instituto de Ecología, A.C., que realizó ahí, estudios e investigaciones de gran trascendencia. Mapa Elaborado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, CONANP. Click para ampliar imagen

El vínculo de la UNESCO con el INECOL, aún perdura. Su proximidad, su comunicación y colaboración son cotidianos, como lo demuestra que los investigadores y funcionarios hayan ocupado altos puestos de dirección en el Programa MaB: la presidencia del Consejo Internacional de Coordinación, máxima autoridad del Programa, en tres ocasiones; la presidencia de la Red de Reservas de Biosfera de Iberoamérica y el Caribe, durante dos periodos; organizando y presidiendo dos Congresos Mundiales de Reservas de Biosfera (2008 y 2016) y uno iberoamericano (2010), y en distintos grupos y comités de trabajo, hasta la fecha.

Ante el cambio climático

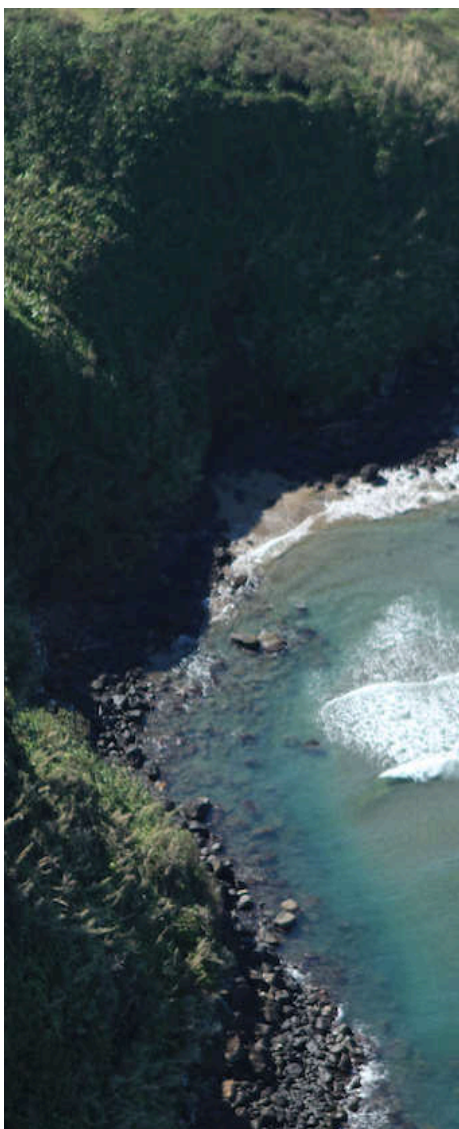
Cuando se crearon las reservas, su reto principal era detener la pérdida de la diversidad ocasionada por la destrucción del hábitat de las especies, por el menoscabo de los usos tradicionales debido al uso intensivo del suelo y por la excesiva extracción de los recursos naturales. En ese momento, los cambios globales no fueron explícitamente incluidos en su diseño, a pesar de lo cual, el modelo demostró ser tan potente y flexible, que, resulta idóneo para proponer medidas esenciales de adaptación y mitigación al cambio climático, como:

i) Facilitar el movimiento de plantas y animales lo que les ayuda a explorar una mayor extensión del territorio, para detectar nuevos sitios para su establecimiento, y así adaptarse a los cambios biofísicos que ocurren en el territorio como resultado del cambio climático.

ii) disminuir la emisión de gases de invernadero producidos por las actividades agropecuarias de gran escala y por el metabolismo urbano, y así contribuir a mitigar el cambio climático.



Sontecomapan
Fotografía: Gerardo Sánchez Vigil



Costa de Los Tuxtlas
Fotografía: Gerardo Sánchez Vigil

Para conseguirlo las Reservas de Biosfera cuentan con:

- Una amplia experiencia e información a escala mundial, sobre temas ambientales;
- Un gran acervo de conocimiento técnico y científico acerca de la distribución de la biodiversidad, y de los procesos ecológicos y los mecanismos que la mantienen;
- Un amplio repertorio de modalidades de vinculación entre la sociedad y la naturaleza;
- Una organización y gobernanza basada en la activa participación de los pobladores, los técnicos, científicos y planificadores. En este contexto, las decisiones y acuerdos han desarrollado su capacidad para solucionar los conflictos surgidos entre la conservación y el desarrollo.

Por estas características, las Reservas de la Biosfera son referentes para el diseño y adopción de políticas nacionales y regionales. Fortalecen el cumplimiento de los objetivos de programas, convenios y acuerdos internacionales dirigidos hacia la protección y conservación de la diversidad, la restauración de ecosistemas y paisajes, el desarrollo sustentable y para enfrentar los distintos retos del cambio climático.

A lo largo de 30 años, el INECOL ha enriquecido el modelo y sus perspectivas, en México, Iberoamérica y el Caribe, y en la Red Mundial, para hacerlo más versátil y flexible ante las nuevas condiciones del medio ambiente. Se pueden citar las tres iniciativas más recientes:

i) Convertir a las reservas de biosfera de áreas protegidas de la biodiversidad en áreas protectoras del bienestar humano, haciendo de cada reserva un centro de desarrollo regional (Figura 3).

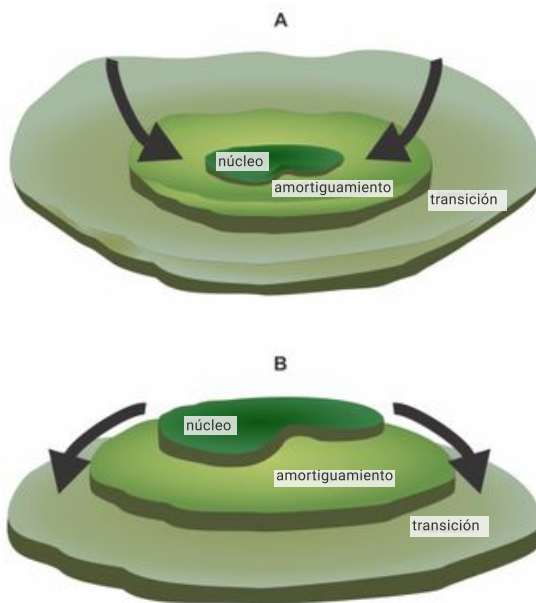


Figura 3. A. Diseño original de la reserva de biosfera. Hace énfasis en la conservación de la diversidad biológica (zona núcleo). Considera que las zonas de amortiguamiento y de transición que la rodean, solo mitigan el posible efecto de factores externos. Este diseño, centra la mirada de la reserva hacia su interior, sin reparar en el desplazamiento de las especies entre las tres zonas y por fuera de la reserva. Por eso, se le ha incluido como una categoría de Área Natural Protegida.

B. Cuando el manejo de la reserva se enfoca en la movilidad de las especies de plantas y animales, desde la zona núcleo, hasta la zona de transición y más allá, por fuera de los límites de la reserva, aumenta considerablemente su potencial para la conservación de la biodiversidad y para el aprovechamiento sustentable. Esto se debe a que la zona de amortiguamiento se convierte en zona de conectividad, y la zona de transición, en zona de restauración del paisaje. Esta última zona, adquiere mayor peso específico, pues ahí, se gestan nuevos métodos y técnicas para recuperar la estructura del paisaje. De esta manera se crean formas novedosas para el uso del suelo, debido a la mayor participación de la población, tendencia que vuelve la mirada de la reserva hacia su entorno regional

Figura elaborada por Kerenha Hernández

ii) Aplicar el modelo de reserva de biosfera al ambiente urbano para integrar el paisaje natural, transformado y urbano, y así lograr una planeación regional integral y equitativa (Figura 4).

iii) Facilitar la movilidad y el desplazamiento de las plantas y animales a través del territorio, una alternativa más eficaz para conservar y manejar la diversidad, que cerrar y proteger las áreas.

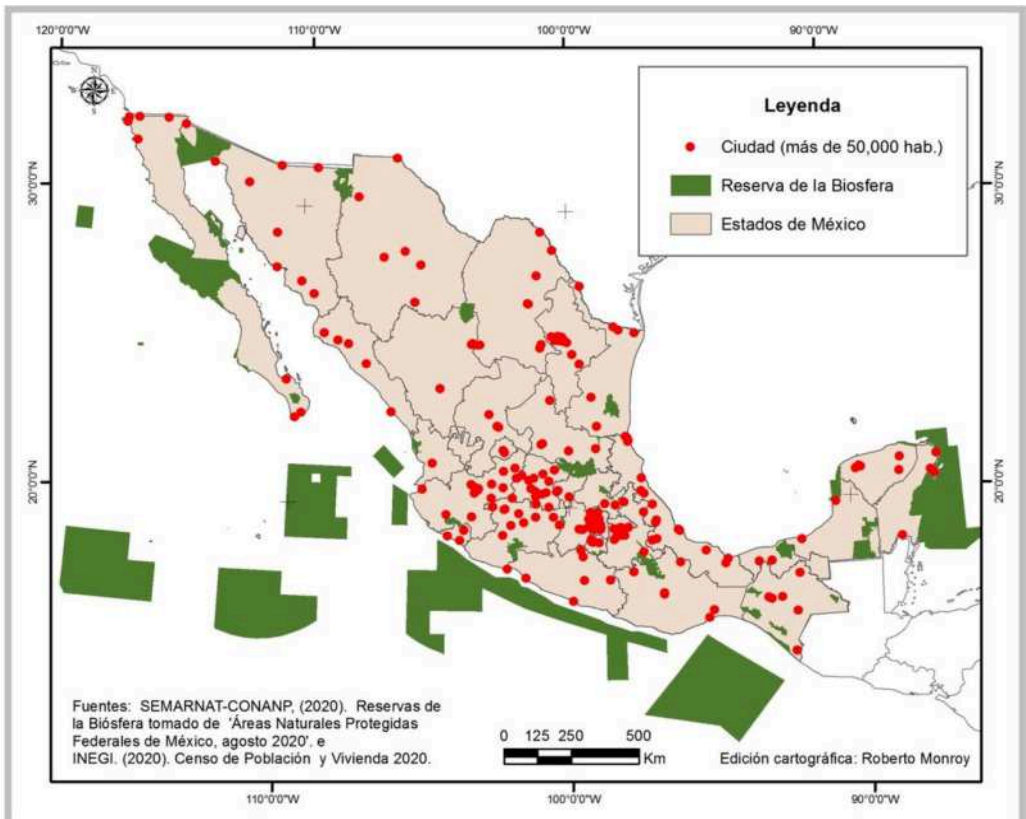


Figura 4. El rápido y desordenado aumento y crecimiento de las ciudades en nuestro país, hace un uso insustentable de los recursos naturales. Las ciudades se aíslan, dando la espalda a su entorno natural y rural, rompiendo la continuidad de los paisajes. Es un asunto prioritario para el ambiente mexicano, integrar el medio natural, rural y urbano en un solo paisaje funcional y sustentable. Este, es el propósito con el que el Instituto de Ecología, A.C. creó la Cátedra UNESCO UNITWIN de Reservas de Biosfera en Ambiente Urbano. Mapa elaborado por Roberto Monroy

El Programa MaB de la UNESCO contribuirá a La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP26) y al Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD) proponiendo que se reconozca a las Reserva de Biosfera como un instrumento idóneo para innovar las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático.



Sierra de Santa Martha. Fotografía: Gerardo Sánchez Vigil

Agradecimientos:

A Kerenha Hernández, siempre creativa.

Para saber más

Guevara S., Halffter Salas G. 2007. Estrategias para la conservación de la diversidad biológica en áreas protegidas de designación internacional: La síntesis. En: Halffter G., Guevara S., Melic A. (eds). Hacia una cultura de conservación de la diversidad biológica. S.E.A. Sociedad Entomológica Aragonesa. Pp. 9-1.

Guevara S., Laborde J. 2009. El Enfoque Paisajístico en la Conservación: Rediseñando las Reservas para la Protección de la Diversidad Biológica y Cultural en América Latina. *Environmental Ethics* 30:33-44.

Guevara S. 2020. The Mexican biosphere reserves: landscape and sustainability. En: Reed M.G., Price M.F. (eds). *UNESCO Biosphere Reserves. Supporting Biocultural Diversity, Sustainability and Society*. Earthscan, Routledge, London. Pp. 47-60.

PARQUES DE HUMEDALES URBANOS MITIGAN LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

María Elizabeth Hernández Alarcón*

Red de Manejo Biotecnológico de Recursos, Instituto de Ecología A.C.

Patricia Moreno-Casasola

Red de Ecología Funcional, Instituto de Ecología A.C.

Hugo López-Rosas

El Colegio de Veracruz-COLVER

José Luis Marín Muñiz

El Colegio de Veracruz-COLVER

*elizabeth.hernandez@inecol.mx

Humedal urbano. Fotografía: Domenico Bandiera, Pexels



Humedal natural .
Fotografía: Pixabay, Pixabay

Los humedales son ecosistemas de transición entre los ambientes acuáticos y terrestres que se caracterizan por tener suelo inundado o saturado la mayor parte del tiempo y que sostienen comunidades de plantas adaptadas a la inundación o saturación. **Los humedales urbanos y periurbanos se definen como aquellos que están dentro y alrededor de las ciudades y sus suburbios.** Históricamente, los asentamientos urbanos dependieron de los humedales, ya que proporcionaron recursos vitales para las ciudades. Por ejemplo, los sumerios hace 8,900 años y los aztecas hace 1,100 años se establecieron en zonas de humedales como fueron Mesopotamia (entre los ríos Éufrates y Tigris) y Tenochtitlán (en el lago de Texcoco), respectivamente.

Los humedales proveen múltiples e importantes servicios ambientales a la sociedad. Los servicios ambientales son aquellos bienes o servicios que los procesos naturales de un ecosistema nos brindan, y que satisfacen indirecta o directamente necesidades de la población humana. **Dada su función, a los humedales se les ha llamado “los riñones del planeta”** porque depuran grandes volúmenes de agua, de forma análoga a como los riñones depuran la sangre. Los humedales estabilizan las fuentes de agua y mitigan inundaciones y sequías, recargan acuíferos y protegen las costas. Son también considerados como supermercados naturales, porque mantienen una amplia y compleja red trófica. Esta red está formada por varias especies que se alimentan una de la otra, lo que mantiene una alta biodiversidad. Además, **los humedales capturan y acumulan carbono de la atmósfera y son por eso estabilizadores del clima.**

El cambio climático se define como “todo cambio que ocurre en el clima a través del tiempo, resultado de la variabilidad natural o de las actividades humanas”. Por su parte, el calentamiento global se refiere al aumento promedio de la temperatura terrestre y marina global, por el aumento en la atmósfera de gases de efecto invernadero (bióxido de carbono, metano y óxido nitroso). **El cambio climático representa la amenaza de mayor impacto en el desarrollo de la vida en el planeta, debido a las consecuencias ambientales y sociales desencadenadas por la elevación de la temperatura promedio y los patrones de precipitación.**



Inundación. Fotografía: Kelly Sikkema, Unsplash

Las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) son un concepto nuevo que abarca todas las acciones que se apoyan en los ecosistemas y los servicios que proveen, para responder a desafíos de la sociedad, como el cambio climático, la seguridad alimentaria y el riesgo de desastres. En un entorno urbano, los humedales son un ecosistema invaluable para mitigar problemas urbanos frecuentes como la contaminación del aire, la carencia de agua, las inundaciones y la contaminación por aguas negras. Los humedales urbanos amortiguan en parte la escorrentía después de las lluvias, y disminuyen la velocidad a la que se drena el agua, mitigando las inundaciones y reteniendo sedimentos. Este es un nuevo enfoque en comparación con los sistemas de drenaje rápido en los que se utilizan zanjas y tuberías.

Otro beneficio de los humedales es que los contaminantes (hidro-carburos y metales pesados) y el exceso de nutrientes (nitrógeno y fósforo) son capturados por la vegetación y el sedimento, lo que mejora significativamente la calidad de la escorrentía, disminuyendo la contaminación del agua. Además, estudios recientes indican que los humedales urbanos también reducen las temperaturas en las ciudades, lo cual es muy relevante debido al aumento de la temperatura ambiental por el calentamiento global. Finalmente, la belleza estética de un humedal con aves en un espejo de agua es un espectáculo para los habitantes que demandan sitios de recreación en donde puedan relajarse y disminuir el estrés.

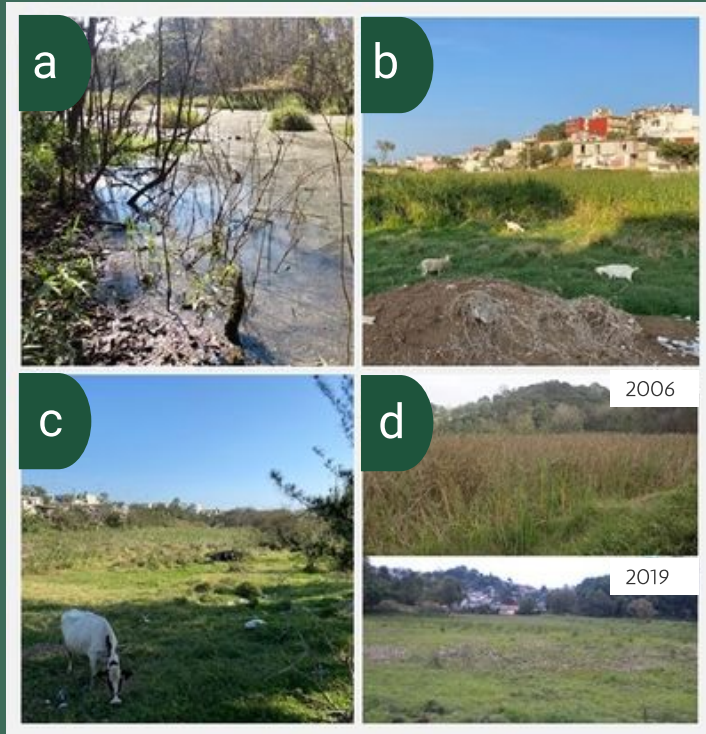


Figura 1.- Vista de algunos de los humedales urbanos de Xalapa, Ver. **a) Humedal del Santuario del bosque de niebla** con menos grado de impacto, debido a que se encuentra en la zona periurbana de Xalapa. **b) Humedal Maver**, donde se aprecia el escombro y pastoreo de animales. **c) Humedal de Santa Fe**, donde se aprecia la basura y pastoreo de animales. **d) Humedal de Molinos de San Roque**, donde se aprecia el cambio de su paisaje de 2006 a 2019, este ecosistema ha sido rellenado y ya es muy escasa la vegetación de humedales. Fotografías: María Elizabeth Hernández

La Ciudad de Xalapa, Ver. cuenta con varios humedales, algunos muy conocidos e icónicos, como las represas de "El Paseo de los Lagos", pero también otros muy poco conocidos y valorados. Los humedales de Xalapa se encuentran bajo diferentes categorías de reservas naturales (federales, estatales y municipales). Sin embargo, esto no ha sido suficiente para mantener la integridad ecológica de los mismos. **De acuerdo con estudios realizados en el INECOL, los humedales urbanos de Xalapa poseen diferentes grados de perturbación**, como la contaminación de sus aguas, depósito de cascajo y otros residuos sólidos, pastoreo de ganado y alteración de sus ciclos naturales de inundación, trayendo consecuencias negativas en la flora y fauna que habita en ellos (Figura 1).

Mediante un proyecto financiado por CONACYT se realizarán acciones de restauración en estos valiosos ecosistemas para que se conviertan en parques recreativos y de esparcimiento con una estética agradable (Figura 2), que provean importantes y necesarios servicios ambientales, como el control de las inundaciones en las colonias de Lomas del Seminario, Lomas de San Roque, Mártires de Chicago, Casa Blanca y Maver. **Este proyecto busca resolver la necesidad de mejorar la calidad del aire urbano, mitigar inundaciones y disminuir las “islas de calor” en la zona urbana de Xalapa, Ver., estos dos últimos fenómenos se han exacerbado con el cambio climático.**

Los humedales mencionados se encuentran en franco estado de degradación y en esa condición no pueden proveer los servicios ambientales deseados, por lo que es necesaria su rehabilitación. **Se busca desarrollar un modelo que involucre a las autoridades locales, a la sociedad y a la academia.** Con este modelo se garantizarán resultados satisfactorios en la rehabilitación de los humedales y la recuperación de los servicios ambientales que mejoren la calidad de vida de los habitantes de la ciudad, con énfasis en las colonias marginadas y de alta vulnerabilidad aledañas a estos ecosistemas, como una medida de adaptación al cambio climático.



Figura 2.- Vista de humedales urbanos, a) y b) humedales del parque de investigaciones de humedales del río Olentangy en Columbus Ohio, Estados Unidos y c) Humedal urbano en la ciudad de Orlando Florida, Estados Unidos. Fotografías, María Elizabeth Hernández Alarcón

Para saber más:

Hernández M.E. 2021. Humedales de Xalapa: Tesoro desconocido. [Click aquí.](#)

Moreno-Casasola, P., Infante-Mata, D. y Sánchez-Vigil, G. 2010. Veracruz tierra de ciénagas y pantanos. Primera edición. Universidad Veracruzana. 435pp

RAMSAR 2018. Los humedales urbanos: terrenos valiosos, no terrenos baldíos. [Click aquí.](#)

Humedal urbano. Fotografía: Marta Wave, Pexels

CAMBIANDO PARADIGMAS PARA LA PROTECCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS

Martha Bonilla Moheno*

Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

Luciana Porter Bolland

Red de Ecología Funcional, INECOL

*martha.bonilla@inecol.mx

Sembradio. Fotografía: jplenio, Pixabay



Pastoreo.
Fotografía: Helena Lopes, Pexels

Sabemos que las actividades humanas, en particular la conversión del uso del suelo para cultivo y pastoreo, han provocado una importante disminución de hábitats naturales, de biodiversidad, y de otros valores de la naturaleza, incluyendo los beneficios que ésta nos otorga. Ante este escenario, científicos y la sociedad en general, hemos hecho llamados urgentes para desarrollar iniciativas que permitan conservar y recuperar ecosistemas naturales, así como aminorar los efectos del cambio climático.

Entre las estrategias más comunes de conservación, se encuentra la creación de **Áreas Protegidas** las cuales se establecen a partir de programas oficiales de protección estricta. En algunos contextos, estas estrategias han probado ser efectivas en reducir la deforestación, mantener la biodiversidad y otros valores de la naturaleza, además de mitigar el cambio climático. Sin embargo, también han sido fuertemente criticadas ya que muchas veces ignoran el contexto socioeconómico y político en el que se promulgan, imponiendo restricciones al uso de los recursos naturales, con altos costos sociales y en algunos casos con una deficiente efectividad.

Además, aunque las áreas protegidas son estrategias importantes, por sí solas no solucionarán la crisis ambiental, la cual requiere

de una combinación de medidas implementadas fuera de los límites de las reservas. Ejemplos de estas medidas son: 1) el incremento de la productividad de las tierras de cultivo; 2) el aumento en la superficie de zonas dedicadas a la conservación y restauración; 3) el aprovechamiento de los recursos de forma sustentable; y 4) la reducción de las tendencias de consumo excesivo por parte de la población.

En el debate de la configuración que deben de tener los paisajes para favorecer la conservación de la biodiversidad y la producción agrícola, la estrategia de protección estricta acuña el modelo de "separación" o "preservación" de tierras (land-sparing en inglés) y se fundamenta en evitar las actividades productivas y de extracción en ciertas áreas, mientras que en otras se permite la producción intensiva. Es decir, este modelo favorece una separación espacial de las áreas agrícolas intensivas y las áreas protegidas.

En el otro extremo del debate sobre la configuración del paisaje, está el modelo "integrador" o "compartido" de tierras (land-sharing en inglés), que plantea que la conservación debe darse dentro de un paisaje compuesto por un gradiente de manejo. Este paisaje integrado busca mantener una matriz de vegetación donde existan distintos usos del suelo y remanentes de vegetación conservada con un alto grado de conectividad. Este modelo asume que, aunque existen menos áreas de conservación exclusiva, las técnicas agrícolas utilizadas permiten mantener biodiversidad, y el funcionamiento de los ecosistemas, al tiempo que satisfacen los requisitos para el bienestar social.



Sembradio. Fotografía:
FelixMittermeier, Pixabay

Un concepto de modelo integrador de conservación es el de paisaje multifuncional, el cual busca la conservación de la naturaleza sin excluir el uso de los recursos naturales. Este concepto plantea una perspectiva regional donde se fomentan esquemas agroecológicos y áreas de conservación dando lugar a paisajes heterogéneos donde se realizan diversas actividades (Figura 1).



Figura 1. Ejemplos de paisajes heterogéneos. Aquí predomina el manejo diversificado del paisaje donde se promueven sistemas de uso y manejo múltiple de recursos. Fotografías: Swany Morteo

Los paisajes multifuncionales son estrategias de conservación con una perspectiva regional que permite la conservación y el manejo de los recursos naturales, y buscan el bienestar social.

Dentro de estos paisajes, los hogares diversifican sus estrategias de producción lo cual ayuda a los habitantes afrontar los impactos derivados de las fluctuaciones económicas, sociales y ambientales, como, por ejemplo, aquellas derivadas de eventos relacionados con el cambio climático. El extremo opuesto a estas estrategias diversificadas se da a partir de la simplificación de actividades de los hogares y con la adopción de la producción intensiva, como los monocultivos.

Cuando se implementan a gran escala, estas estrategias de producción intensiva pueden tener como consecuencia la homogeneización de paisajes (Figura 2), en detrimento de la biodiversidad y otros valores de la naturaleza, con consecuencias negativas hacia el bienestar sustentable en el mediano y largo plazo.



Figura 2. Ejemplos de paisajes homogéneos. Aquí predomina el manejo simplificado del paisaje donde se promueven estrategias que maximizan la producción intensiva. Fotografías: Swany Morteo

En el INECOL hacemos estudios para entender las características que deben tener los paisajes multifuncionales para ser una alternativa real de conservación.

Por ejemplo, en Las Cañadas de Sochiapa, Veracruz, encontramos que un componente fundamental para el éxito de los paisajes multifuncionales es fortalecer los procesos de gobernanza ambiental local. Para esto, es importante que los actores involucrados en las decisiones sobre el uso y manejo de los recursos participen en todas las etapas de la planeación del paisaje, desde delimitar el área que comprenderá, hasta implementar diversas actividades.

Idealmente, en un paisaje multifuncional los agroecosistemas producen alimentos y otros bienes para la sociedad, y permiten la conectividad entre remanentes de vegetación natural.

Además, **este ejemplo nos demostró que en áreas donde la vegetación natural se encuentra muy fragmentada, la planeación del territorio bajo un esquema multifuncional puede dar cabida a diversos intereses de manejo de recursos que permitan mantener conectividad y funciones ecosistémicas del paisaje.** Por ejemplo, determinar las áreas que se mantendrán como reservorios de biodiversidad, de provisión de agua, o como corredores biológicos. En este sentido, la participación de organizaciones locales y existencia de espacios de discusión, son fundamentales para lograr acuerdos.



Planta de café. Fotografía:
StockSnap, Pixabay

En otro estudio en el municipio de Atzalan, Veracruz, encontramos que la presencia predominante de actividades agrícolas y ganaderas es similar entre zonas ubicadas a diferentes cotas altitudinales, pero el conjunto de actividades tradicionales difiere entre zonas. Por ejemplo, los sistemas agroforestales de milpa y café predominan en las zonas alta y media. En contraste, en la zona baja del municipio, la expansión de monocultivos mecanizados y el remplazo de actividades tradicionales ha impedido que los hogares mantengan una diversificación de actividades, simplificando los sistemas productivos y homogeneizando los paisajes.

En esta región, la vulnerabilidad de los hogares a cambios en el ecosistema (por ejemplo, la pérdida de cosechas por climas extremos), es mayor. Estos resultados nos inclinan a creer que los paisajes multifuncionales, donde se asegure la existencia de vegetación natural y se incentive la diversificación de los sistemas productivos, pudiera permitir la conservación exitosa tanto de la diversidad biológica como la cultural.

Los aprendizajes antes mencionados muestran que existen estrategias de conservación alternativas a la protección estricta, que ayudan a enfrentar los retos ambientales actuales. Para que estas alternativas sean exitosas y aseguren el bienestar sustentable, se necesitan mecanismos de planeación del territorio. En regiones con una gobernanza sólida, donde existe el apoyo de economías locales y una baja demanda de productos, los paisajes multifuncionales parecen una opción ecológica y socialmente viable.



P. 41 y 42. Sembradio. Fotografía: TheDigitalArtist. Pixabay

Para saber más

IPBES. 2019. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. En S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondizio, H. T. Ngo, M. Guèze, et al. (Eds.). IPBES Secretariat, Bonn, Germany. 56 pages.

Morteo Montiel, M., S. R. Simms, L. Porter-Bolland, M. Bonilla-Moheno. 2021. Does the simplification of activity systems produce landscape homogenization? *Environment, Development and Sustainability* 23: 5695–5714.

Perfecto, I., J. Vandermeer. 2010. The agroecological matrix as alternative to the land-sparing/agriculture intensification model. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 107: 5786–5791.

Phalan, B., M. Onial, A. Balmford, R. E. Green. 2011. Reconciling Food Production and Biodiversity Conservation: Land Sharing and Land Sparing Compared. *Science* 333: 1289–1291.

Ros-Cuéllar J., L. Porter-Bolland, M. Bonilla-Moheno. 2019. Can multifunctional landscapes become effective conservation strategies? Challenges and opportunities from a Mexican case study. *Land* 8(1): 6.

DE CUMBRES CLIMATICAS, JOVENES Y MICROINICIATIVAS POR LA SUSTENTABILIDAD LOCAL

Carmen Maganda Ramírez*

Red Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

María del Socorro Aguilar Cucurachi

Red Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

Julia Ros-Cuéllar

Institute of Geography and Spatial Planning, University of Luxembourg

María del Socorro Lara López

Consultora Independiente

*carmen.maganda@inecol.mx

Jóvenes en auditorio. Fotografía: crystal710, Pixabay



Pensar global y actuar local sigue siendo un desafío político y social al que la comunidad académica también puede sumarse 

En las Conferencias de las Partes (COP), se ha mencionado que los países en desarrollo son particularmente vulnerables a los efectos del cambio climático, y que su adaptación, entendida como aquellas iniciativas y medidas enfocadas a reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante los efectos del cambio climático, requiere atención y acciones urgentes. Los retos no son solo ambientales, las declaratorias COP incluyen estrategias para reducir la vulnerabilidad de las sociedades e integrar medidas de adaptación en la planificación del desarrollo y así, tratar de reducir las brechas sociales existentes. Además, la sociedad civil organizada solicita cada vez más participar en las COP. La última conferencia antes de la pandemia (COP25, Madrid-2019), incluyó un espacio de participación social: la "Zona Verde", en respuesta a miles de solicitudes de la sociedad civil, con más de 600 actividades temáticas y foros organizados por jóvenes, ONG, instituciones y empresas.

Previo y durante la conferencia, el movimiento "Fridays for Future" movilizó miles de personas en diversas ciudades del mundo, exigiendo acciones concretas para enfrentar el cambio climático, manifestando su insatisfacción con los resultados de la COP25. En 2020, la COP26 se retrasó un año debido a la pandemia; sin embargo, **más de 330 jóvenes (entre 11 y 30 años) que representaron a 140 países, participaron en el evento virtual Mock-COP26** a fin de reflejar el liderazgo propositivo y proactivo para construir sistemas inclusivos, equitativos y justos.



Fridays for future.
Fotografía: dmncwndrlch, Pixabay

De esta conferencia derivó una declaración global a los líderes mundiales con 18 políticas ambiciosas, pero aparentemente alcanzables, que incluyen seis temas importantes: **educación climática, justicia climática, medios de vida resilientes al clima** (refiriéndose a la capacidad de reaccionar de manera eficiente a un evento dado, recuperarse adecuadamente al evento, y mantener las funciones vitales y estructurales, a pesar de estar frente a un evento climático), **salud física y mental, contribuciones determinadas a nivel nacional y biodiversidad.**



Fridays for future. Fotografía: GoranH, Pixabay

Las experiencias citadas muestran que los debates macro políticos son relevantes, pero que el objetivo 4 de la COP26: **"el problema somos todos, la solución somos todos"**, tiene respuesta en un amplio sector juvenil y de la sociedad civil organizada, con propuestas locales basadas en la naturaleza, para enfrentar el cambio climático. Identificamos en estos ejemplos una ola de construcción de capacidades para enfrentar los retos y seguir desarrollándonos como parte del entorno natural. **El coyuntural oleaje del coronavirus ha abierto oportunidades para realizar transformaciones hacia un mundo más sano y sustentable**, desde aquellas con impactos de corto plazo, hasta otras que, por incidir en cuestiones estructurales, pueden generar efectos duraderos y significativos. Por ello, es necesario continuar construyendo resiliencia socioambiental a muchos niveles y desde distintos frentes.

Desde el 2014, México participa en el proyecto de PNUD de resiliencia en las Áreas Naturales Protegidas y, desde 2019, la ciudad de Xalapa es parte de CityAdapt, un proyecto financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (Global Environment Facility, GEF, por sus siglas en inglés) y ejecutado por la Oficina Regional para América Latina y el Caribe del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en conjunto con las autoridades ambientales de cada país. Este proyecto promueve la resiliencia climática en áreas urbanas, a través de la implementación de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) para la adaptación. Otro nivel son las iniciativas locales, que dan agencia a quienes habitan los territorios: redes de producción agroecológica, comités de cuidado del agua y las áreas verdes, redes de apoyo y aprendizaje intergeneracional y continuo, entre otras iniciativas que van construyendo un camino.



Diálogo comunitario. Fotografía brindada por autores

La región de Xalapa se ha caracterizado por prolíferas iniciativas locales para la sustentabilidad, movimientos ambientalistas, e iniciativas híbridas, que conjugan las organizaciones de la sociedad civil y académica. Estas asociaciones combinan conocimientos sobre cuatro temas principales: paisaje, agua, agroecología e investigación ecológica y socioambiental. Por ejemplo, la asociación civil SENDAS ha jugado un papel importante en la promoción de proyectos comunitarios orientados a la producción sostenible y conservación de la cuenca del río Pixquiac. El Tianguis Agroecológico de Xalapa nace en el 2003, con la intención de brindar a la sociedad un espacio de consumo y venta de alimentos locales y saludables. Además, La Red Ciudadana de Agricultura Urbana y Periurbana de Xalapa opera colectivamente en el espacio urbano-periurbano, donde las personas interesadas aprenden y comparten diferentes técnicas de producción agro-ecológica.

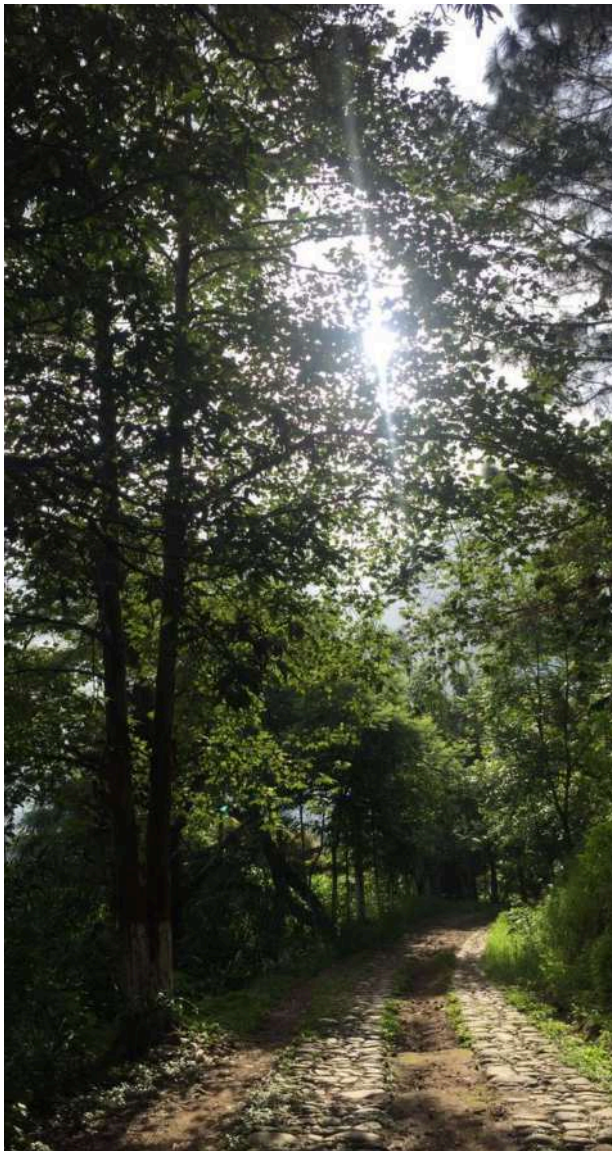


Tianguis agroecológico, Xalapa. Fotografía brindada por autores

Se suma La Red de Huertos Escolares y Comunitarios promoviendo la integración de saberes agro-ecológicos a los procesos educativos, a través del aprendizaje colaborativo e intergeneracional. Otra iniciativa ciudadana es La Red de Custodios del Archipiélago, inspirada por la creación del Área Natural Protegida Archipiélago de Bosques y Selvas de la Región Capital del Estado de Veracruz en el 2015; conformada por un grupo de personas interesadas en cuidar sus espacios de vida, a través de la participación plural en el manejo del territorio, con el objetivo de desarrollar procesos colectivos para proteger la ANP citada.



Colectividad. Fotografía brindada por autores



"Cerro de las culebras", Coatepec.
Fotografía: Vinisa Romero

Asociado con este oleaje de iniciativas, nuestras investigaciones recientes señalan que **Xalapa podría ser un potencial modelo de ciudades y municipios resilientes a la COVID 19; debido a que la ciudad está rodeada por bosque mesófilo de montaña y contextos biodiversos.**

Durante 2020 y 2021, realizamos una encuesta virtual a 434 ciudadanos de Xalapa y Coatepec que habitan en contextos boscosos y urbanizados, para conocer su percepción en el contexto del confinamiento por la pandemia. Los resultados muestran que el 90% de las casas de los encuestados tienen árboles en el exterior, el 74% considera que tienen suficiente espacio frontal/vecinal para salir a caminar y relajarse sin riesgos de contagio, y la mayoría de las personas (90%) disfruta el entorno que habitan.

Además, el 70% reconoce el tipo de vegetación de la región. También respondieron que a través de sus ventanas observan árboles, casas, jardín, y pájaros. Es posible que el contexto ecosistémico de Xalapa contribuya a que la ciudadanía se inspire en contribuir con las múltiples iniciativas citadas colocándola a la vanguardia de la sustentabilidad.

Conclusión reflexiva

El papel macro político frente al cambio climático es importante, pero el trabajo de la sociedad civil con acciones locales es vital. Las iniciativas e investigación citadas ejemplifican el objetivo 4 de la COP26 "Trabajando juntos"; pero también abordan el objetivo 2 ya que están dedicadas a la protección de las comunidades y hábitat naturales, y aspiran a disminuir el riesgo de las poblaciones humanas a través de aprendizajes colectivos, socioambientales y resilientes. Algunas de estas iniciativas han incidido en políticas públicas socioambientales, promoviendo visiones a largo plazo para impulsar transformaciones sanas y sostenibles en la comunidad.

Como parte de la comunidad académica tenemos que contribuir en estos temas, ya que tanto las COP, como el Mock-COP y los Objetivos del Desarrollo Sostenible, nos invitan a reflexionar e incursionar en acciones a nivel mundial, local e individual, círculos académicos y otras partes interesadas, para continuar construyendo ese que hemos identificado como un oleaje socioambiental resiliente.



Participación ciudadana. Fotografía brindada por los autores

PARA SABER MÁS:

Aguilar-Cucurachi, MS y Maganda, C. (2021). Detrás de la ventana: Percibir los contextos urbanos y biodiversos durante el confinamiento voluntario, debido a la pandemia por COVID-19. *Sociedad y Ambiente* (24) 1-25. [Click aquí](#)

MockCOP26 (2021). Our treaty. [Click aquí.](#)

ONU (2021). La ciudad mexicana de Xalapa se adapta al cambio climático de la mano de la naturaleza. [Click aquí.](#)

BBC (2019). COP25: Thousands gather for change climate protests in Madrid [Click aquí.](#)

Stockholm Resilience Center (2019). What is resilience?. [Click aquí.](#)

Vidriales-Chan, Georgina y Estrada-Paulín, Ingrid (2021). Central Veracruz Environmental Network. Brief.

LOS POLINIZADORES Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

Armando Aguirre-Jaimes*

Red Interacciones Multitróficas, INECOL

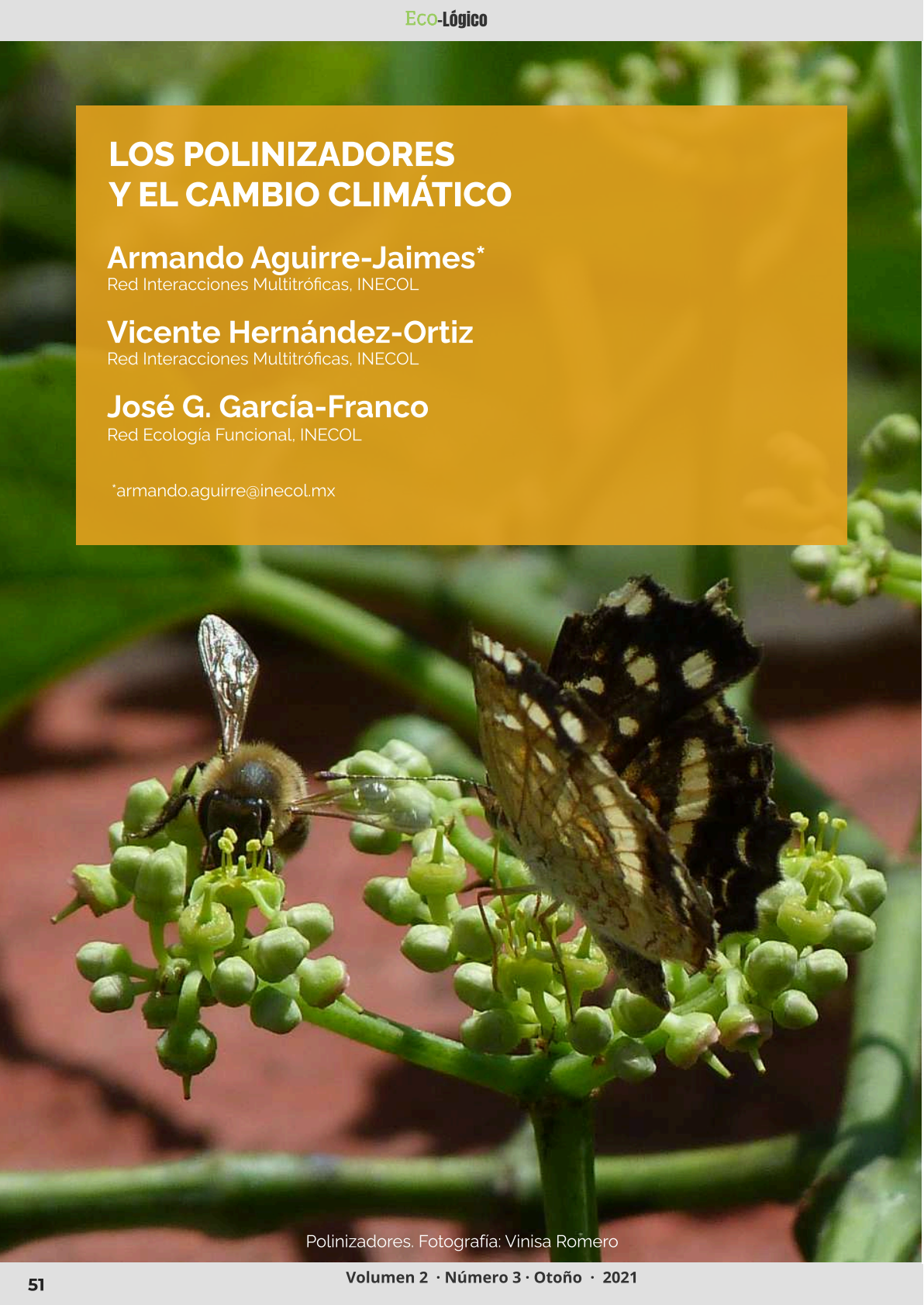
Vicente Hernández-Ortiz

Red Interacciones Multitróficas, INECOL

José G. García-Franco

Red Ecología Funcional, INECOL

*armando.aguirre@inecol.mx



Polinizadores. Fotografía: Vinisa Romero



Visitantes florales en flores de
Sagittaria lancifolia en La Mancha
Fotografía: Armando Aguirre-Jaimes

La historia de la polinización se remonta a más de 140 millones años, y ha permitido la evolución de gran parte de la biodiversidad actual en los ecosistemas terrestres. Existen cerca de 250,000 especies de plantas con flores, y casi el 90% requieren de polinización biótica para lograr su reproducción. Este fenómeno es un servicio ecosistémico esencial, y es el resultado de la interacción entre ciertas especies animales y la reproducción sexual de las plantas.

Las interacciones entre las plantas y sus polinizadores se presentan en un gradiente amplio. Por un lado, existen las especies de plantas con polinización generalista, es decir, realizada por numerosas especies de polinizadores (como en las margaritas). Por otro, los sistemas de polinización extraordinariamente especializados ocurren cuando solo participa una especie de polinizador (como en algunas orquídeas).

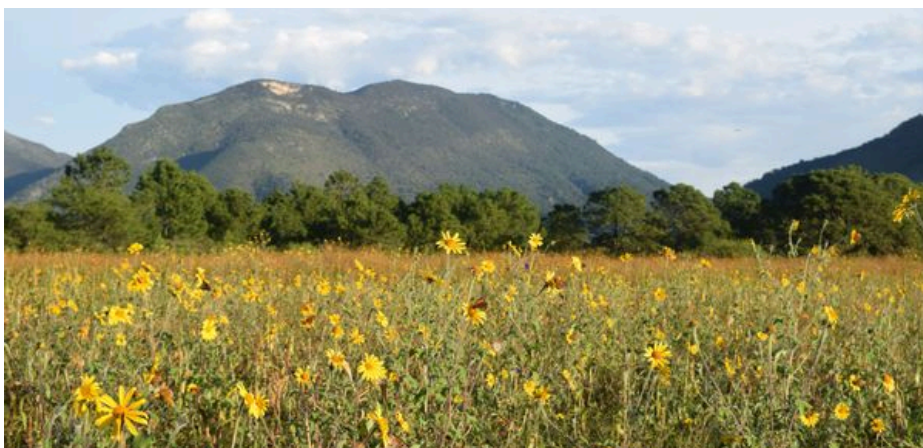
La polinización tiene particular importancia para la humanidad, ya que mucha de la producción agrícola depende directamente de esta interacción, en particular de las abejas. Por ejemplo, alrededor del 70% de los 1,330 cultivos de los trópicos, y el 85% de 264 cultivos en Europa dependen de la polinización por animales. En México cerca del 85% de las frutas y semillas que consumimos dependen de estos agentes polinizadores.

Las intensas actividades en esta, la era del Antropoceno (época geológica actual, en la cuál se presentan impactos muy importantes de las actividades humanas sobre los ecosistemas del planeta), **han modificado las temperaturas promedio y los ciclos de la tierra**, poniendo en riesgo el equilibrio de interacciones como la polinización biótica. Algunos de los efectos más claros producidos por el cambio climático en plantas y animales, es la alteración de su distribución, periodicidad y abundancia, lo cual produce que las flores y sus polinizadores no coincidan en el tiempo. Esto se debe a que la mayoría de los insectos polinizadores no pueden regular su temperatura internamente (poiquiloterms) por lo que los cambios en la temperatura ambiental son críticos en sus ciclos de vida. Por ejemplo, con el incremento de la temperatura global, el tiempo de hibernación de las abejas reinas y la presencia de insectos en primavera se han modificado, adelantando su emergencia muy al inicio de la primavera. También se ha visto que las plantas anticipan o extienden su ciclo de floración, modificando su abundancia, o propiciando que en algunos periodos de floración no coincidan con los polinizadores adecuados.



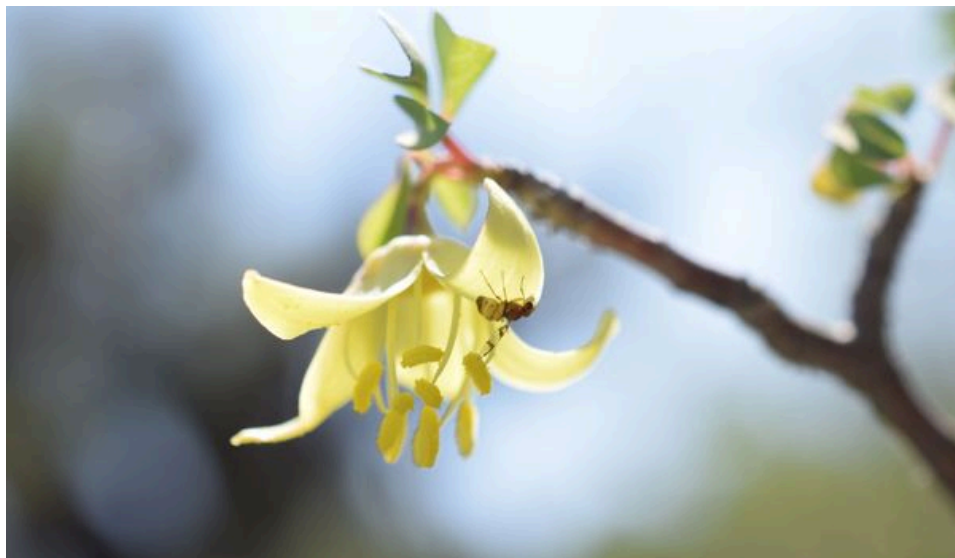
Thitonia sp. visitada por un coleoptero y una araña cangrejo en Coahuila.
Fotografía: Armando Aguirre-Jaimes

Existe evidencia de que el incremento en temperatura propicia el desplazamiento geográfico (altitudinal y latitudinal) de diversas especies de plantas y animales, produciendo cambios importantes en sus redes de polinización, incorporando nuevos competidores en esos sistemas. Este escenario es más evidente en ambientes de alta montaña, en donde la polinización se lleva a cabo principalmente por insectos (p.e. moscas, escarabajos, mariposas). En estos ambientes, los cambios de temperatura y precipitación motivan el desplazamiento de las especies a zonas más altas y frías, reduciendo el hábitat disponible para ellas.



Campo de flores, sitio de alimentación durante el recorrido de migración de la mariposa Monarca en la Sierra de Nuevo León, México. Fotografía: Armando Aguirre-Jaimes

Las asincronías de la polinización tienen importantes repercusiones en la reproducción y supervivencia de cada uno de los participantes. Por un lado en las plantas, la reducción en la polinización resulta en una menor producción de frutos y semillas, ya que la escasez de polinizadores disminuye la cantidad y calidad del polen necesario para la fecundación. Por otro lado, los polinizadores, pueden ver su supervivencia y crecimiento afectados cuando cambia la disponibilidad de alimento como el néctar y polen que obtienen de las plantas. Además, los cambios en las interacciones de polinización pueden tener efectos en cascada a nivel de otras comunidades. Por ejemplo, en los depredadores y dispersores de frutos y semillas; en los herbívoros que consumen plántulas y flores; en los depredadores de los polinizadores, así como en la dinámica de competencia de las plantas y animales, entre otras.



Mosca (Richardiidae) visitando una flor de una Euforbiaceae en el Valle de Zapotitlán Salinas, Puebla, México. Fotografía: Armando Aguirre-Jaimes

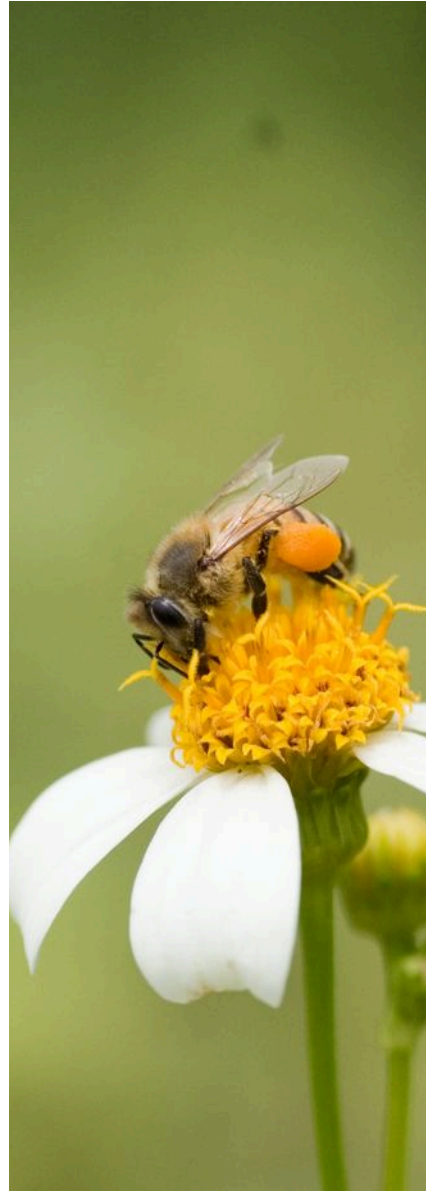
Este escenario, nos plantea un gran problema en un futuro próximo, que ha sido tema de preocupación por parte de los científicos. **Afortunadamente, desde hace varios años se están desarrollando diversas iniciativas para evaluar la situación actual de los polinizadores y buscar alternativas para su recuperación, incluyendo la valoración de los servicios ambientales que recibimos de ellos.** Por ejemplo, en diversas versiones de la Conferencia de Partes (COP), cumbre anual que realiza la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, se han identificado diversos estudios y acciones prioritarias para su conservación.

En la reunión COP16 realizada en Cancún, México en 2016 se acordó: 1) conocer con detalle la situación de las poblaciones de polinizadores en distintos ecosistemas; 2) integrar en políticas públicas la conservación y uso sostenible de los polinizadores; 3) promover los hábitats naturales, agrícolas y urbanos favorables para los polinizadores nativos y no nativos, de tal suerte que se incrementen los recursos florales disponibles para estos organismos; 4) promover la diversidad genética de los polinizadores; y 5) controlar las plagas y las especies invasoras, así como prevenir su introducción.

A la par, en México se han desarrollado otros proyectos a favor de los polinizadores, como la Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sustentable de los Polinizadores (ENCUSP), desarrollada por diversas entidades del Gobierno federal y estatal, así como Instituciones de educación superior y algunas organizaciones no gubernamentales (ONGs). Este esfuerzo comprende un diagnóstico de los polinizadores en áreas naturales, agrícolas y urbanas, presentando diferentes estrategias cuyo objetivo es la conservación de los servicios de polinización necesarios para una agricultura sustentable y los servicios ecosistémicos que dependen de ello.

Otro proyecto importante es la evaluación de los impactos del cambio climático en los polinizadores y sus consecuencias en el sector agrícola en México. Este proyecto está bajo la responsabilidad del Laboratorio Nacional de Síntesis Ecológica (LANASE-UNAM), coordinado por el Dr. Mauricio Quesada, en donde participan investigadores del INECOL. El objetivo principal es evaluar de forma integral, la manera en que los cambios de uso de suelo afectan a las poblaciones de la abeja de la miel (*Apis mellifera*), a través del monitoreo y análisis de su comportamiento espacio-temporal, su variabilidad genética, sus niveles nutricionales, así como la composición del polen que llevan a sus colmenas.

Estos y otros estudios ayudarán a conservar, proteger e incrementar las poblaciones de polinizadores, de los cuales dependen los ecosistemas naturales y los humanos.



Abeja de la miel (*Apis mellifera*) sobre una Asteracea en la zona de La Mancha, Veracruz, México.
Fotografía: Armando Aguirre-Jaimes



Para saber mas:

Ashworth L, Quesada M, Casas A, Aguilar R, Oyama K. 2009. Pollinator-dependent food production in Mexico, *Biological Conservation* 142: 1050-1057.

Gérard M, Vanderplanck, Woof T, Michez S. 2020. Global warming and plant-pollinators mismatches. *Emerging Topics in Life science* 4: 77-86.

Inouye DW. 2020. Effects of climate change on alpine plants and their pollinators. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1469(1), 26-37.

Miller-Struttman NE, Geib JC, Franklin JD, Kevan PG, Holdo RM, Ebert-May D, Lyn AM, Kettenbach JA, Hedrick E, Galen C. 2015. Functional mismatch in a bumble bee pollination mutualism under climate change. *Science*, 349(6255), 1541-1544.

Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural y Secretaria de Medioambiente y Recursos Naturales. 2021. Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sustentable de los Polinizadores (ENCUSP). Gobierno de México.



Escarabajo cetonino (*Euphoria* sp.) visitando una inflorescencia de una bromelia terrestre (*Hechtia podanta*) en la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán, México. Fotografía: Armando Aguirre-Jaimes

LAS FLORES DEL DESIERTO

Luis M. García Feria

Conservación y Manejo de Fauna-Enlace Durango, Secretaría Técnica

luis.garcia@inecol.mx

Agave asperima. Fotografía: Luis M. García Feria



Condalia warnockii,
Fotografía, Luis M. García Fera

Las zonas áridas y semiáridas en México ocupan aproximadamente el 40% de su superficie, lo que las convierte en los ecosistemas más extensos del país. El desierto Chihuahuense es el de mayor superficie en Norteamérica con aproximadamente 630,000 km². Está delimitado por la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre Oriental y se extiende desde Arizona, Nuevo México y Texas, a través de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí, llegando hasta el centro de México en Guanajuato, Hidalgo y Querétaro. Es considerada una de las regiones secas con mayor riqueza de especies del mundo, incluyendo un gran número de endemismos.

La Reserva de la Biosfera Mapimí, localizada en la región conocida como el Bolsón de Mapimí al centro del Desierto Chihuahuense en el vértice entre Durango, Coahuila y Chihuahua, comprende una superficie de 342,387 hectáreas. Es una zona desértica con temperaturas ambientales que oscilan marcadamente entre el día y la noche; en enero que es el mes más frío, la temperatura promedio llega a ser de 11°C, y en verano alcanza 28°C en promedio. La reserva está rodeada por montañas de poca altura con diferentes tipos de suelo, desde arenoso en las partes altas, grava en las partes bajas y en las depresiones salino y arcilloso. Después de la época de lluvias se forman algunos ríos y arroyos, lo que produce un paisaje formado por mosaicos de asociaciones vegetales con especies características del matorral desértico, de pastizales y un poco de vegetación ribereña. En la reserva se han identificado 71 familias de plantas, con 242 géneros y 403 especies, que comprenden 31 especies endémicas al Desierto Chihuahuense.

Con la humedad acumulada por las escasas lluvias de la temporada en junio y septiembre, desde mediados de invierno hasta finales de la primavera, **muchas plantas producen flores de diferentes tamaños, colores y formas, que hacen del desierto un jardín multicolor. Las flores, además de ser el sistema de reproducción de muchas plantas, son un recurso muy importante para muchas especies de fauna silvestre.**

Insectos como la mariposa monarca (*Danaus plexippus plexippus*), durante su migración hace escalas en los parches de vegetación alimentándose del néctar de las flores, por ejemplo, del mezquite (*Prosopis glandulosa*), que también es visitado por la abeja solitaria (*Megachile polycaris*) (Figura 1a).

Algunos insectos endémicos del Desierto Chihuahuense, como la avispa de papel comanche (*Polistes comanchus comanchus*), que, aunque son depredadoras, liban el néctar de las flores y llegan a polinizar algunas de ellas, entre otras, las de ocotillo (*Fouqueria splendens*). Las flores del ocotillo también son consumidas por otros animales, como la calandria tunera (*Icterus parisorum*) y el venado bura (*Odocoileus hemionus*), y también son usadas por las arañas cangrejo (del género *Mecaphesa*) para esconderse y cazar por acecho (Figura 1b). Cuando abren las flores de la palma de San José (*Yucca rigida*) son invadidas por decenas de polillas pintadas (*Atteva aurea*) (Figura 1c). Las pequeñas flores amarillas de la gobernadora (*Larrea tridentata*) son muy apetecidas por los ardillones punteados (*Xerospermophilus spilosoma*) (Figura 1d).

[Click aquí para ampliar imagen](#)

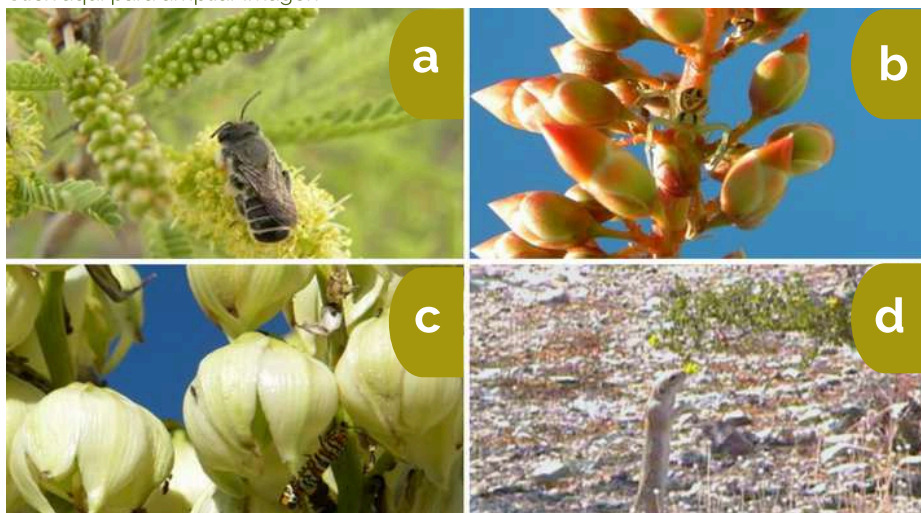


Figura 1. Animales que usan las flores. a. abeja solitaria (*Megachile polycaris*) libando flores de *Prosopis glandulosa*; b. araña cangrejo (*Mecaphesa* sp.) en flores de *Fouqueria splendens*; c. polillas pintadas (*Atteva aurea*) en flores de *Yucca rigida*; d) ardilla punteada (*Xerospermophilus spilosoma*) comiendo flores de *Larrea tridentata*. Fotografías: Luis M. García Fera

Por otro lado, en la Reserva de la Biosfera Mapimí, las inflorescencias del *Agave asperima* (Figura 2a), de la *Fouqueria splendens* (Figura 2b) y de la *Yucca rigida* (Figura 2c) dan alimento a muchas especies, entre otras, abejas, polillas, aves y murciélagos; los venados bura llegan a morder las bases de los tallos o quíotes de los agaves para tener acceso a las flores cuando se vencen por el peso. Muchas cactáceas tienen flores de colores llamativos (amarillo, naranja, rojo o rosa) que son polinizadas por insectos y aves (Figura 2d, 2f, 2g, 2h, 2i, 2j). Otras producen flores nocturnas de color blanco, como la “reina de la noche” (*Peniocereus greggii*; Figura 2k), y a veces se le puede ver de día. La flor desarrollada llega a medir de 15 a 20 cm de diámetro, y aunque se desconoce su polinizador, se cree que pueden ser polillas de la familia Sphingidae, o cuando la flor abre de día por chinches de la familia Pentatomidae.

[Click aquí para ampliar imagen](#)



Figura 2. a. *Agave asperima*; b. *Fouqueria splendens*; c. *Yucca rigida*; d. *Opuntia rastera*; e. *Condalia warnockii*; f. *Opuntia microdasys*; g. *Opuntia imbricata*; h. *Echinocereus enneacanthus*; i. *Ferocactus hamatacanthus*; j. *Echinocereus enneacanthus*; k. *Peniocereus greggii*. Fotografías: Luis M. García Fera

[Click aquí para ampliar imagen](#)

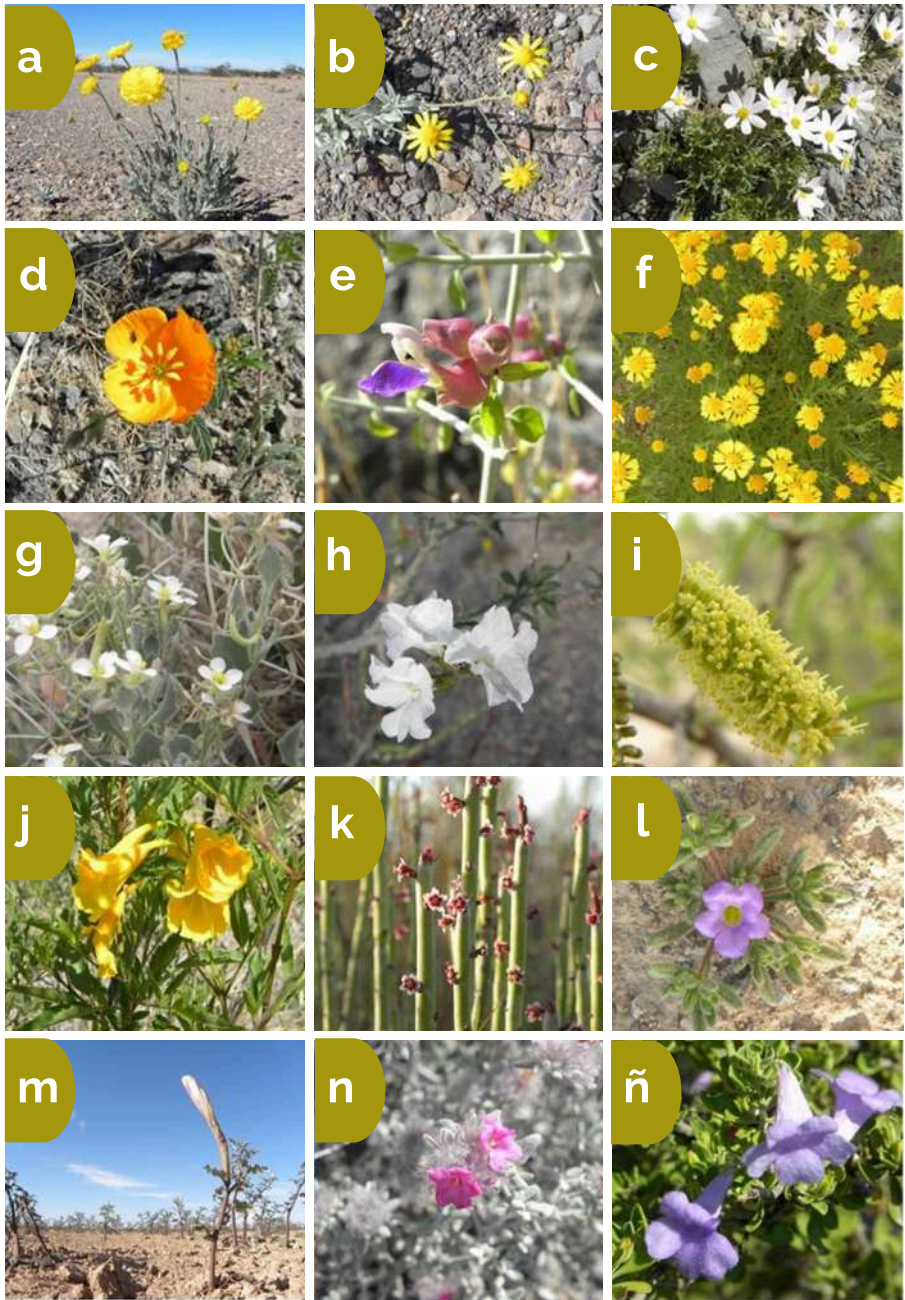


Figura 3. a. *Baileya multiradiata*; b. *Bahia absinthifolia*; c. *Nicolletia edwardsii*; d. *Kallstroemia grandiflora*; e. *Scutellaria mexicana*; f. *Helenium autumnale*; g. *Neerisyrenia camporum*; h. *Cordia parviflora*; i. *Prosopis glandulosa*; j. *Tecoma stans*; k. *Euphorbia antisiphilitica*; l. *Nama hispida*; m. *Datura ceratocaula*; n. *Tiquilia greggi*; ñ. *Leucophyllum laevigatum*.

Fotografías: Luis M. García Fera

Las especies de plantas herbáceas, de la familia Asteraceae (margaritas), tienen flores coloridas (Figuras 3a, 3b, 3c) que atraen una gran variedad de polinizadores generalistas. Algunas plantas son pequeñas, pero con flores grandes (Figura 3d), otras forman arbustos pequeños de hasta un metro de alto (Figuras 3e, 3f), otras forman arbustos muy altos (Figuras 3g, 3h) o tienen troncos gruesos muy leñosos (Figura 3i). Algunas otras tienen uso medicinal por las comunidades nativas (Figuras 3b, 3j, 3k, 3l) o tienen algún uso mágico-religioso (Figura 3g), otras son tóxicas (Figura 3m), algunas son endémicas al Desierto Chihuahuense (Figuras 3f, 3n) o endémicas de México (Figuras 3m, 3ñ).

Todo lo anterior es un pequeño ejemplo de la diversidad de flores e interacciones que surgen y se estructuran después de las lluvias en las zonas desérticas.

Para saber más...

CONANP. 2006. Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Mapimí. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

[Click aquí.](#)

Gallina S, García-Feria LM, González-Trápaga R. 2017. Ocotillo flowers as food resource for the mule deer during the dry season. *Therya* 8(2):185-188.

[Click aquí](#)

Lesback T. 2020. Texas Wildbuds. A collection of Texas Wildflowers Photographs and Information.

[Click aquí](#)

Sánchez-Escalante, José Jesús y Edward E. Gilbert. 2018. Red de Herbarios del noroeste de México: Un esfuerzo colaborativo entre botánicos mexicanos. *Árido-Ciencia* 3(2):21-35

[Click aquí.](#)

CAMBIO CLIMÁTICO Y DENGUE EN XALAPA Y COATEPEC, VERACRUZ

Fredy Severo Mendoza-Palmero

Servicios de Salud de Veracruz. Dirección de Salud Pública

José Luis Álvarez-Palacios

Red Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

Sergio Ibáñez-Bernal*

Red Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

Salvador Argimiro Beristáin Hernández

Servicios de Salud de Veracruz. Dirección de Salud Pública

*sergio.ibanez@inecol.mx

Agua estancada por lluvias. Fotografía: Vinisa Romero

El cambio climático se produce por causas naturales, pero se ha acrecentado por las actividades humanas modernas.

Desde la revolución industrial hasta hoy, la manera de producir y consumir energía ha modificado la atmósfera y degradado los ecosistemas. El cambio climático está afectando a los ecosistemas naturales, y éstos son importantes para regular el clima y atenuar los eventos meteorológicos, con un papel preponderante en secuestrar carbono atmosférico.



Figura 1. *Aedes aegypti* emergiendo de la exuvia pupal. Fotografía: Mario Vásquez-Márquez

Entre las enfermedades que afectan a los seres humanos, existe un grupo fuertemente relacionado con el clima, ya que es un factor condicionante para su existencia: las enfermedades transmitidas por insectos. Esto se debe a que la distribución geográfica y temporal de los insectos depende de las condiciones de temperatura, lluvia y humedad en el aire. **Así, si cambia el clima, también se modifica la distribución de los insectos.**



Figura 2. *Aedes albopictus* alimentándose de sangre humana. Fotografía: César A. Sandoval-Ruiz

El dengue es una enfermedad humana causada por un virus que requiere obligadamente replicarse en ciertas especies de mosquitos (*Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*) para ser transmitido mediante las picaduras de un sujeto infectado a otro susceptible de infectarse.

Aedes aegypti es originario de África y *A. albopictus* de Asia, pero su distribución fue ampliándose gracias al comercio internacional donde viajan como polizontes. De esta manera se establecen en lugares donde las condiciones climáticas son favorables para subsistir, principalmente en los asentamientos humanos de las áreas tropicales y subtropicales (figuras 1 y 2). En México, los mosquitos transmisores del dengue se distribuían en áreas urbanas y suburbanas desde el nivel del mar hasta cerca de los 1200 metros de altitud, que corresponde con sitios de clima caluroso y lluvioso favorables para su proliferación. Pero **en los últimos años, los mosquitos han extendido su distribución a zonas anteriormente templadas e incluso frías porque la temperatura se ha elevado, y la lluvia ha dejado de ser una limitante para su presencia:** el agua almacenada en cisternas, piletas, tambos y cubetas los ha favorecido, permitiendo su expansión en la mayoría de las entidades federativas.

Actualmente, en el estado de Veracruz, cada año se registra un número significativo de casos de dengue.

Hace un par de décadas, los casos solo se presentaban en la zona costera pero ahora ocurren, y cada vez con más frecuencia, en ciudades que solían tener un clima templado. Por ejemplo, en la década de 2009 y 2019, los casos de dengue aumentaron 7000 % en Xalapa y 6000 % en Coatepec.

El análisis de imágenes de satélite muestra cómo en los últimos veinte años, Xalapa y Coatepec ampliaron sus áreas urbanas. En 1999, existían pequeñas zonas al sureste de Xalapa (U1 y U2) que registraban temperaturas entre 34 y 37 °C, mientras que en la ciudad de Coatepec se tuvieron registros entre 32 a 37 °C. Para 2019, la temperatura aumentó en áreas más extensas de estas ciudades (figura 3).

[Click aquí para ampliar imagen](#)

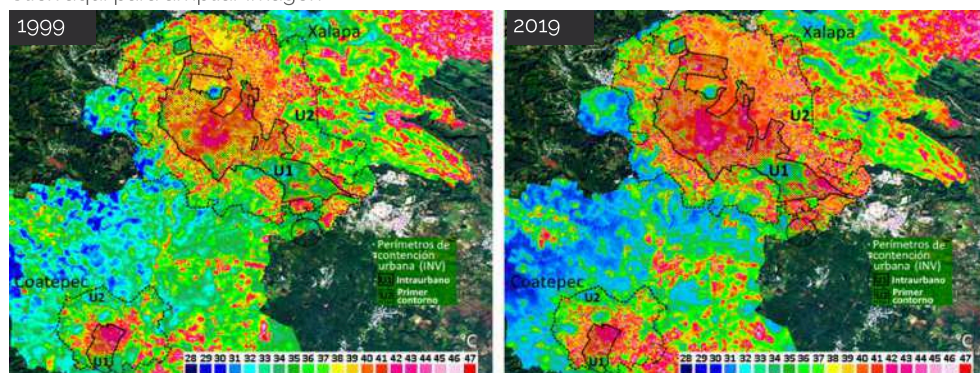


Figura 3. Ciudades de Xalapa y Coatepec del estado de Veracruz. En la imagen de la izquierda se observan las áreas según la escala de colores y sus rangos de temperatura en el año 1999. A la derecha, en el 2019, se nota el aumento de áreas con colores naranja, rojo y rosado, correspondientes a 35, 37 y 38 °C. Figura elaborada por Álvarez, J.L.

El crecimiento de estas ciudades y el cambio en el clima han permitido el establecimiento de las especies de mosquitos y hoy en día pueden considerarse como “sitios borde” de su distribución. Las construcciones en gran densidad, el concreto de techos y calles, la falta de arbolado, escasas áreas verdes y de cuerpos de agua, así como el gran número de automotores de combustión interna, son algunos de los factores que favorecen una mayor radiación solar y que el calor sea conservado por mayor tiempo. De esta manera, se crean las llamadas “islas de calor urbano”, que registran algunos grados más de temperatura con respecto a las áreas naturales aledañas (figura 4). Muchas ciudades bajo estas condiciones promueven la expansión de los mosquitos transmisores del dengue, por lo que un mayor número de personas de ciudades que antes no registraban casos, en la actualidad son vulnerables a sufrir la infección.

[Click aquí para ampliar imagen](#)

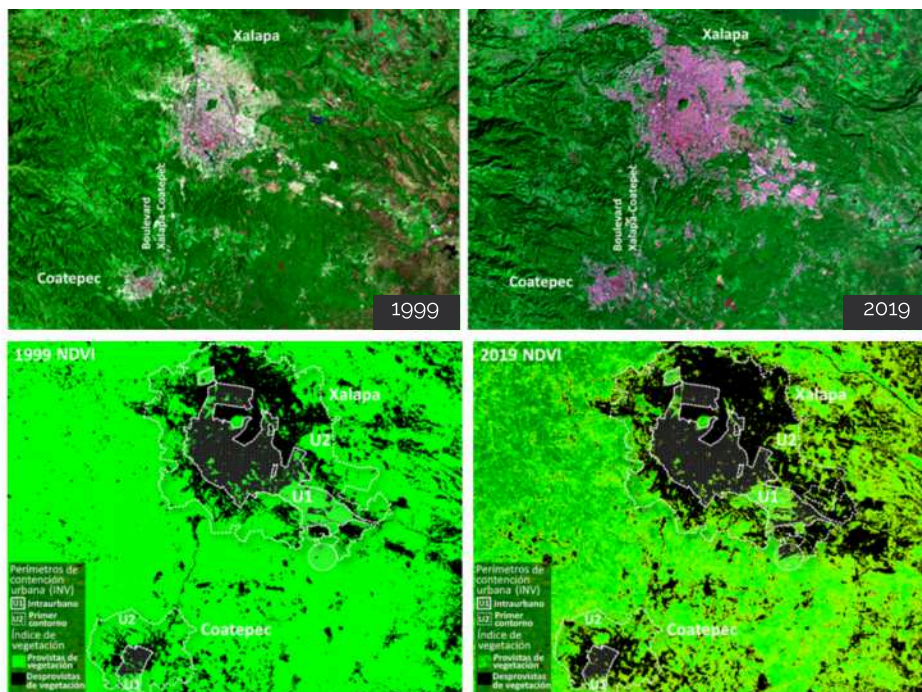


Figura 4. Ciudades de Xalapa y Coatepec del estado de Veracruz. Las imágenes de la izquierda muestran cómo se observaba el paisaje en 1999. A la derecha se perciben los cambios en tamaño y temperatura registrados en el 2019. Figura elaborada por Álvarez, J.L.

Algunas medidas de mitigación de cambio climático, considerando la expansión de las zonas de transmisión y el aumento de casos de dengue, pueden ser las siguientes:

1. La promoción de la conservación de los ecosistemas naturales en la periferia de las ciudades y diseñando estrategias que incluyan la recuperación de cobertura vegetal en su interior, mediante el establecimiento de parques, jardines y arbolado en las calles. **Las áreas naturales y las áreas verdes urbanas, además de brindar diversos servicios ecosistémicos, contribuyen de manera importante a la captura de carbono y reducen considerablemente la radiación solar y la temperatura.**

Al disminuir nuevamente la temperatura en ciudades que anteriormente tenían clima templado, las poblaciones de mosquitos vectores no prosperarían.



Figura 5. Vigilancia entomológica de dengue por personal de la Secretaría de Salud. Revisión de la existencia de larvas de mosquitos en el agua acumulada en neumáticos usados. Fotografía: Mario Vásquez-Márquez

2. El uso de energías limpias y la reducción en el uso de automotores, aparatos eléctricos, etc. disminuiría la emisión de gases con efecto invernadero y las islas de calor, ayudando a controlar las poblaciones de mosquitos.

3. La participación de la población en general, manteniendo calles, patios y lotes baldíos limpios, sin plásticos, cacharros y depósitos de agua que funcionan como criaderos de mosquitos; siguiendo las recomendaciones de prevención de la Secretaría de Salud, permitiendo la inspección de los domicilios (figura 5) y la aplicación de las medidas de control de estos insectos, se favorecerían y reforzarían las acciones de prevención y control del dengue.

**Para saber más:**

Boletín Epidemiológico del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Sistema Único de Información (2019) Recuperado el 05 de agosto de 2021. [Click aquí.](#)

Villanueva-Solis, J., Ranfla, A. Quintanilla-Montoya, A. L. (2013) Isla de Calor Urbana: Modelación Dinámica y Evaluación de medidas de Mitigación en Ciudades de Clima árido Extremo. Información Tecnológica, 24 (1), 15-24 doi: 10.4067/S0718-07642013000100003

CENAPRECE (2021) Dengue. [Click aquí.](#)



Jardín botánico, INECOL. Fotografía: Vinisa Romero @Lifeskylover, Instagram

Ciencia Hoy

LOS HUMEDALES DISMINUYEN EL IMPACTO DE LOS HURACANES

Robert Costanza

Australian National University, Australia

Sharolyn J. Anderson

University of Denver, USA

Paul Sutton

Australian National University, Australia
University of Denver, USA

Kenneth Mulder

Long Trail School, USA

Obadiah Mulder

University of Southern California, USA

Ida Kubiszewski

Australian National University, Australia

Xuantong Wang

University of Illinois, USA

Xin Liu

Centre for Ocean Mega-Research of Science, China

Octavio Pérez-Maqueo*

Instituto de Ecología, A.C., México

M. Luisa Martinez

Instituto de Ecología, A.C., México

Diane Jarvis

James Cook University, Australia

Greg Dee

WFTS-TV, USA

* octavio.maqueo@inecol.mx

Nota sobre este trabajo.

Esta investigación se llevó a cabo durante la pandemia del SARS-COVID-19, por medio de llamadas virtuales realizadas cada dos semanas, en las que participaron todos los autores de diferentes países (Estados Unidos, Australia, México y China).

El **cambio climático está provocando el aumento en el nivel del mar** y en la ocurrencia de tormentas más intensas y frecuentes, lo que **pone en riesgo de inundación y erosión a las costas y a las ciudades costeras**. Sin embargo, a pesar de estas amenazas, **los desarrollos urbanos continúan invadiendo y destruyendo los ecosistemas costeros** como los humedales y las islas de barrera, aún cuando ambos pueden amortiguar los daños causados por las tormentas. En muchas ciudades costeras se están haciendo reflexiones sobre las siguientes preguntas:

·¿Construimos diques de grandes dimensiones para proteger nuestra infraestructura contra las tormentas?

·¿Protegemos y restauramos nuestros humedales costeros para protegernos de las tormentas y mantener otros servicios ambientales, además de la protección contra tormentas, que también son valiosos?

·¿Nos damos por vencidos con nuestra actual ubicación costera y nos retiramos tierra adentro?

·¿O implementamos alguna combinación de las alternativas anteriores?



Ciudad costera sin humedales. Fotografía: ID 12019, Pixabay

Muchas ciudades costeras son muy vulnerables ante los ciclones tropicales. Por ejemplo, en México, los populares centros turísticos Cancún y Los Cabos se ubican en las zonas con mayor incidencia de huracanes. En otros países que comparten el mismo problema, se han propuesto diferentes soluciones. **En Miami, por ejemplo, recientemente, se presentó una propuesta de 6 mil millones de dólares para construir un rompeolas gigante** de 6 m de altura que correría de manera paralela a la costa. En China ya existen rompeolas para proteger contra tormentas.

Aunque no es deseable, probablemente, en los próximos años, este tipo de "soluciones" estarán cada vez más en las cabezas de los tomadores de decisiones para tratar de proteger a las comunidades costeras de las tormentas. **Sin embargo, se ha visto que estas estructuras pueden dañar a los ecosistemas, son costosas y requieren de un mantenimiento constante** que resulta muy caro. Frente a esto, se ha propuesto que los ecosistemas naturales que se encuentran en las costas, como los humedales, son mucho más efectivos para proteger, son más baratos de mantener y ofrecen otros servicios ambientales que los rompeolas no aportan.



Cancún. Fotografía: Ricardo Esquivel, Pexels

Los Cabos.
Fotografía: Salvador Navarro, UnsplashMiami Beach
Fotografía: Tammon, Pixabay

Los humedales costeros reducen los efectos dañinos de los ciclones tropicales en las ciudades de la costa al absorber la energía de las tormentas de una manera que ni la tierra firme ni el mar abierto pueden hacerlo. Los mecanismos involucrados son varios. Primero, los humedales reducen la profundidad y la cantidad de agua disponible, de manera que las olas que forma el viento tienen menor altura y, por lo tanto, la marea de tormenta también es menor. Segundo, absorben la energía del viento y de las olas. Los humedales también reducen los daños por inundaciones al absorber el agua que se acumula por la lluvia y así moderan los efectos en las áreas edificadas.

[Da click aquí para ampliar imagen](#)



Recientemente, **realizamos un estudio para estimar por primera vez a nivel mundial si los humedales ayudan a proteger las ciudades de las costas**, disminuyendo el número de fallecimientos y las pérdidas económicas. El estudio aprovechó que en las últimas décadas se ha hecho un mejor seguimiento de las tormentas, hay un mejor mapeo global del uso de la tierra y la cubierta vegetal, y existen bases de datos globales con información de daños económicos y fallecimientos asociados a tormentas tropicales. Además, existen capacidades computacionales y métodos de análisis mejorados que nos permitieron modelar las relaciones entre los ciclones tropicales y los daños y muertes evitados por la presencia de humedales costeros.

Analizamos para 71 países, la información relacionada con 1,000 ciclones tropicales que han ocurrido desde 1902, y para los que se tiene registro de daños económicos y fallecimientos. Los resultados revelan que la capacidad de protección aportada por los humedales es variable entre países, y depende de la probabilidad de que ocurran tormentas, la infraestructura presente en zonas frecuentemente impactadas y la cobertura de humedales.

Los cálculos de este estudio mostraron que, en promedio, anualmente los humedales ayudan a evitar pérdidas económicas por 450 mil millones de dólares y salvan alrededor de 4600 vidas. Esto es, los 40 millones de hectáreas de humedales costeros existentes en zonas afectadas por ciclones tropicales aportan una protección económica de 11,000 dólares por hectárea, cada año.



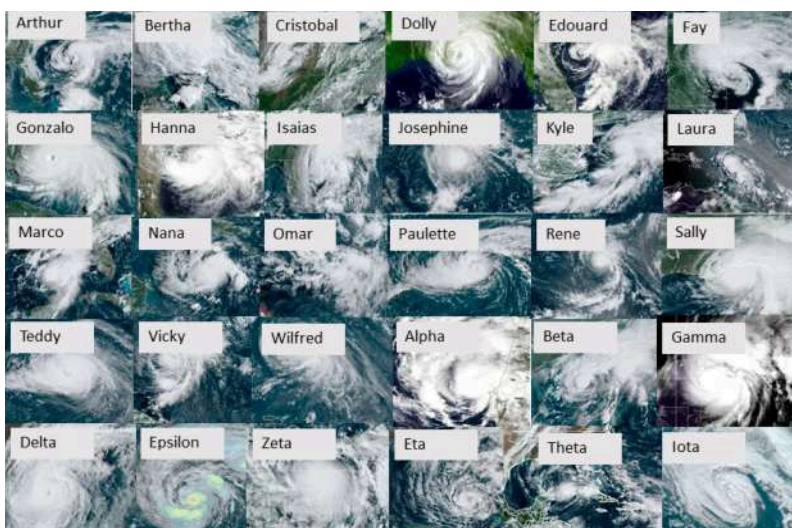
Los cinco países con mayor valor de protección de los humedales contra daños económicos causados por huracanes son: Estados Unidos, China, Filipinas, Japón y México. Por otro lado, los cinco países con mayor número de vidas salvadas por la presencia de estos ecosistemas son China, Filipinas, Estados Unidos, India y Bangladesh.

Los humedales costeros funcionan como diques sustentables, ya que se mantienen por medio de procesos naturales y ofrecen mayores beneficios en comparación con los costos de protegerlos. Además, aportan diversos servicios ambientales que carecen los diques y rompeolas, tales como hábitat para especies marinas de importancia comercial, oportunidades recreativas, secuestro de carbono, manejo de sedimentos y escorrentía de nutrientes, entre muchos otros.

Desafortunadamente, la cobertura de los humedales costeros ha disminuido en 50% desde 1900 a la fecha. Por ello, y considerando la relevancia de estos ecosistemas es necesario revertir esta tendencia e invertir en su mantenimiento y restauración, lo cual resultará en grandes beneficios para la sociedad, y mejorará el bienestar social.

Por último, es importante resaltar que la frecuencia e intensidad de los ciclones tropicales ha ido en incremento en las últimas décadas y, dadas las tendencias actuales, se predice que el impacto de estos eventos seguirá aumentando. **En consecuencia, los ya importantes beneficios de proteger y restaurar los humedales costeros y otros ecosistemas naturales serán cada vez más relevantes y valiosos en el futuro. Nuestros resultados justifican inversiones mucho mayores en la conservación y restauración de humedales costeros.**

[Da click aquí para ampliar imagen](#)



De acuerdo con la información registrada, en 2020 se registró la temporada de huracanes del Atlántico más larga y con mayor número de huracanes en la historia. Fotografías de los huracanes de 2020, obtenidos de la NOAA. Composición fotográfica por los autores

Para saber más:

- Costanza, R., Anderson, S.I., Sutton, P., Mulder, K., Mulder, O., Kubiszewski, I., Wang, X., Liu, X., Pérez-Maqueo, O., Martinez, M.L., Jarvis, D., Dee, G. 2021. *The global value of coastal wetlands for storm protection*. Global Environmental Change. 70: 102328

- Wetlands Save Money and Lives. [Click aquí](#)

EL SEGURO PARAMÉTRICO PARA ARRECIFES DE CORAL CONTRA HURACANES: ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN QUINTANA ROO, MÉXICO

Alfredo Arellano Guillermo

Gobierno del Estado de Quintana Roo, México

alf.arellano@hotmail.com



Arrecife. Fotografía: otakphoto, Pixabay

La degradación ambiental amenaza al desarrollo humano, porque socava la provisión de bienes y servicios vitales, produciendo considerables consecuencias económicas y sociales.

Un informe de la reaseguradora Swiss Re sobre el impacto económico del cambio climático, señala que si no evitamos la degradación ambiental, se perderá hasta el 18 % del PIB mundial hacia el 2050. Más allá del cálculo económico, la reaseguradora advierte de problemas sobre disponibilidad de agua potable, incertidumbre en las cosechas, inseguridad alimentaria, impacto en la salud, desnutrición e inconvenientes asociados al calor, cambio en los destinos turísticos y las demandas de energía.

La responsabilidad legal de los países para afrontar al cambio climático enfrenta serios obstáculos por la frecuente incompatibilidad entre los procedimientos administrativos y las dinámicas naturales.

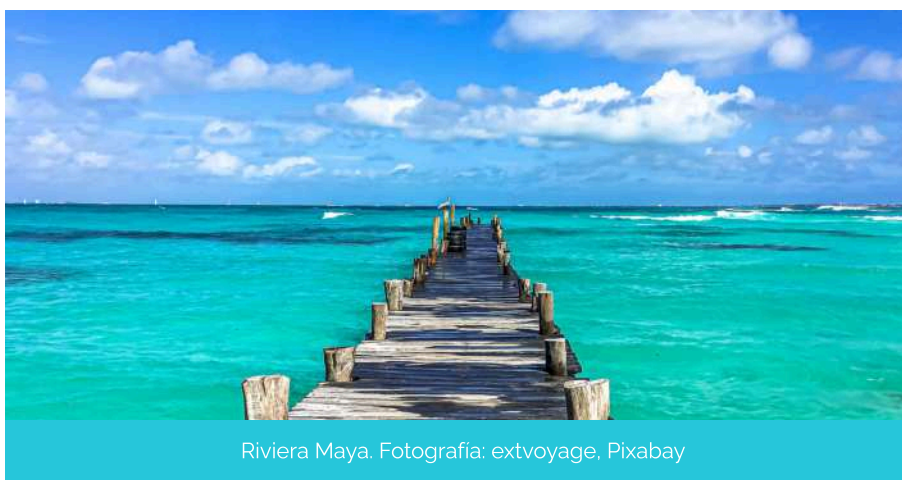
Múltiples factores de esta índole complican el ejercicio de la Ley de Responsabilidad Civil al Cambio Climático: la causalidad de los fenómenos meteorológicos extremos, los tiempos administrativos, el alcance y la escala de la acción gubernamental. **Además, la oposición política para atender las recomendaciones multilaterales a nivel global para luchar contra el Cambio Climático en algunos países impide la sinergia intergubernamental como un medio para compensar sus efectos.**



La contratación de un seguro es una opción para cubrir la responsabilidad por daños causados a un tercero o que resulte en la pérdida de biodiversidad. Además de proporcionar recursos contingentes para acción correctiva inmediata posterior al desastre ambiental, el seguro puede prevenir gastos futuros y, por lo tanto, reducir los riesgos. La compensación basada en seguros paramétricos para proteger los ecosistemas, como los arrecifes de coral y manglares, es una acción que está emergiendo recientemente, ya que representa una nueva opción con amplio potencial para la política climática.

El caso del seguro paramétrico para los arrecifes de coral contra huracanes

La economía de Quintana Roo se basa principalmente en el turismo de sol y playa. Sus destinos Cancún, Tulum y la Riviera Maya son mundialmente reconocidos por la belleza del paisaje, el azul turquesa del mar con arena fina y blanca. La arena se origina de restos diminutos de carbonato de calcio proveniente del esqueleto de organismos marinos, es decir, es producto de millones de años de evolución. Por ello, el ecosistema que juega un papel preponderante en la generación y protección de los arenales en esta región es el arrecife de coral.



Riviera Maya. Fotografía: extvoyage, Pixabay

Los servicios ecosistémicos que brindan los arrecifes de coral se encuentran bien documentados en términos de su aporte a la biodiversidad, pesquerías, turismo, valor inmobiliario, protección costera y reducción de la vulnerabilidad ante tormentas y huracanes, entre otros. **No es una exageración señalar que sin el arrecife los destinos turísticos del Caribe Mexicano sufrirían una pérdida sin precedentes de su economía y el riesgo ante desastres naturales se incrementaría en grandes proporciones.**

Con esta premisa, en 2016 el Lic. Carlos Joaquín, gobernador del estado de Quintana Roo, ofreció la siembra de un coral por cada voto recibido, y en 2018 constituyó el "Fideicomiso para el Manejo Integrado de la Zona Costera, la Seguridad y el Desarrollo Social del Estado de Quintana Roo". Este es un instrumento para alojar las iniciativas y recursos económicos que permitan dar continuidad y transparencia al destino de los recursos captados para el desarrollo sostenible de la costa.



Colonias de coral en laguna arrecifal.
Fotografía: Armando Gasse

En 2019, gracias al apoyo y conocimiento generado años atrás por instituciones académicas, organizaciones de la sociedad civil, empresas reaseguradoras (Swiss Re) y del gobierno federal, el gobierno de Quintana Roo emprendió junto con The Nature Conservancy, el diseño y adquisición de un seguro paramétrico. Este seguro transfiere el riesgo que representan los huracanes sobre los arrecifes de coral, con la finalidad de contar con recursos económicos para su restauración y mantener los servicios ecosistémicos que proveen.

Lo anterior es de gran relevancia, ya que los costos de la reparación de los daños al arrecife que protege la costa de Quintana Roo después de un huracán son elevados, variando entre \$100 y 150 mil dólares para una rápida respuesta en 20 km de longitud. La recuperación total puede durar de 2 a 5 años y costar millones de dólares, dependiendo del daño total a recuperar.



Coral cuerno de alce en arrecife de Quintana Roo. Fotografía: Armando Gasse

El pago del seguro paramétrico está definido por tres variables:

- a) El parámetro que es la velocidad del viento; en 2019 y 2020 se consideraron a partir de 185 km/h y en 2021 se ajustó a partir de 170 km/h
- b) Un área de incidencia que abarca la costa del estado, y
- c) El pago o compensación

La compañía aseguradora no evalúa los daños ni supervisa el ejercicio del recurso, el contrato establece en automático la ejecución del pago si se cumple el parámetro definido (velocidad del viento) en el área establecida. Es el comité técnico del fideicomiso, apoyado en un consejo asesor quien define y regula el uso del dinero y la supervisión necesaria.

En el contrato se estipula que los pagos van desde el 20 % hasta el 100 % de la suma máxima asegurada, dependiendo de la velocidad de los vientos, es decir desde los 170 km/h (daños severos), hasta 233 km/h y mayores (daños catastróficos). Los datos del parámetro se toman del Centro Nacional de Huracanes de la NOAA (Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos, NOAA por sus siglas en inglés).



Inicio de campaña para siembra masiva de corales en el arrecife de Cancún e Isla Mujeres, Quintana Roo 2019. Autor Francisco Bautista

En el proceso de licitación, el valor de la póliza lo establece el gobierno del estado y en función de ello, las aseguradoras ofrecen la suma máxima asegurada (SMA). Esto ha dado lugar a la variación del costo de la póliza de entre el 11 y el 15 % de la SMA en los últimos tres años. Las licitaciones han sido ganadas por Seguros Afirme con la reaseguradora Swiss Re (2019), Seguros Banorte con las reaseguradoras Hannover Re y Global Parametrics (2020 y 2021). En octubre de 2020, por ejemplo, el huracán Delta registró vientos sostenidos de 185 km/h, detonando el pago de 17 millones de pesos, invertidos actualmente en la restauración de los arrecifes.

El seguro paramétrico es el primero en el mundo enfocado en los recursos naturales, representa un excelente instrumento innovador de mercado y de adaptación al cambio climático y reduce la vulnerabilidad de las finanzas públicas por internalizar costos que no se destinaban a restauración de ecosistemas. Además, fortalece el cumplimiento de México ante la Plataforma Global para la Reducción de Riesgos ante Desastres Naturales, los Acuerdos de París relativos al Cambio Climático y los Objetivos del Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas.

Para saber más:

The economics of climate change. [Click aquí.](#)

Deutz, A., Heal, G. M., Niu, R., Swanson, E., Townshend, T., Zhu, L., Delmar, A., Meghji, A., Sethi, S. A., and Tobin de la Puente, J. 2020. Financing Nature: Closing the global biodiversity financing gap. The Paulson Institute, The Nature Conservancy, and the Cornell Atkinson Center for Sustainability. 228 p.

Biodiversity II: Understanding and Protecting Our Natural Resources, Washington, D.C.: Joseph Henry/Nat. Acad. Press, pp. 88-108. / The global biodiversity of coral reefs: a comparison with rain forests, Reaka-Kudla MJ, en Biodiversity, Reaka- Kudla et al. eds, 1977/ Reefs at Risk Revisited, Burke et al. 2011. Hoegh-Guldberg, O. et al, 2015. Reviving the Ocean Economy: the case for action. WWF International, Gland, Suiza. / Ferrario et al., 2014. The effectiveness of coral reefs for coastal hazard risk reduction and adaptation (La eficacia de los arrecifes de coral en la reducción y la adaptación a los riesgos costeros). Nature Comm 5:3794 / Spalding et al., agosto de 2017. Mapping the Global Value and Distribution of Coral Reef Tourism (Cartografía del valor y la distribución mundial del turismo de arrecifes).

Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo 25/07/2018. Acuerdo modificatorio al acuerdo mediante el cual se autoriza la constitución del fideicomiso para el manejo integral de la zona costera, desarrollo social y seguridad para el estado de Quintana Roo. SEMA



P. 85 y 86. Jóvenes. Fotografía: josephredfield, Pixabay



Jóvenes Científicos

LOS HUMEDALES COSTEROS Y EL AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR

Edgar Abel Sánchez-García

Posgrado del INECOL

Patricia Moreno-Casasola*

Red de Ecología Funcional, INECOL

patricia.moreno@inecol.mx

Popal dominado por platanillo (*Pontederia sagittata*). Fotografía: Gerardo Sánchez Vigil

Los humedales son ecosistemas de transición entre el medio terrestre y el medio acuático, y ocupan entre el 4 y el 6% de la superficie terrestre mundial. En México hay una mayor cantidad de humedales en la zona costera que hacia el interior del país, ubicándose entre el paisaje terrestre cercano a la costa y el borde exterior de la zona de mareas (Figura 1). **Esta posición geográfica genera la formación de humedales con distintos niveles de inundación y salinidad, dando como resultado una amplia gama de condiciones hidrológicas que se ven reflejadas en una gran diversidad de humedales.** Estos ecosistemas costeros están formados por diferentes tipos de plantas desde herbáceas flotantes o enraizadas, hasta arbustos o árboles.



Figura 1. Mapa de distribución potencial de los humedales en México. INEGI, 2012. Imagen: Roberto Monroy

Un ejemplo de esta diversidad de tipos de humedales se observa sobre la planicie costera del Golfo de México donde se han establecido diferentes humedales de agua dulce por debajo de los 100 m snm. En esta región existen humedales herbáceos dominados por especies de plantas de hojas anchas y de hojas angostas (conocidos localmente como popales y tulares respectivamente), así como selvas inundables dominadas por distintas especies de árboles (Figura 2).



Figura 2. Humedales del Centro de Investigaciones Costeras La Mancha (CICOLMA) en la costa central de Veracruz, al iniciarse el proceso de restauración de un popal invadido por una gramínea africana en el año 2009. Fotografía: Gerardo Sánchez Vigil

Se estima que la pérdida de la superficie original de humedales en México es del 62%, siendo las causas principales el crecimiento demográfico, el desarrollo urbano e industrial, y las actividades agropecuarias. Actualmente, el aumento del nivel del mar por causa del cambio climático representa otra amenaza para los humedales costeros.

El mar ha aumentado su nivel debido principalmente a dos procesos: la expansión térmica del océano provocada por el calentamiento del agua, y el derretimiento de glaciares y casquetes polares que promueve la adición de agua a los océanos. Se tiene registro de que en los últimos 20 años, la tasa de aumento del nivel del mar ha sido mayor que la registrada durante el siglo XX.

La tasa promedio de elevación del mar de 1901 a 2010 fue de 1.7 mm por año, mientras que durante el presente siglo la tasa promedio de elevación fue de 3.2 mm por año, es decir, casi el doble.

El aumento del nivel del mar modificará los niveles del agua, ocasionando que se produzcan inundaciones más prolongadas y también incrementará la salinidad en los humedales costeros de agua dulce. Esto podría afectar a las especies de plantas que actualmente están presentes en estos ecosistemas en dos etapas fundamentales de su reproducción: la germinación y el establecimiento de plántulas.

Considerando lo anterior, recientemente hemos llevado a cabo experimentos en el Laboratorio de Ecología Funcional y en invernaderos del Centro de Investigaciones Costera La Mancha (CICOLMA) del INECOL, para evaluar la capacidad de germinación bajo distintas condiciones de inundación y aumento en la salinidad del agua de diversas especies de popales y tulares. También estudiamos el establecimiento de plántulas de corcho (*Annona glabra*), especie dominante de selvas inundables. Todas las especies estudiadas se distribuyen en el Golfo de México.

Los resultados de los experimentos de germinación mostraron que las especies de popales y tulares requieren condiciones de humedad en el suelo para germinar y son muy sensibles a la salinidad. En la mayoría de las especies de popales, los porcentajes de germinación disminuyeron y el inicio del proceso germinativo se retrasó a salinidades de 5 o 10 partes por mil (ppm), como es el caso de la yerba de clavo (*Ludwigia octovalvis*), el junco boludo (*Fuirena simplex*), y en especies dominantes como el platanillo (*Pontederia sagittata*; Figura 3). Además, el agua con salinidad de 15 ppm (salinidad similar a la que predomina en algunos manglares) puede llegar a inhibir la germinación en otras especies como la cola de pato (*Sagittaria lancifolia*).

Por el contrario, en la especie dominante de tulares conocida como tule (*Typha domingensis*), se registraron altos porcentajes de germinación, incluso en altos niveles de salinidad (15 ppm). **Diversas semillas de plantas de popales, como la yerba del clavo y algunas ciperáceas como *Cyperus digitatus*, tienen la capacidad de mantenerse viables hasta por ocho meses en el suelo del humedal después del periodo de dispersión, y tener altos porcentajes de germinación cuando las condiciones ambientales son favorables, inclusive en salinidades de 10 ppm.**



Figura 3. Germinación de un fruto de platanillo bajo condiciones de humedad y agua dulce en laboratorio. Fotografía: Edgar A. Sánchez-García

Además, a través de experimentos de invernadero se ha observado que el incremento en los niveles de inundación y salinidad también puede afectar el establecimiento de plántulas del árbol de corcho, que es una especie dominante de selvas bajas inundables.

Las plántulas de corcho tienen un mayor crecimiento en altura, diámetro y ganancia de biomasa bajo condiciones de suelo húmedo y agua dulce (Figura 4), mientras que el incremento de salinidad y del nivel del agua ocasiona un menor crecimiento y menor ganancia de biomasa. Salinidades de 5 o 15 ppm, así como inundación a 10 cm por encima de la superficie del suelo, pueden ocasionar la muerte de las plántulas.

De acuerdo con los resultados obtenidos, podemos concluir que el incremento de los niveles de inundación y salinidad en los humedales costeros de agua dulce provocado por el aumento del nivel del mar, podría afectar negativamente el proceso de germinación de semillas de especies de popales y el establecimiento natural de plántulas de corcho en selvas inundables. Lo anterior, aumentará la presión sobre las especies que actualmente habitan los humedales de agua dulce en la zona costera. Por lo tanto, el aumento en el nivel del mar podría ocasionar un mayor deterioro o incluso la desaparición de algunos humedales costeros de agua dulce presentes en la llanura costera del Golfo de México. Esta información es importante para desarrollar estrategias de restauración ecológica, que contribuyan a minimizar el impacto del aumento del nivel del mar y el cambio climático sobre los humedales costeros de agua dulce.



Figura 4. Plántula de corcho bajo condiciones de suelo húmedo y agua dulce en el experimento de invernadero de establecimiento y crecimiento de plántulas. Fotografía: Edgar A. Sánchez-García

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca no. 723842 otorgada a Edgar A. Sánchez-García, y al Instituto de Ecología A.C. También agradecemos al Laboratorio de Ecología Funcional de la Red de Ecología Funcional y al Centro de Investigaciones Costeras La Mancha por brindar el espacio y los recursos necesarios para realizar los estudios.

Para saber más:

Página web ciénagas y humedales.

[Click aquí.](#)

Moreno-Casasola, P. e Infante-Mata, D. 2010. Veracruz. Tierra de ciénagas y pantanos. Gobierno del Estado de Veracruz, Secretaría de Educación del Estado de Veracruz, Comisión del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave para la conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución, 2010. Xalapa, Veracruz. 411 p.

Sánchez-García, E.A., K. Rodríguez-Medina y P. Moreno-Casasola. 2017. Effects of soil saturation and salinity on seed germination in seven freshwater marsh species from the tropical coast of the Gulf of Mexico. *Aquatic Botany* 140: 4-12.

[Click aquí.](#)

Vista aérea de la selva inundable en el Área Natural Protegida Ciénaga del Fuerte, Tecolutla. Fotografía: Gerardo Sánchez Vigil

RESTAURACIÓN DE MANGLARES: CLAVE PARA COMBATIR EL CAMBIO CLIMÁTICO

Alejandro Corona-Salto*

Posgrado del INECOL

Humberto M. Romero Uribe

Posgrado del INECOL

alejandro.corona@posgrado.ecologia.edu.mx



Restauradores de la localidad elevando el terreno para el establecimiento de plántulas de mangle. Fotografía: Alejandro Corona Salto



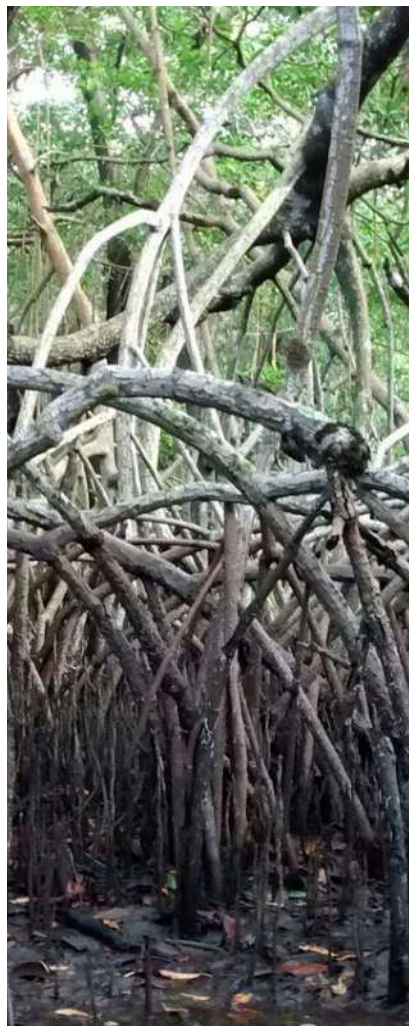
Figura 1. Mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en la laguna de La Mancha, Veracruz.
Fotografía: Alejandro Corona Salto

Los manglares son bosques costeros que habitan zonas inundables, en la transición entre la tierra y el agua salobre que resulta de la mezcla del agua de mar y el agua dulce (Figura 1). **En México, predominan 4 especies de mangle: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), pero se han registrado dos especies más (*Avicennia bicolor* y *Rhizophora harrisonii*) en Chiapas.** Aunque las especies de mangle en México son pocas, todas cumplen funciones en la costa con alto valor ecológico y económico, brindando numerosos servicios ecosistémicos. Por ejemplo, son hábitat para una gran diversidad de especies de flora y fauna, son fuente de alimento (como peces y crustáceos) y madera, depuran el agua al absorber el exceso de nutrientes y otros contaminantes, y poseen una belleza natural que atrae actividades turísticas.

Muchos de estos servicios han adquirido mayor relevancia actualmente ya que contribuyen a mitigar el cambio climático. Tal es el caso de la captura y almacenamiento carbono (C) que, en ecosistemas costeros como los manglares, marismas y pastos marinos, se denomina "carbono azul". **Los manglares pueden almacenar grandes cantidades de C, incluso mayores que otros ecosistemas terrestres (en promedio 1023 toneladas de C por hectárea).**

Los árboles de mangle absorben el dióxido de carbono (CO_2) de la atmósfera a través de sus hojas y usan el C para construir sus tejidos, al igual que todas las plantas. Pero los manglares pueden capturar el C hasta 100 veces más rápido en comparación con otros bosques. Se estima que estos ecosistemas contribuyen con el 3% del C capturado por la vegetación tropical a nivel mundial, lo que equivale a alrededor de 13.5 gigatoneladas de C al año. Para que te des una idea de lo que significa, una gigatonelada equivale a la masa de todos los mamíferos del planeta (con excepción del ser humano), y es más o menos el doble de la masa de todos los humanos juntos.

Los árboles de mangle emplean el C asimilado mayormente para construir sus raíces. Cuando sus raíces mueren, esta materia orgánica se va acumulando en el suelo junto con la hojarasca y madera seca. Este C puede quedar secuestrado (atrapado) por miles de años ya que la descomposición de la materia orgánica en el suelo del manglar es muy lenta. De esta manera, **los manglares evitan que el C llegue a la atmósfera y continúe calentando el planeta. Sin embargo, cuando estos ecosistemas se degradan o destruyen, los suelos pueden quedar expuestos a la atmósfera o a la columna de agua, lo que provoca que todo ese carbono almacenado en el suelo sea liberado en forma de CO_2 o metano (CH_4), que son dos de los principales gases de efecto invernadero que provocan el calentamiento global.**



Raíces de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en la laguna de La Mancha, Veracruz.

Fotografía: Alejandro Corona Salto.
Click para ampliar



Figura 2. Restauradores de la localidad elevando porciones del terreno para facilitar el establecimiento de plántulas de mangle. Fotografía: Alejandro Corona Salto. [Click para ampliar.](#)



Vista aérea del área en restauración del manglar de Tampamachoco en donde se observa el canal de rehabilitación y las elevaciones del terreno colonizadas por plántulas de mangle. Fotografía: Angel Francisco Zaragoza Méndez. [Click para ampliar.](#)

Aunque se ha reconocido internacionalmente la importancia de los manglares, en el mundo se ha perdido el 50% de su cobertura en los últimos 50 años. Por ejemplo, **en México, que ocupa el 4to lugar a nivel mundial en extensión de manglar, se han perdido alrededor de 90 mil hectáreas de manglar en los últimos 30 años.** Las causas principales de su pérdida son el cambio de uso de suelo para actividades humanas como la cría de ganado, el cultivo de camarones y el desarrollo urbano, industrial y turístico. Por lo anterior, en el contexto actual, la conservación y restauración de los manglares es una de las mejores formas de mitigar los efectos del cambio climático. De esta manera, **la restauración ecológica pretende recuperar las especies vegetales y animales que vivían en un sitio antes de ser dañado por el humano.**

Un ejemplo de acciones de restauración es el caso del manglar de Tampamachoco, ubicado en Tuxpan al norte de Veracruz (ver Eco-Lógico 1(3): 49-51. [Click aquí](#)). Este manglar sufrió el bloqueo del flujo del agua que lo alimentaba, provocándole el aumento de la salinidad del suelo y por lo tanto, la muerte de los árboles en una superficie de 60 hectáreas. El INECOL desde 2011 aborda este problema a través de diferentes proyectos de restauración. En el más reciente, apoyado por la Comisión Nacional Forestal, participaron habitantes de la localidad (Figura 2), en la construcción de canales que conectan el manglar con la laguna del mismo nombre. Asimismo, se elevaron montículos de suelo de 5 m de diámetro y 15 cm de altura para facilitar el establecimiento de plantas. Los canales recuperaron el flujo del agua y al permitir una mayor entrada de agua dulce al manglar, se lavó el exceso de sales (Figura 3). Las elevaciones del terreno facilitaron el anclaje de las raíces de los propágulos (semillas) y generaron un ambiente más oxigenado que es favorable para su desarrollo.

A diez años del comienzo de la rehabilitación hemos observado que una cantidad considerable de plántulas (en promedio 20 individuos por m) se ha establecido en las elevaciones construidas. Las plántulas han crecido hasta 70 cm de altura y producido raíces que llegan a los 30 cm de profundidad del suelo (Figura 4). **La restauración del manglar de Tampamachoco significa recuperar las valiosas funciones que cumple y los servicios que provee, como es la captura del carbono. Queda claro que, para combatir el cambio climático además de usar tecnologías más amigables con el ambiente, es primordial conservar y restaurar los manglares.**



Figura 4. Perfil del suelo en el área de restauración donde se observa la penetración de las raíces de las plantas jóvenes establecidas. Fotografía: Alejandro Corona Salto

Agradecimientos:

Al Dr. Jorge Alejandro López-Portillo por su dirección en mi trabajo de tesis. A la Dra. Ana Laura Lara-Domínguez por su valiosa opinión, y a los técnicos participantes en el proyecto de restauración del manglar: Fís. Eduardo Sainz Hernández, Ing. Amb. Ángel Francisco Zaragoza Méndez, Biól. Moisés Rivera Rodríguez, Biól. Arlene Ibarra Villanueva y Biól. Mauricio Hernández Sánchez. Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por asignarme una beca (No. 550934) con la cual es posible la realización de mi tesis de doctorado. Este estudio forma parte del proyecto "Restauración hidráulica en la laguna de Tampamachoco en el estado de Veracruz para la rehabilitación del manglar y de sus servicios ambientales" del cual es responsable el Dr. Jorge Alejandro López-Portillo.

Para saber más:

Balance entre las emisiones de GEIs y las zonas de captura y almacenamiento de carbono en zonas de ecosistemas costero/marinos del Pacífico, Golfo de México y la Península de Yucatán. [Click aquí.](#)

Biodiversidad mexicana: ¿qué son los manglares?. [Click aquí.](#)

Elevación del terreno con alta densidad plántulas de mangle negro (*Avicennia germinans*). Fotografía: Alejandro Corona Salto

DIVERSIDAD DE DIVERSIDADES ¿PARA QUÉ TANTAS Y PARA QUÉ SIRVE?

José D. Rivera*
Red de Ecoetología, INECOL

Mario E. Favila
Red de Ecoetología, INECOL

*jdr495@hotmail.com

Suculentas. Fotografía: Scott web, Unsplash

El término diversidad (del latín *diversitas*) parte etimológicamente de dividir o separar "algo" de acuerdo con ciertas características (p.ej. altura, color, forma). **La categorización de objetos es una actividad que hacemos desde el albor de nuestra existencia, lo cual ha permitido comprender el entorno y poder aprovechar sus recursos de forma más efectiva.** ¿Te imaginas si nuestros antepasados no hubiesen categorizado las plantas comestibles, medicinales y tóxicas? Actualmente los seres vivos son categorizados y nombrados en unidades denominadas "especies" utilizando la ciencia de clasificación llamada taxonomía. Con la taxonomía podemos determinar la diversidad biológica simplemente contando el número de especies diferentes en una localidad determinada. Sin embargo, la diversidad biológica consta de múltiples facetas o "dimensiones", por lo que definirla con tan sólo el número de especies es una sobre-simplificación de la realidad. Para comprender qué son estas facetas primero repasemos brevemente cómo creemos que surgen las especies en el planeta.



Campos divididos. Fotografía: Tom Fisk, Pexels

Tenemos dos especies hipotéticas de plantas las cuales poseen características físicas muy diferentes: desde la forma de sus flores y hojas, hasta su tamaño. Ambas especies proceden del mismo ancestro. Pero... ¿cómo llegaron a ser tan distintas? Esto surge por dos procesos: la selección natural y la evolución.

Imagina que millones de años atrás, el ancestro de estas plantas poseía un conjunto de características físicas que reflejaban la manera en que la planta sobrevivía y se reproducía en ese ambiente prehistórico. No obstante, sus características físicas variaban entre los distintos individuos de la especie (p.ej. algunos individuos eran altos y otros bajos).

Dichas variaciones podían ser inocuas, perjudiciales o benéficas para la supervivencia de las plantas. Por ello, a través del proceso de selección natural, los individuos con caracteres benéficos tenían mayor probabilidad de sobrevivir hasta reproducirse, heredando estas características benéficas a su descendencia.

Ahora imagina que dos poblaciones de esta planta, alejadas cientos de kilómetros entre sí, sufren distintos procesos de selección natural ocasionados por cambios ambientales.

Los individuos altos con flores chicas tienen mayor probabilidad de supervivencia en la primera población. En cambio, en la segunda población sobreviven mejor individuos cortos, pero con flores grandes. Miles de años después estas características se perpetúan en cada población. Si ambas poblaciones no se reproducen entre sí, posiblemente lleguen a evolucionar en dos especies diferentes. ¿Ves que una especie va más allá de su nombre? **En resumen, la diversidad biológica está conformada principalmente por: 1) el número de especies o diversidad taxonómica; 2) la variabilidad de rasgos físicos, fisiológicos o conductuales con los cuales las especies sobreviven y realizan diversas funciones en la naturaleza (p.ej. la fotosíntesis en las plantas), llamada diversidad funcional; 3) la historia evolutiva o grado de parentesco entre las especies, conocida como diversidad filogenética.**



Planta recién sembrada. Fotografía: Ron Lach, Pexels

Pero... ¿para qué sirve complicarse con tantas diversidades? Supón que un ganadero tiene dos lotes de tierra (A y B). Un lote lo quiere transformar en un pastizal y el otro destinarlo para la conservación. Los investigadores realizan una evaluación de la diversidad de insectos en cada lote. Ambos lotes cuentan con seis especies. No obstante, analizando las relaciones evolutivas entre las especies por medio de un árbol filogenético (que es como un árbol genealógico), se descubre que los insectos del Lote B están evolutivamente más emparentados entre sí en comparación a los insectos del Lote A (Figura 1).

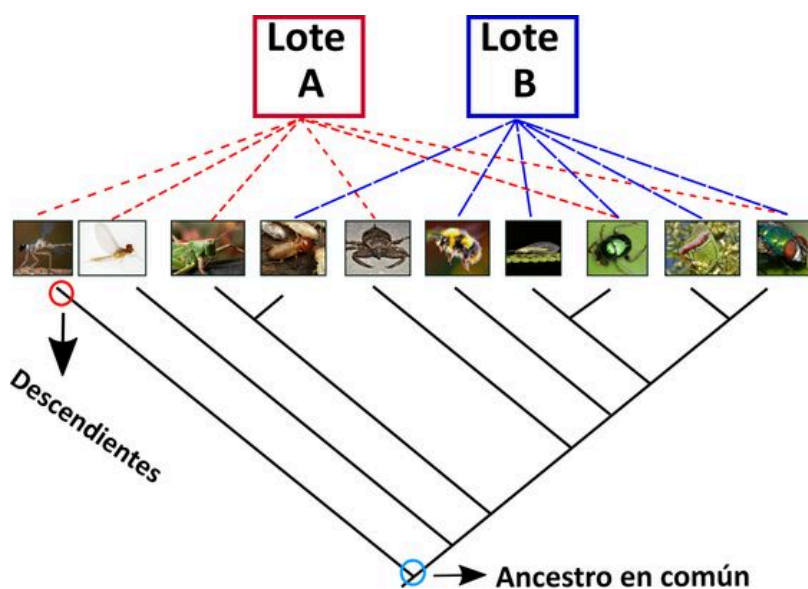


Figura 1. Árbol filogenético de las especies encontradas en los Lotes A y B (representadas por las líneas punteadas). Un árbol filogenético representa una propuesta sobre las relaciones evolutivas entre distintas especies de interés, señalando el orden en el surgen a partir de uno o varios ancestros en común. Cada ramificación del árbol simboliza un punto de evolución del cual descienden dos especies nuevas (ramas) a partir de una especie ancestral. Fotografías: *Odonata aeshnidae* (Anna Vlamnick), Mayfly (autor desconocido) y Dictyopharidae *Thanatodictya tillyardi* (Desmond W. Helmore) bajo licencia CC BY-SA 4.0. Demás ilustraciones bajo licencia CC0 1.0 (Dominio público)

El Lote A parece ser la mejor opción para conservar, pues además de poseer mayor "diversidad filogenética", sus especies deben de tener mayor diversidad de formas y funciones. En este sentido, surge una idea para nada descabellada, conocida como el "principio de conservación filogenética del nicho ecológico". Este término enredado postula algo bastante sencillo: dos especies con mayor parentesco evolutivo serán funcionalmente más similares al compartir mayor número de rasgos heredados por un ancestro en común (Figura 2). **En otras palabras, las especies del Lote A deben de ser física, fisiológica o conductualmente más diferentes entre sí al estar menos emparentadas.**

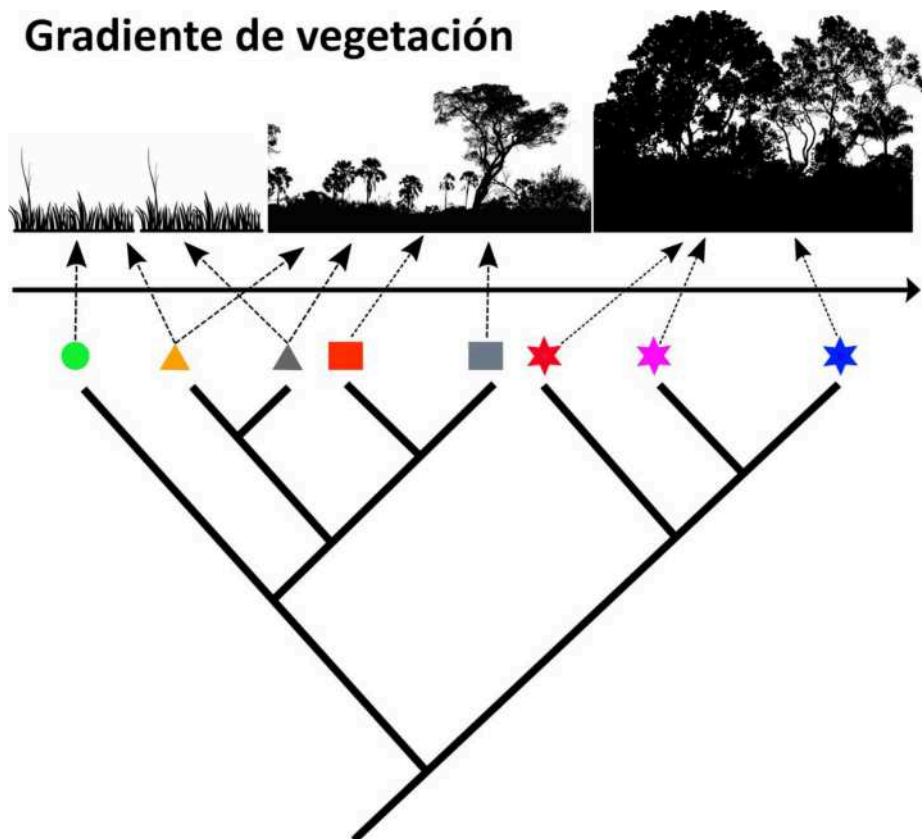


Figura 2. Conservadurismo filogenético de nicho ecológico: Las figuras geométricas representan ocho especies diferentes. Cada especie cuenta con adaptaciones especiales para sobrevivir en ambientes particulares (pastizal, arbustal, selva). Dichas adaptaciones están representadas por las distintas formas y colores de las figuras geométricas; si estas fueron heredadas, las especies más emparentadas tendrán formas y funciones similares en el ecosistema.

No obstante, el conservadurismo filogenético de nicho no siempre ocurre y pocas veces se verifica. Un estudio más detallado demuestra que las especies del Lote B cuentan con mayor variabilidad de rasgos funcionales. Esto es un embrollo, ¿Qué lote debería el ganadero conservar? ¿Prioriza la historia evolutiva de las especies o su funcionalidad en el ecosistema? ¿Cómo afectará esta decisión la calidad de los recursos naturales en la región? Es frecuente que los tomadores de decisiones, manejadores de los recursos naturales y líderes comunitarios, se enfrenten a situaciones como estas. La respuesta no es sencilla y nunca directa. **Con el ejemplo anterior demostramos la importancia de evaluar de forma integral la diversidad biológica, pues solo así se pueden tomar decisiones bien informadas y afines a los objetivos de conservación de cada región.**



Selva en la Reserva de Biosfera Los Tuxtlas, en Veracruz – México.
Fotografía: Renato P. Salomão

Actualmente, estamos evaluando la manera en que la diversidad biológica de los escarabajos del estiércol (Figura 3) se mantiene en paisajes tropicales perturbados según esta visión multidimensional de la diversidad. Empleamos como objeto de estudio a los escarabajos del estiércol por tratarse de organismos sensibles a los disturbios ocasionados por el humano, como la destrucción de la selva. En investigaciones recientes realizadas en la Reserva de Biosfera Los Tuxtlas, Veracruz, México, encontramos que los escarabajos del estiércol mantienen una alta diversidad filogenética a pesar de la considerable deforestación en la región.

No obstante, las especies que sobreviven son las de menor tamaño. Posiblemente, esto es debido a un proceso de selección natural donde las especies más grandes no logran sobrevivir y reproducirse al haber menos recursos y hábitat. Lo anterior puede traer consecuencias negativas para las funciones ecológicas que aportan estos escarabajos, pues la eficacia de muchas de sus actividades (como el enterramiento de heces) está determinada por su tamaño. En conclusión, analizando la diversidad taxonómica, funcional y filogenética podemos determinar con mayor precisión los sitios de mayor relevancia para la conservación, así como aquellos que requieren medidas de restauración y predecir la trayectoria que podría tomar la diversidad de la región en el futuro (Figura 4).



Figura 3. Escarabajo del estiércol *Canthon vazquezae* en la Reserva de Biosfera Los Tuxtlas, rodando estiércol que será enterrado y utilizado posteriormente por sus larvas para alimentarse dentro de cámaras subterráneas.

Fotografía: Renato P. Salomão



Figura 4. Paisaje de la Reserva de Biosfera Los Tuxtlas, en Veracruz, México.

Fotografía: José D. Rivera

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca de doctorado #70982.

Para saber más

Llopis-BeLenguer, C; Blasco-Costa, I; Balbuena, JA. 2018. Más allá del recuento de especies: Una nueva manera de enfocar la biodiversidad. *Mètode Science Studies Journal*. Universitat de València. 98: 48-51. DOI: 10.7203/metode.9.11186

Rivera, R. 2020. Diversidad filogenética: una forma de medir la historia evolutiva de la biodiversidad. *Desde el Herbario CICY* 12: 270-275.

[Click aquí.](#)

Montagud, N. Convergencia evolutiva: qué es, y ejemplos. Un resumen acerca de las características de la convergencia evolutiva, con ejemplos. Sin año. *Psicología y Mente*.

[Click aquí.](#)

CAZADORES DE MICROBIOS EN LAS MOSCAS DE LA FRUTA

Manuel Ochoa-Sánchez*

Red de Manejo Biorracional de Plagas y Vectores, INECOL

Martín Aluja

Red de Manejo Biorracional de Plagas y Vectores, INECOL

*inmanuah.ra@gmail.com

Puesto de fruta. Fotografía: Ian Turnell, Pexels

Los insectos guardan una estrecha relación con las bacterias que colonizan sus diferentes cavidades y órganos. A las comunidades de bacterias asociadas con algún hospedante (animal o vegetal) se les denomina microbiota.

Actualmente, existe mucho interés en la investigación sobre la microbiota intestinal de los insectos (y de humanos), pues se busca entender cuál es el rol de ésta en la capacidad de los insectos plaga para alimentarse de tantas plantas, causándoles muchas veces un daño de importancia económica.

Entre algunas de las bondades que aporta la microbiota intestinal al insecto, están las siguientes: aportar nutrientes escasos en sus dietas (como las vitaminas), protección ante infecciones virales e inactivación de compuestos tóxicos en las hojas o pulpa de la fruta que comen. Las Moscas de la Fruta (Diptera: Tephritidae) comprenden un grupo de alrededor de 5000 especies de insectos, de las cuales algunas son plagas agrícolas.



Mosca de la fruta. Fotografía: Egor Kamelev, Pexels

La actividad de estas especies puede incidir negativamente en la economía de países exportadores de frutos, pues detectarlas conlleva restricciones a la exportación. El género *Anastrepha* es un grupo de Moscas de la Fruta que posee especies de elevada importancia fitosanitaria en el país. Entre ellas tenemos a la Mosca Mexicana de la Fruta (*Anastrepha ludens* Loew), la Mosca de las Guayabas (*Anastrepha striata* Schiner) y la Mosca Suramericana (*Anastrepha fraterculus* Wiedemann). De estas tres, *A. ludens* es la más polífaga (i.e., ataca muchas frutas de plantas provenientes de muchas familias), y la más remilgosa es *A. striata* que solo ataca a las guayabas. Por su parte, *A. fraterculus* en México ataca a un número intermedio de frutos, "ni tan polífaga, ni tan monófaga".

En el INECOL, específicamente en la Red de Manejo Biorracional de Plagas y Vectores (RMBPV), estudiamos la microbiota intestinal de las larvas de estas tres especies de importancia fitosanitaria para la Guayaba (*Psidium guajava* L.). Usamos un enfoque metagenómico.

Esta técnica consiste en obtener secuencias de ADN de las bacterias intestinales, de una región útil –16S– para su identificación. En otras palabras, es una encuesta molecular de las identificaciones bacterianas presentes en la muestra. Cabe mencionar, que *A. ludens* no infesta la guayaba en condiciones naturales, por lo que tuvimos que obligarla a hacerlo bajo condiciones seminaturales (frutos embolsados). Al obligarla a desarrollarse en guayaba, sus larvas mueren prematuramente, o en el mejor de los casos, surgen adultos deformes (Figura 1). Con las otras dos especies no tuvimos ese problema, pues sus larvas se desarrollan en guayaba naturalmente.

Dado que en nuestra investigación con *A. ludens* utilizamos a un hospedero artificial, también incluimos el muestreo de larvas en uno natural (*Citrus x aurantium* L. o Naranja Cucha) que nos permitiera analizar la microbiota intestinal de larvas alimentándose de lo que sí les gusta.

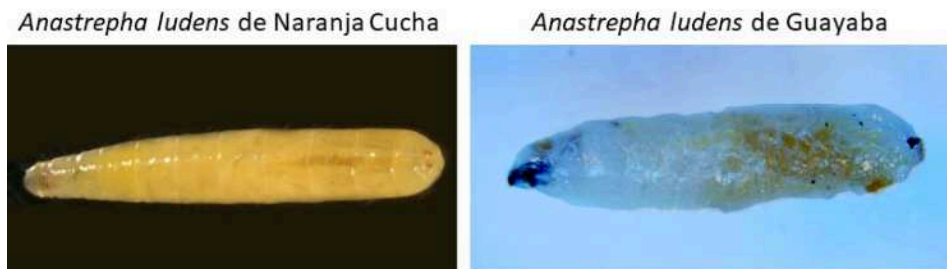


Figura 1. Efecto del fruto en el desarrollo larvario de *A. ludens*. En la Naranja Cucha, las larvas se desarrollan grandes y fuertes. En contraste, en un hospedero artificial (Guayaba), las larvas son más frágiles y suelen morir fácilmente. Figura: Manuel Ochoa-Sánchez

Descubrimos que la microbiota intestinal de *A. ludens* en Naranja Cucha, además de ser heterogénea, es abundante en bacterias afines a los ambientes ricos en azúcares.

Por el contrario, la microbiota intestinal de *A. ludens* desarrollándose en guayaba, carece de muchas de estas bacterias azucareras (Figura 2) y es totalmente disbiótica (i.e., disfuncional). Lo anterior, destaca el rol que tiene la dieta en la conformación de la microbiota intestinal, así como las potenciales consecuencias adversas que pueden tener microbiotas intestinales muy alteradas sobre la supervivencia de los insectos. Por otro lado, **las Moscas de la Fruta “guayaberas” (*A. fraterculus* y *A. striata*), presentan mayor funcionalidad en la microbiota intestinal de sus larvas.**

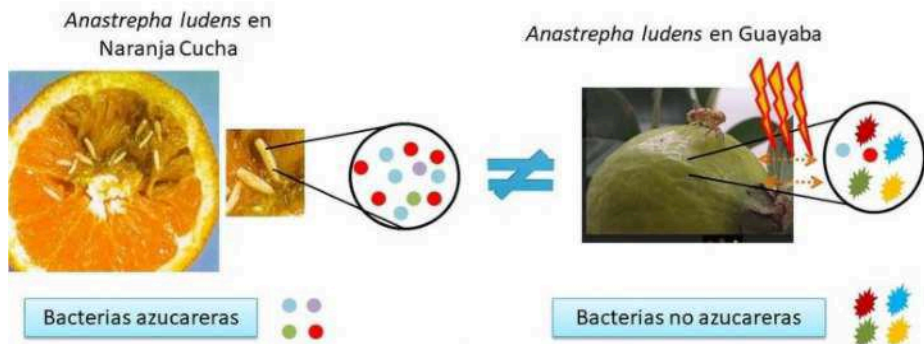


Figura 2. Cuando las larvas de *A. ludens* se desarrollan en Naranja Cucha su microbiota intestinal tiene muchas bacterias azucareras. Pero si las larvas se desarrollan en Guayaba, la microbiota intestinal se altera y pierde funcionalidad.

Figura: Manuel Ochoa-Sánchez

Dado que la guayaba cuenta con numerosos químicos defensivos, la microbiota intestinal en estas dos especies podría jugar un papel relevante en el metabolismo de estos químicos tóxicos, aspecto que podría además explicar por qué *A. ludens* no puede atacar a la guayaba en la naturaleza. De forma interesante, en ambas moscas destacó la presencia de bacterias del género *Wolbachia* (Figura 3). *Wolbachia* suele interferir en la reproducción de los artrópodos, pero nuestros resultados serían los primeros en relacionarla con la facilitación del uso de un fruto con polifenoles tóxicos (la guayaba tiene muchos de estos compuestos químicos que pueden ser tóxicos según quién los coma, pero también contiene benéficos, como los antioxidantes).

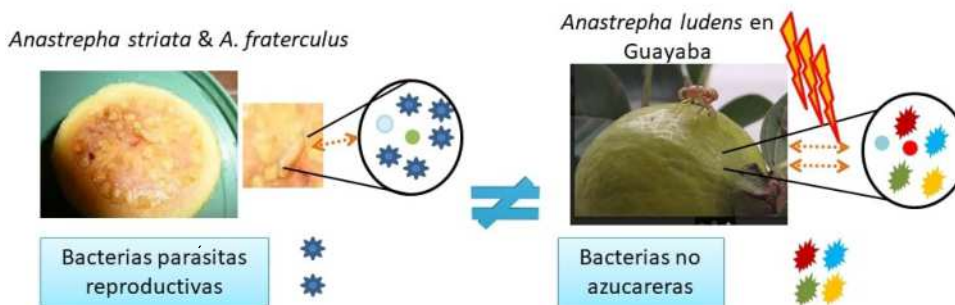


Figura 3. Larvas de *A. fraterculus* y *A. striata* (guayaberas por naturaleza) tienen una microbiota intestinal caracterizada por bacterias parásitas del sistema reproductivo de los insectos. Esto es muy diferente a lo que observamos en *A. ludens*. Figura: Manuel Ochoa-Sánchez

Esta investigación sienta las bases para estudios más especializados, enfocados en el descubrimiento de los mecanismos bioquímicos/moleculares involucrados en la interacción "Microbiota Intestinal – Mosca de la Fruta", así como al apoyo en el manejo biorracional (i.e., amigable al ambiente) de estas plagas.

Agradecimientos:

Se agradece al posgrado del INECOL, la oportunidad de cursar la maestría en el caso del primer autor y al CONACyT por la beca otorgada (Convenio de CONACyT 727270). De igual forma, se reconoce el invaluable apoyo que varios integrantes de la Red de Manejo Biorracional de Plagas y Vectores - RMBPV del INECOL otorgaron al proyecto, destacando la labor de la Dra. Alma Rosa Altúzar Molina, del Ing. Agrón. Emilio Acosta Velasco, y de la Biól. Jazmín Ríos Ibarra. También se reconoce y agradece el aporte intelectual durante el complejo proceso de análisis de los datos de los Drs. Jesús Alejandro Zamora Briseño, Enrique Ibarra Laclette, Andrés Moya Simarro, Damaris Desgarrenes Valido y Mirna Vázquez-Rosas-Landa, así como del M. en C. Alexandro G. Alonso-Sánchez. Agradecemos al M. en C. Erick J. Enciso Ortiz su apoyo con las fotografías de *Anastrepha striata*, *A. fraterculus* y *A. ludens*. Finalmente, se reconoce el apoyo financiero de la Campaña Nacional Contra Moscas de la Fruta (SADER-SENASICA-DGSV) a través del Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario - CONACOFI (Proyectos CONACOFI - INECOL 41011-2017, 41012-2018, 41013-2019, 80124-2020), así como del mismo INECOL.

Para saber más:

Douglas, E. A. 2015. Multiorganismal Insects: Diversity and Function of Resident Microorganisms. Annual Review of Entomology 60: 1, 17-34.

Aluja, M., Zamora-Briseño, J. A., Pérez-Brocal, V., Altúzar-Molina, A., Guillén, L., Desgarennes, D., Vázquez-Rosas-Landa, M., Ibarra-Laclette, E., Alonso-Sánchez, A. G. y Moya, A. 2021. Metagenomic Survey of the Highly Polyphagous *Anastrepha ludens* Developing in Ancestral and Exotic Hosts Reveals the Lack of a Stable Microbiota in Larvae and the Strong Influence of Metamorphosis on Adult Gut Microbiota. Frontiers in Microbiology 12, 685937. doi:10.3389/fmicb.2021.685937. Se sugiere también consultar la siguiente página web: [click aquí](#).

Raza, M. F., Yao, Z., Bai, S., Cai, Z. y Zhang, H. 2020. Tephritidae fruit fly gut microbiome diversity, function, and potential for applications. Bulletin of Entomological Research 110: 4, 423-437.

LOS JEJENES Y SU IMPORTANCIA EN LA TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES

Juana Durán Luz*

Posgrado del INECOL

Sergio Ibáñez Bernal

Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

María Teresa Suárez Landa

Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL

*jduranluz@gmail.com

Raíces de árbol. Fotografía: mali maeder, Pexels

Los flebotomíneos son insectos conocidos en México como jejenes, del totonaco *gegen* o *stapu*, que significa mosca; o papalotillas (del náhuatl *papalotl*, que significa mariposa) debido a su parecido con las palomillas y a su reducido tamaño. **Se pueden identificar a simple vista por presentar el cuerpo muy pequeño y delicado, entre 2.5 y 3.5 mm, con patas muy largas.** Su color varía de un marrón claro pasando por un gris plateado a cercanamente negro. Su cuerpo está completamente cubierto de sedas y/o escamas, cuando están en reposo las alas permanecen erectas formando un ángulo de 45° con relación al eje del cuerpo (Figura 1). Se dice que estos insectos son holometábolos, es decir, para completar su desarrollo pasan por tres formas inmaduras: huevo, larva (4 fases) y pupa (Figura 2). Los adultos emergen de la pupa y no se alejan mucho del lugar donde nacieron debido a que su vuelo no es muy bueno.



Figura 1. Jején hembra de *Lutzomyia longipalpis*. Fotografía: Ray Wilson

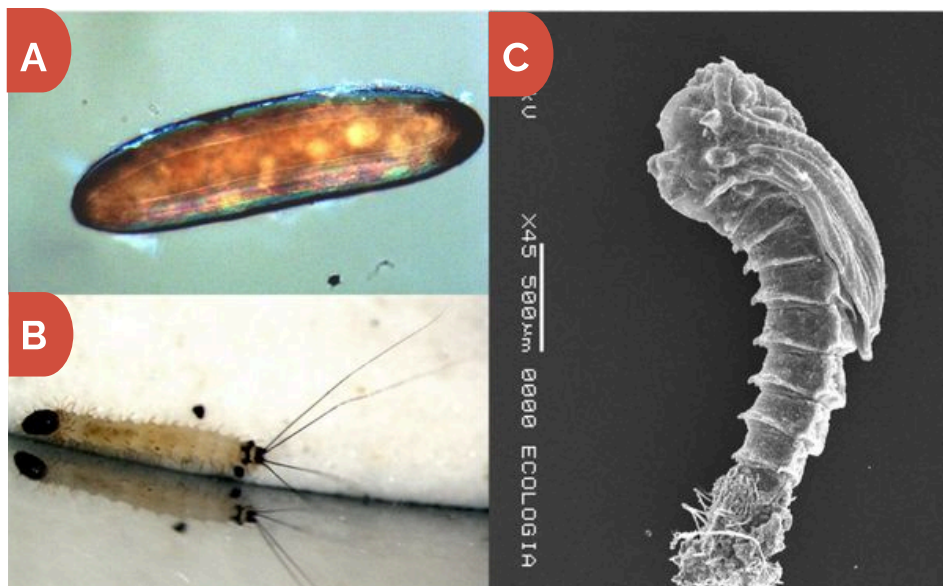


Figura 2. Estados inmaduros de los jejenes. A. Los huevos tienen un aspecto elíptico, su coloración varía de castaño claro a oscuro, miden entre 0.3 a 0.5 mm. B. Las larvas son terrestres, con forma casi cilíndrica y alargada. C. La pupa no forma un capullo, es casi cilíndrica y algo adelgazada posteriormente. Fotografías: Ana Celia Montes de Oca Aguilar

A la fecha se conocen aproximadamente 1000 especies de estos insectos a nivel mundial, de las cuales 531 se encuentran en nuestro continente, distribuidas desde el sur de Canadá hasta el norte de Argentina, principalmente en sitios con **vegetación nativa**. En México se han registrado 50 especies actuales y 2 especies fósiles. Las especies de mayor relevancia médica y veterinaria son *Bichromomyia olmeca*, *Lutzomyia cruciata*, *Lutzomyia longipalpis*, *Psathyromyia shannoni* y *Psychodopygus panamensis*.

En zonas silvestres los jejenes adultos usan diversos sitios para reposar, aparearse, alimentarse y para poner sus huevos (Figura 3). **Se encuentran en grietas, huecos de árboles, contrafuertes, hojarasca, cuevas, madrigueras de roedores y de otros mamíferos, así como nidos de aves y termiteros**. También pueden encontrarse en las áreas peridomésticas, en grietas y oquedades, en las paredes húmedas de construcciones de distintos materiales y en gallineros (Figura 4). Algunas especies muestran endofagia, es decir, tendencias a introducirse a los domicilios para alimentarse de sangre. Así mismo, es común encontrar a estos organismos en agroecosistemas, principalmente en donde se cultivan frutales como chicozapote, mango, cacao, plátano y café.

Tanto los machos como las hembras de los jejenes adultos se alimentan de azúcares para la obtención de energía, pueden usar gotas de miel de áfidos o pulgones, néctar de flores, y frutos maduros como nectarinas, tunas y guayabas, o alimentarse directamente del tejido vascular de las plantas. Adicionalmente, **las hembras son hematófagas, es decir, se alimentan de sangre, la cual es necesaria para la maduración de sus huevos. Obtienen este recurso de una amplia variedad de vertebrados como anfibios, reptiles, aves y mamíferos, incluido el humano**. Durante la alimentación sanguínea, que dura entre dos y seis minutos, la hembra usa las piezas bucales para desgarrar los tejidos y los vasos sanguíneos del hospedero, entonces se forma un pequeño pozo de sangre que chupa inmediatamente.



Figura 3. Los sitios de reposo y crianza de los jejenes son muy peculiares, se caracterizan por ser ricos en materia orgánica con una alta humedad relativa, una baja temperatura y bajos niveles de luz. Fotografía: Juana Durán Luz



Figura 4. Las aves de corral son una buena fuente de alimento para los jejenes. Fotografía: Juana Durán Luz



Mapa marcado con chinchetas. Fotografía: Aksonsat Uanthoeng, Pexels.

La importancia médica y veterinaria de los jejenes radica en que las hembras, al momento de ingerir la sangre, tienen la capacidad de transmitir agentes patógenos, es decir, causantes de enfermedades, como virus, bacterias y protozoarios. La enfermedad con mayor relevancia es la leishmaniosis, causada por protozoarios del género *Leishmania*. Los protozoarios son organismos formados por una sola célula. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), **la leishmaniosis es catalogada dentro del conjunto más complejo de enfermedades transmitidas por vectores y también se considera como desatendida en todo el mundo.** Esta enfermedad, afecta predominantemente al sector más pobre que vive en asentamientos rurales, ya que en estos sitios la proliferación del vector y el contacto con el ser humano son mayores por lo que también incrementa el riesgo de infección. Además, condiciones como la malnutrición y la anemia aumentan su gravedad llegando a tener a veces un desenlace fatal. La leishmaniosis es común en los países en desarrollo de las regiones tropicales y subtropicales del mundo, y es considerada endémica en casi 100 países.

Alrededor de 12 millones de personas están infectadas en todo el mundo y se estima que 350 millones están en riesgo de contraerla; anualmente se presentan casi dos millones de casos nuevos con alrededor de 50,000 muertes. En México, según el CENAPRECE, que es el Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades, la leishmaniosis se presenta como cuatro variantes clínicas de la enfermedad: leishmaniosis cutánea localizada (LCL), leishmaniosis cutánea difusa o diseminada (LCD), leishmaniosis mucocutánea (LMC) y leishmaniosis visceral (LV). Las formas cutáneas son causadas por *Leishmania mexicana* y *Leishmania braziliensis*, mientras que la forma visceral es causada por *Leishmania infantum*. La forma clínica que predomina en el país es la LCL con más del 95% del número total de casos registrados, en tanto que los casos de LCD y LMC, son de menor ocurrencia. Por otro lado, a pesar de los pocos casos de LV que se han registrado en el país, **esta enfermedad es de suma importancia debido a que es frecuente en menores de 5 años con una alta mortalidad.**

En la actualidad, la población en riesgo de adquirir alguna infección por *Leishmania* en México se distribuye en 13 entidades federativas con aproximadamente nueve millones de habitantes, agrupadas en tres áreas geográficas: a) Región del Golfo: Veracruz, Tabasco, Campeche, Quintana Roo y Yucatán. b) Región del Pacífico: Chiapas, Guerrero, Jalisco, Nayarit, Oaxaca y Sinaloa. c) Región Centro: Morelos y Puebla. Algunas medidas que debemos seguir para evitar ser infectados con estos parásitos son: 1. Orientar a la población sobre cuáles son las manifestaciones clínicas de la enfermedad y cómo se transmite. 2. Evitar la picadura de los jejenes, tanto en los ambientes naturales como al dormir dentro de la casa habitación. Así mismo, es necesario mantener las viviendas limpias y usar mallas muy finas que eviten la entrada de estos insectos a nuestras casas. 3. Es muy importante controlar a los roedores alledaños a las viviendas, así como vigilar la salud general de los perros domésticos, ya que ellos son los primeros que podrían adquirir estos parásitos y enfermarse, y de esta manera continuar con el ciclo de transmisión hacia nosotros (Figura 5).



Figura 5. Uno de los principales reservorios de *Leishmania* es el perro, por ello es importante hacerle revisiones de salud periódicas. Fotografía: Juana Durán Luz

Leishmaniosis en perros



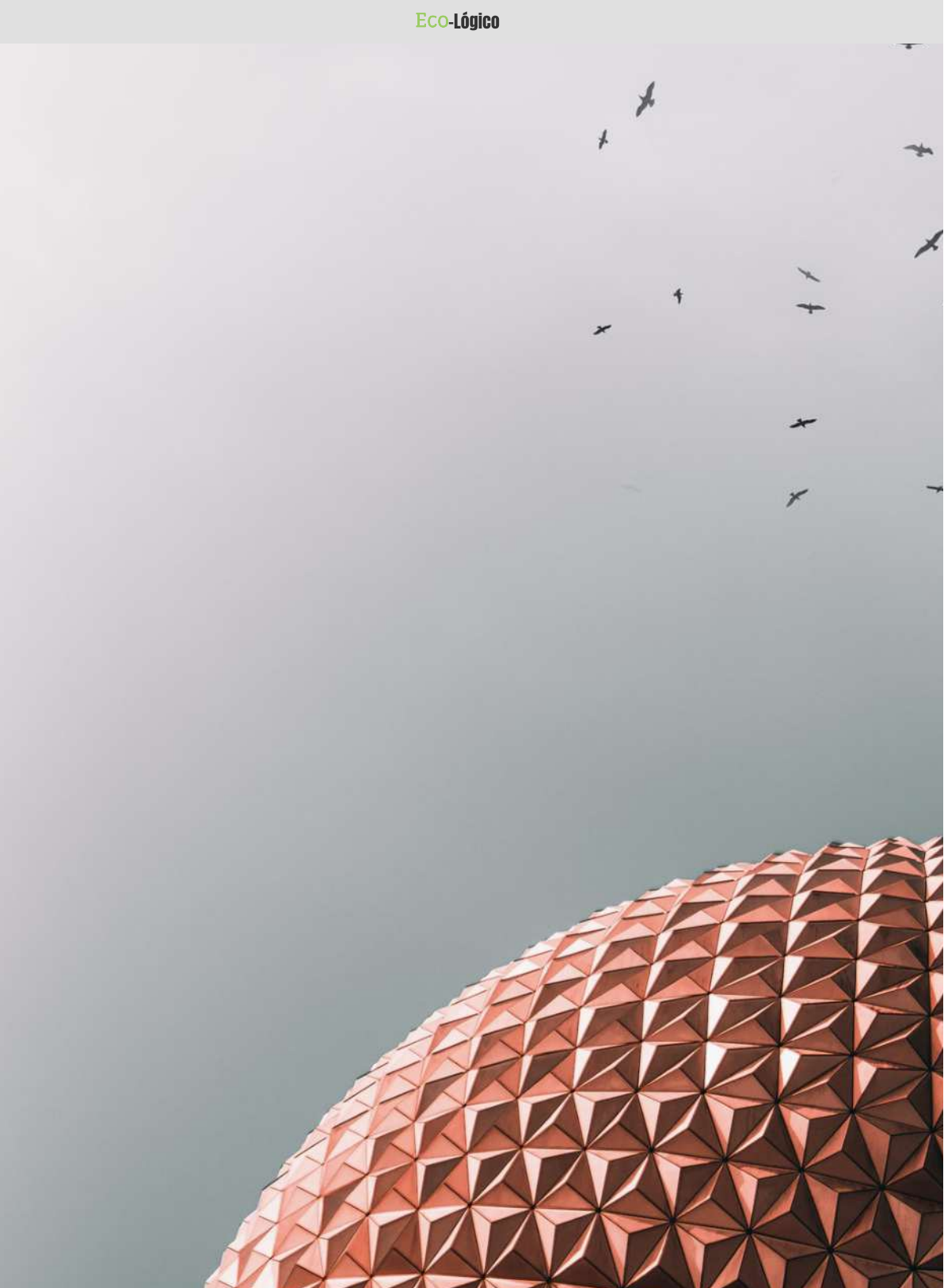
Síntomas clínicos presentes en perros enfermos de leishmaniosis. Fotografía: Juana Durán Luz

Para saber más

CENAPRECE (Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades) (2015) Manual para el diagnóstico, tratamiento y control de las leishmaniosis, 38 pp. [Click aquí.](#)

OMS (Organización Mundial de la Salud) (2012) Control de la leishmaniosis. Informe de una reunión del Comité de Expertos de la OMS sobre el Control de las Leishmaniasis, Ginebra, 22 a 26 de marzo de 2010. OMS, Serie de Informes Técnicos, 200 pp. [Click aquí.](#)

Las condiciones de alta marginación en las zonas rurales están asociadas con la proliferación de los jejenes. Fotografía: Juana Durán Luz



Trivias y Arte

P. 119 y 120. Fotografía: Benjamin Suter, Pexels

¿QUÉ TANTO SABES?

EL CLIMA ES MUY COMPLEJO

Víctor Magaña Rueda

Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. victormr@unam.mx

Hoy en día es común que todo mundo opine sobre el clima, y que exija se actúe frente al cambio climático, asegurando que los impactos en nuestras vidas serán tremendos y que la civilización, como la conocemos actualmente, casi desaparecerá. Las aseveraciones sobre el clima y sus impactos parten del supuesto de que lo que vemos es totalmente resultado de la actividad humana. Pero, **¿será que todo lo que oímos y leemos tiene como base un conocimiento científico sólido? Es importante hacer una reflexión al respecto.**

1

¿Estamos completamente seguros de que nunca hubo un clima global tan caluroso como el actual?

a) Completamente seguros

b) No, porque hace decenas de millones de años el clima fue más caluroso y quizá haya habido otros periodos cortos más calurosos que el actual hace miles de años, cuando no se media como hoy.

c) No, porque las mediciones exactas de la temperatura global sólo se pueden hacer con una estación meteorológica en cada punto del planeta



b) Hace decenas de millones de años el clima del planeta era mucho más caluroso que el actual, por tanto, las afirmaciones contundentes sólo se pueden hacer para las décadas más recientes. La temperatura promedio global del planeta para los últimos cien o ciento cincuenta años más recientes si muestra una tendencia positiva.

Explicación:

Muchas de las afirmaciones con respecto a cómo era el clima global de hace cientos o miles de años solo son parcialmente ciertas, ya que no es sino hasta la llegada de las estaciones meteorológicas de superficie y los satélites meteorológicos que se tiene una mejor idea de cómo es el clima de la Tierra. Los datos medidos y estimados de la temperatura cerca de la superficie son procesados con modelos climáticos lo cuales generan estimaciones de cómo fue y es el clima. Los "datos globales" de hace miles de años son solo indicadores (proxies) con ciertos niveles de confianza (o de incertidumbre) que dan una idea de que, actualmente, la temperatura es probablemente mayor de lo que fue en el pasado lejano. En realidad, hay mucha controversia si una medida proxy (anillos de los árboles, núcleos de hielo, muestras de sedimentos de lagos, etc.) es representativa del clima global. Incluso los datos globales de principio de siglo y hasta los más recientes parten de un modelo que integra las mediciones puntuales, pero que solo termina en una estimación de la temperatura global. Por ejemplo, sobre las zonas oceánicas es difícil asegurar cuál es el valor de la temperatura del aire cerca de la superficie. Además, hace cien años había relativamente pocas mediciones de la temperatura y por ello, los mapas que nos muestran del clima de 1912, por ejemplo, se basan en mayor medida en lo que un modelo climático estima sobre cuánto era la temperatura en ese año. Las diferencias en los modelos usados para asimilar datos llevan a

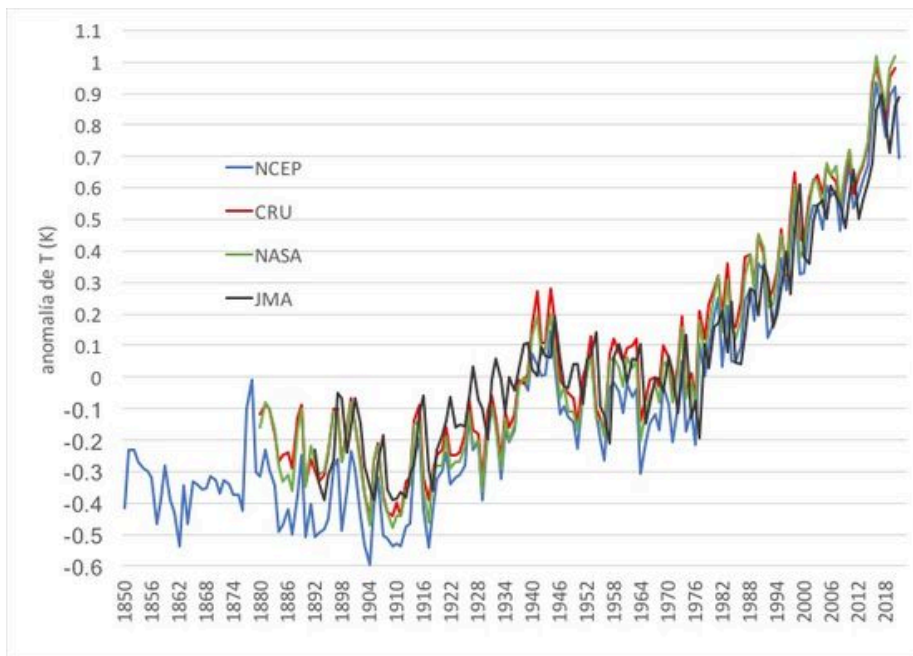


Figura 1. Anomalías anuales de la temperatura promedio global del aire en superficie, de acuerdo a National Center for Environmental Prediction (NCEP), Climate Research Unit (CRU), National Aeronautics and Space Administration (NASA) y Japan Meteorological Agency (JMA).

Figura: Víctor Magaña Rueda

2

¿Disminuir el uso de los combustibles fósiles es la solución al cambio climático?

a) Sólo parcialmente, pues hay otros procesos que están generando cambio climático y que deben ser atendidos

b) No, porque la variabilidad de la actividad solar es la que controla el calentamiento del planeta

c) Sí, porque la causa del problema está sólo en el consumo de petróleo y carbón.



Respuesta

a) Sólo parcialmente, pues hay otros procesos que están generando cambio climático y que deben ser atendidos

Explicación:

Mucho se habla de que eliminar los combustibles fósiles pararía el cambio climático, pero ésta no es la única solución. Se puede pensar en otras estrategias para reducir las alteraciones en el clima. Una de ellas tiene que ver con reducir la concentración de gases de efecto invernadero haciendo que los ecosistemas capturen y fijen más dióxido de carbono. ¿Cómo? Por ejemplo: reforestando. La mayor concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, incrementa la temperatura, pero hay procesos adicionales, como la formación de nubes, que pueden reducir la cantidad de energía del sol que llega a la superficie.

Si aumenta la temperatura, y se forman más nubes al haber más evaporación de agua, podría reflejarse más radiación y compensar en cierta forma el calentamiento. Este es un proceso no lineal, que no está bien entendido y por tanto, es fuente de incertidumbre en las proyecciones de cambio climático. Si bien la mayor parte de las propuestas de mitigación para reducir el efecto invernadero tienen que ver con cambiar las formas de producción de energía, hay otras acciones que ayudarían, por ejemplo, reduciendo los cambios de uso de suelo en las ciudades.

El sólo obligar a los países a cambiar sus tecnologías de generación de energía resulta muy costoso y puede desencadenar una forma diferente de dependencia energética y económica. Sin duda deberemos transitar hacia energías limpias, pero en un marco de conciencia que reduzca el consumo de energía y las demandas de recursos naturales de nuestro planeta.

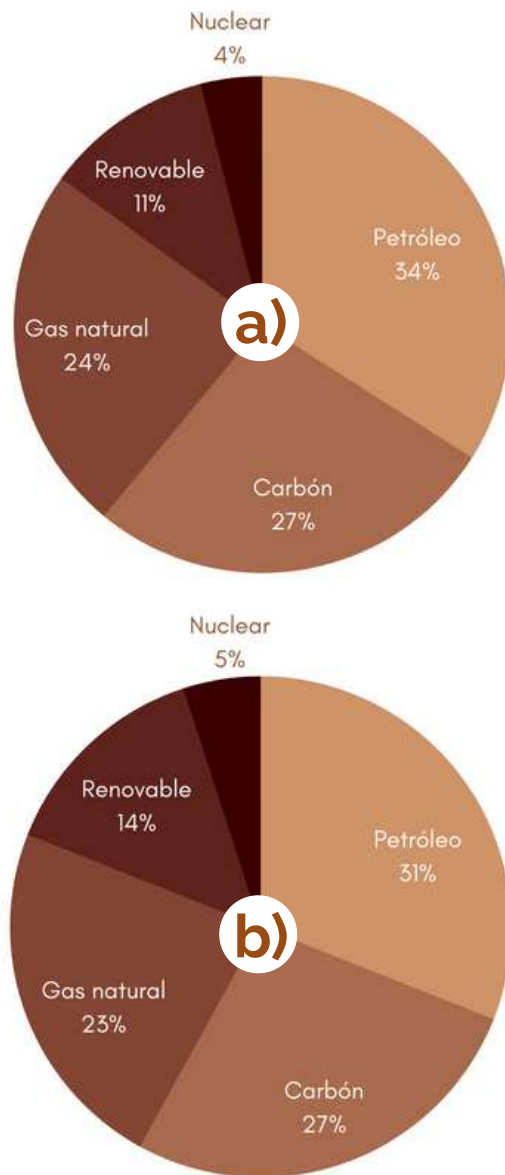


Figura 2. Porcentaje de fuentes de energía a) en el mundo, datos de APPA Renovables. b) en México, datos de SENER. Elaboración: Víctor Magaña Rueda

3

¿Son todos los cambios en el clima provocados por el ser humano?

- a) Sí, lo han demostrado los científicos.
- b) No todos, algunos son formas naturales de variabilidad climática
- c) No, todos los cambios en el clima de la Tierra son naturales, pero no los habíamos estudiado antes.



Respuesta

- b) No todos, algunos son formas naturales de variabilidad climática

Explicación:

El clima es el resultado de muchos procesos físicos de la atmósfera, naturales y antrópicos. Las señales de variabilidad en el clima que vemos son la suma de las emisiones de gases de efecto invernadero, de los cambios en el uso de suelo (como los que resultan de la deforestación y la urbanización), de variaciones naturales en la temperatura del mar o de la actividad solar y las inestabilidades propias de fluidos como la atmósfera y el océano. Por ello, no basta con detectar cambios en la temperatura o las lluvias para decir que se trata de cambio climático de origen antrópico. Hay que atribuir los cambios en el clima a algún elemento que altera un proceso físico de la atmósfera, y ésta es la parte más difícil del problema de entender, cómo funciona el clima. Es difícil afirmar que una sequía meteorológica o una tormenta son una señal de cambio climático, pues es necesario tomar en cuenta la complejidad del clima, las interacciones entre componentes y las diversas inestabilidades que producen variaciones en temperatura o lluvia

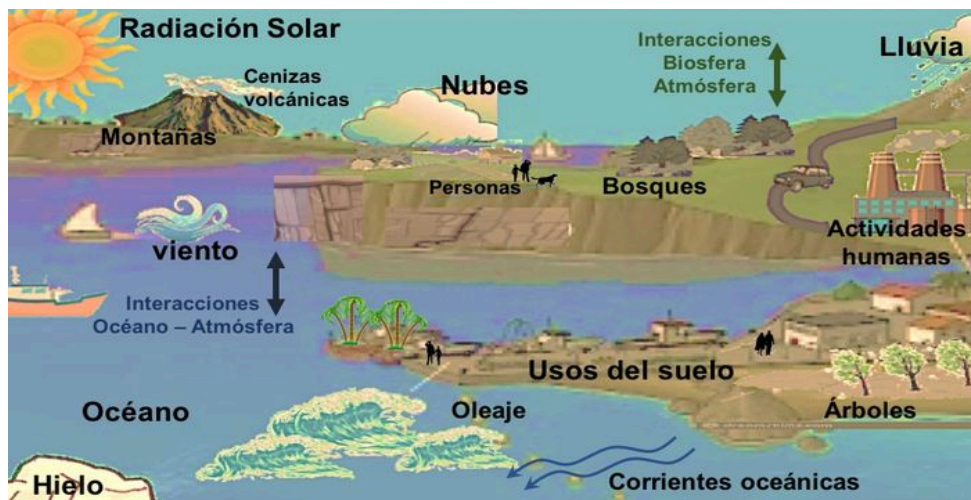


Figura 3. Algunos elementos del sistema climático, cuyos elementos interactuando dan como resultado el clima. Figura: Víctor Magaña Rueda

4

¿Son los desastres climáticos sinónimo de cambio climático?

- a) Sí, debido a que nunca se habían vivido las condiciones del clima que ahora tenemos
- b) No, la culpa la tiene la gente que no cuida la naturaleza
- c) No, los desastres son resultado de un riesgo que no fue manejado adecuadamente

Respuesta

- c) No, los desastres son resultado de un riesgo que no fue manejado adecuadamente



Figura 4. La exposición y la falta de planeación incrementan el riesgo de desastre. Fotografía, Víctor Magaña Rueda

Explicación:

De acuerdo con expertos, un desastre es un riesgo mal manejado, por lo que hablamos de que son la materialización del riesgo. El riesgo es la combinación de un peligro, por ejemplo, una tormenta o una sequía, que se presenta en un contexto o sistema vulnerable, es decir, en un sistema que no está preparada para hacer frente a dicha condición del clima. Cuando el riesgo rebasa umbrales críticos se materializa en un desastre. Culpar sólo al clima de un desastre, cae en lo que se conoce como "enfoque naturalista", pues bajo esta óptica se olvida la vulnerabilidad que los humanos han ido construyendo en el planeta. LOS DESASTRES NO SON NATURALES y por ello, un huracán per se no mata, ni una sequía meteorológica daña cultivos o ganado. Por ejemplo, las casas y los hoteles construidos en la playa son vulnerables a los huracanes, lo que puede resultar en daños si no se hicieron pensando en que resistieran fuertes vientos o lluvias.

La falta de agua y la sequía socio-económica no completamente son culpa del cambio climático, sino que con frecuencia, son resultado de un mal manejo del recurso hídrico. Entender los impactos del clima cambiante requiere entender la vulnerabilidad. Por ello, muchas de las predicciones sobre los impactos que tendrá el aumento de la temperatura global en 1.5 o 2°C están llenas de incertidumbre y deben tomarse solo como escenarios basados en supuestos.



5

¿Se puede pronosticar cómo será el clima al 2050?

a) No, en realidad dichas proyecciones son experimentos de sensibilidad del clima ante un factor (forzante), como lo es en aumento en la concentración de gases de efecto invernadero

b) Sí, porque los modelos parten de ecuaciones matemáticas que describen la física del clima y son exactos

c) No, porque los meteorólogos nunca le atinan a si va a llover

Respuesta

a) No, en realidad son experimentos de sensibilidad del clima ante un factor como lo es la concentración de gases de efecto invernadero

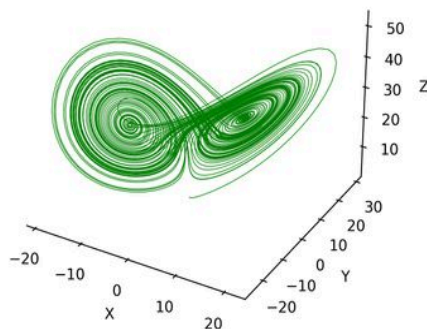


Figura 5. Atractor de Lorenz, también conocido como Mariposa de Lorenz, que indica un conjunto de soluciones o estados del sistema climático alrededor de dos polos de atracción, por ejemplo: glaciaciones o clima actual. Figura: Víctor Magaña Rueda

Explicación:

Los modelos que pronostican el clima son sólo aproximaciones de la realidad. En un sentido estricto, se les usa para estimar cómo puede variar el clima del planeta si continúa aumentando la concentración de gases de efecto de invernadero. Como predicciones, dichos escenarios están llenos de incertidumbre por lo que en realidad son ejercicios de sensibilidad ante variaciones en la concentración de gases de efecto invernadero. A pesar de su habilidad para simular el clima, los modelos actuales no incorporan mecanismos que producen las variaciones de muy baja frecuencia (con periodos de veinte a cincuenta años) en la temperatura o la precipitación. La incertidumbre es inherente a cualquier proyección del futuro y saber cuál es el origen o magnitud de ésta es un reto que no ha sido resuelto satisfactoriamente. Por ello, se han generado muchos estudios sobre caos determinístico y el clima, a partir de los trabajos del afamado matemático norteamericano Edward Lorenz (1917-2008), los cuales nos permiten comprender que es imposible hablar de valores exactos de cambios en un sistema complejo como el clima.

¿QUÉ TANTO SABES?

BOSQUE DE NIEBLA

Guadalupe Williams-Linera

Red de Ecología Funcional, INECOL

El bosque de niebla o bosque mesófilo de montaña es una comunidad formada por árboles, arbustos, helechos y gran cantidad de epífitas (plantas que crecen sobre los árboles) como orquídeas y tenchos, además de fauna y hongos. **El bosque se encuentra, como su nombre lo dice, en las montañas, y la palabra mesófilo hace referencia a un clima templado-húmedo donde la lluvia y la neblina son frecuentes.** En México, el bosque de niebla tiene una extensión relativamente pequeña ya que ocupa el 0.84% del territorio nacional, pero su biodiversidad es formidable en relación con su extensión.

1 ¿Qué características distinguen al bosque de niebla?

- (a) clima cálido con una estación seca muy marcada y prolongada
- (b) frecuente y persistente inmersión en nubes y humedad muy alta
- (c) ecosistema costero muy tolerante al agua y a la sal



Vista de un paisaje de bosque mesófilo de montaña en el centro de Veracruz.
Fotografía: G. Williams-Linera

2 ¿Por qué razón el bosque de niebla es particularmente sensible y vulnerable ante el cambio climático?

- (a) la flora y fauna características necesitan humedad, lluvia, chipi-chipi y niebla
- (b) por su distribución a nivel mundial
- (c) porque las temperaturas que necesita son extremas



Epífitas en el bosque de Rancho Viejo, Veracruz. Fotografía: G. Williams-Linera

3 ¿Cuál es el efecto del cambio climático sobre el bosque de niebla?

- (a) es positivo al aumentar la temperatura media
- (b) detonará una pequeña edad de hielo que cambiará al bosque
- (c) menor entrada de humedad, aumentará los periodos de sequía

~~~~~



Niebla en el bosque mesófilo de Chiconquiaco, Veracruz.  
Fotografía: G. Williams-Linera

### 4 ¿Cómo se espera que responda el bosque de niebla al cambio climático?

- (a) algunas especies migrarán, otras se adaptarán, otras se extinguirán localmente
- (b) cambiará hacia bosques degradados o empobrecidos
- (c) Todas las anteriores



Interior del bosque de niebla en Mesa de la Yerba, Veracruz. Fotografía: G. Williams-Linera

~~~~~

5 ¿Qué hacer para frenar la pérdida de especies del bosque de niebla debido al cambio climático?

- (a) convertir el bosque a plantaciones agroforestales
- (b) usar productos orgánicos
- (c) conservación del bosque y conectividad de áreas mediante corredores biológicos

~~~~~



Bosque del Santuario de Bosque de Niebla, INECOL. Fotografía: G. Williams-Linera

## Respuestas

### 1 ¿Qué características distinguen al bosque de niebla?

(b) frecuente y persistente inmersión en nubes y humedad muy alta



El bosque de niebla es un complejo ecosistema tropical que ocupa una estrecha franja en las montañas. Este bosque se encuentra a una altitud media (1250-2250 m).

**Se caracteriza por tener diversos hábitats**, los cuales están delimitados por la elevación, la orientación de las pendientes de las montañas y los microclimas. Esta heterogeneidad de hábitats puede contener islas vegetales donde se reduzca la vulnerabilidad al cambio climático. **La principal característica es la humedad atmosférica alta durante todo el año, ya sea como precipitación o neblinas.**

También es muy biodiverso, con un alto porcentaje de especies endémicas (exclusivas de este bosque), aunque también cuenta con el mayor número de especies raras, en peligro de extinción, o sujetas a protección especial.



El bosque de niebla y su enorme biodiversidad requieren estar inmersos en nubes (neblina) de manera predecible y prolongada. **Los árboles, las orquídeas, tenchos y helechos, las ranas, las aves y demás fauna necesitan de la lluvia y los aguaceros, la humedad y el chipi-chipi (llovizna muy ligera), y de la niebla.** La tolerancia del bosque de niebla ante la sequía, la baja humedad en el aire y suelo, y la alta demanda de agua debido al aumento en la temperatura, depende mucho de condiciones particulares en las que se encuentre: posición en el gradiente altitudinal, tipo de suelo, pendientes y microclimas.

### 2 ¿Por qué razón el bosque de niebla es particularmente sensible y vulnerable ante el cambio climático?

(a) la flora y fauna características necesitan humedad, lluvia, chipi-chipi y niebla



### 3 ¿Cuál es el efecto del cambio climático sobre el bosque de niebla?

(c) menor entrada de humedad, aumento en periodos de sequía



El calentamiento global está disminuyendo críticamente la entrada de humedad al **bosque de niebla** y principalmente en las temporadas acostumbradas, ya que la altura a la que se forma el banco de nubes se está elevando. Al reducirse la cantidad de nubes en las alturas donde se encuentra el bosque de niebla, hay menor precipitación, menos días con neblina y aumenta la duración e intensidad de los periodos de sequía. **Con este cambio climático el bosque se reduce más, llevando a poblaciones de plantas y animales a la extinción local, y en lugares donde las montañas no son tan altas el bosque puede desaparecer.**

En respuesta al cambio climático, no se espera que el bosque de niebla cambie en masa a una nueva localidad. Las plantas tienen un vasto conjunto de respuestas adaptativas, por lo que las especies individuales del bosque van a responder de diferente forma al cambio climático. **Algunas especies de plantas y animales migrarán a nuevas localidades, tenderán a moverse hacia las partes más altas de la montaña,** pero algunas ya están en esas zonas y no tienen adónde más moverse. Las especies más tolerantes a la alta temperatura y sequía inducida por cambio climático permanecerán donde se encuentran. **Otras especies con menor tolerancia a los cambios no sobrevivirán.** Algunas especies invasoras se establecerán y, eventualmente en las nuevas condiciones, se modificarán las especies que componen al bosque, de manera que probablemente estará diferente, degradado, y empobrecido.

### 4 ¿Cómo se espera que responda el bosque de niebla al cambio climático?

(c) Todas las anteriores





## 5 ¿Qué hacer para frenar la pérdida de especies del bosque de niebla ante el cambio climático?

(c) conservación del bosque y conectividad de áreas mediante corredores biológicos



Hay opciones para frenar la pérdida de especies, interacciones y servicios ecosistémicos del bosque de niebla. Ciertamente, algunos bosques de niebla no podrán sobrevivir al cambio climático, pero dada la gran heterogeneidad en la que crece el bosque, **se espera que muchos remanentes de ese bosque sobrevivan en microambientes propicios**. Por eso se debe ir más allá en la conservación de nuestro bosque de niebla y proteger todos los fragmentos de la región ya que algunos servirán como refugios ante el calentamiento global. Otra iniciativa es promover la conectividad entre áreas protegidas para propiciar los flujos en biodiversidad a través de corredores biológicos con especies apropiadas que reduzcan la vulnerabilidad del bosque de niebla. **Como sociedad es prioritario apoyar medidas para frenar el aumento en la temperatura del planeta, y reconocer que no sólo es el calentamiento global lo que está causando alteraciones en el ambiente del bosque de niebla**. El cambio de uso del suelo, la urbanización en las cercanías del bosque y la deforestación tienen un impacto al disminuir la humedad contenida en el aire y alterar los patrones de lluvia.

ADEMÁS DE UN PAISAJE  
HERMOSO, EL BOSQUE DE NIEBLA  
ES MUY IMPORTANTE PARA LA  
CONSERVACIÓN DE ESPECIES.



Niebla entre montañas. Fotografía: Nina, Pexels



# Biotrivia: ¿aliens en tu jardín?

**Carlos Fragoso**

Red de Biodiversidad y Sistemática, INECOL  
carlos.fragoso@inecol.mx

La representación más general de la cara de los extraterrestres o alienígenas, es la de un rostro blanco o gris, con una frente voluminosa, inexpresivo, con ojos grandes y con la barba afilada.

**La siguiente fotografía podría ser el rostro de un alienígena,** resultado de un avistamiento del tercer tipo (así se les llama a los encuentros con seres extraterrestres).



¿CUÁNDO ME  
TOMARON  
ESA FOTO?



Sin embargo, esta máscara natural no es nada fuera de este planeta, y en realidad corresponde a un invertebrado más o menos común.

**¿Podrías reconocer a qué animal corresponde?**

1) Un ácaro

2) Una chinche silvestre



3) Una araña

4) Un cangrejo



Haz click sobre las imágenes para ampliarlas

## Respuesta

3) una araña. Se trata de *Misumenoides formosipes* también llamada araña cangrejo bandeada o de bandas blancas.

Pertenece a la familia Thomisidae, cuyas especies se conocen como arañas cangrejo debido a que se desplazan lateralmente y poseen unas patas largas. Esta familia tiene cerca de 170 géneros y 2155 especies, se distribuye en todo el mundo, no hacen telarañas y son depredadoras de insectos.

A varios géneros, como *Misumenoides*, se les llama también arañas de las flores ya que viven en esta parte de las plantas, en donde se confunden con los pétalos para acechar y atrapar a sus víctimas. Este género incluye alrededor de 38 especies y se distribuye principalmente en Sudamérica y en menor grado en América Central, México y Norteamérica. En México se han registrado 8 especies, siendo *M. formosipes* la más común y con el mayor número de registros. Se trata además, de la única especie del género encontrada en USA y Canadá.



El ejemplar lo encontramos en un jardín de la ciudad de Xalapa, oculto y parcialmente camuflado entre los pétalos blancos de una flor de gardenia. Esta táctica le permitió capturar a una abeja silvestre de color verde probablemente del género *Augochlora*.  
Fotografías: Carlos Fragoso

## Para saber más

- Sobre *Misumenoides*. [Clickaquí](#)
- Whitebanded Crab Spider. [Click aquí](#)
- World spider catalog. [Click aquí](#)
- *Misumenoides formosipes* (Walckenaer, 1837). [Click aquí.](#)



# Animales marinos y el cambio climático

**Alejandra Alamillo-Paredes**

Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL  
alejandra.alamillo@posgrado.ecologia.edu.mx

**En los océanos existe una gran diversidad de animales,** muchos de ellos están protegidos por escamas, caparazones y conchas. Estas cubiertas tienen coloraciones y adornos muy llamativos. **¿Qué vemos en la foto?**

- a) Un caracol
- b) Una almeja
- c) Una tortuga



## Respuesta

c) Una tortuga

Se trata de la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*). Esta tortuga llega a medir cerca de un metro de longitud y a pesar hasta unos 75 kg. Es una especie migratoria que pasa la mayor parte del tiempo en mar abierto, pero se desplaza al continente para desovar.

**Se distribuye en todo el mundo en aguas templadas y tropicales de los Océanos Atlántico, Pacífico e Índico.**

En el hemisferio norte, su rango incluye Omán, el Golfo Pérsico, Las Islas Maldivas, Japón, Columbia Británica, California, el Golfo de California, el Golfo de México, y el noreste de Europa.

En México principalmente llegan a desovar a las costas del Golfo de México y la porción del Caribe, aunque también se observa en las costas del Pacífico donde generalmente llega a las playas del Golfo de California, Nayarit, Jalisco, Oaxaca y Chiapas para anidar.

Se la encuentra más frecuentemente en arrecifes de coral y lagunas costeras poco profundas. **Se alimenta principalmente de nueces de mar, medusas y esponjas marinas.**



Algunas de estas esponjas suelen ser altamente tóxicas y letales para otros organismos por su alto contenido de óxido de silicio, lo que convierte a la tortuga carey en uno de los pocos animales capaces de alimentarse de organismos silíceos.

**La tortuga carey es una especie muy carismática por la belleza de su caparazón, el cual ha sido utilizado históricamente por las personas para elaborar joyas, herramientas y hasta instrumentos musicales.**

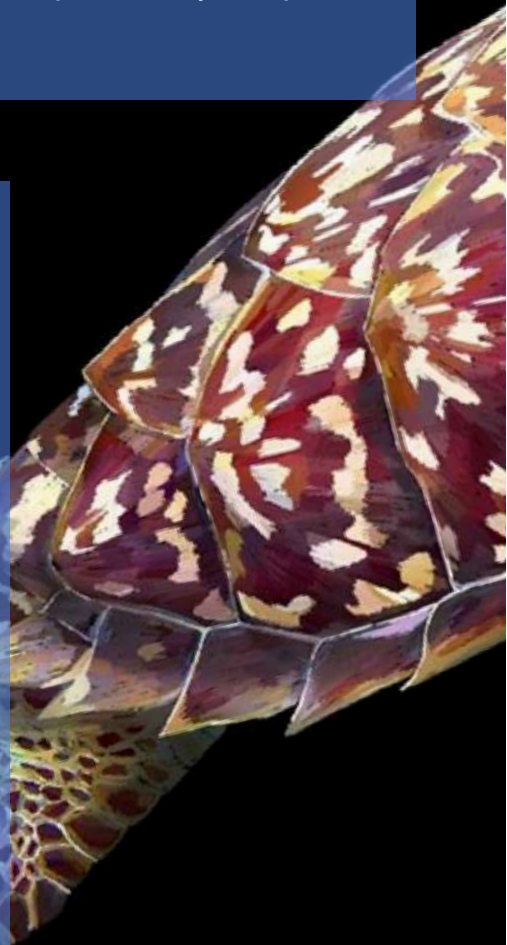


**Actualmente, en México esta especie se encuentra en peligro crítico (CR)** de acuerdo con la IUCN (The International Union for Conservation of Nature's Red List of Threatened Species) y en peligro de extinción (NOM-059-SEMARNAT-2010). Lo anterior es **debido a la sobreexplotación y otras razones como colisiones, enredos con redes de pesca comercial, contaminación, desaparición de su hábitat y saqueo de sus nidos por huevos y caza por su carne para alimentación.**

### Riesgo por cambio climático

Al igual que las demás especies de tortugas marinas, la tortuga carey se encuentra en riesgo no sólo por las razones mencionadas anteriormente, actualmente el cambio climático representa un riesgo para la conservación de estas tortugas.

**El sexo de las crías depende de la temperatura en la arena mientras se desarrollan los embriones.** Temperaturas más frías (menores a 28°C) desarrollan machos y temperaturas más calientes (mayores a 29°C) desarrollan hembras, por lo cual las tortugas buscan reproducirse en temporadas donde es posible una distribución más pareja de los sexos. **Un aumento en la temperatura de la arena durante la temporada de la reproducción provocaría un mayor nacimiento de tortugas hembras, generando una desigualdad en los sexos al momento de conseguir pareja y su disponibilidad para aparearse, provocando una disminución de las poblaciones.**



Tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*). Ilustración: Diana Flores Blazquez



Más aún, el incremento de eventos climáticos extremos como el impacto de huracanes y tormentas tropicales, podría poner en riesgo su supervivencia por inundación de nidos y erosión de las playas o desaparición de sitios de desove por el aumento del nivel del mar.

Otro aspecto que influiría, sería la alteración de las corrientes marinas, pues son las "supercarreteras" que utilizan para desplazarse grandes distancias durante su migración. La alteración de estas corrientes supondría un cambio en sus rutas migratorias y lugares de desove, lo cual podría poner en riesgo su supervivencia y desarrollo.



# La esencia de los colores

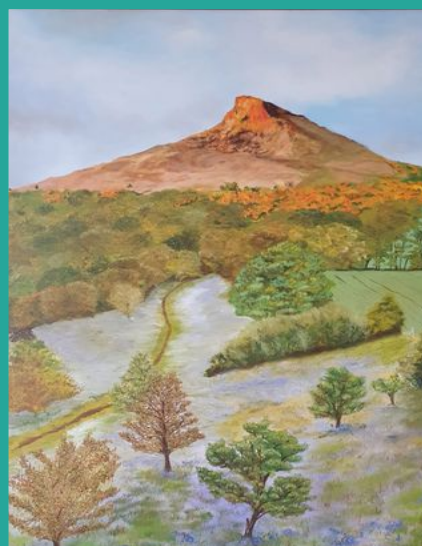
Jill Taylor

jill\_taylor\_de\_silva@yahoo.com.mx

Intentar captar la esencia de algo en un lienzo no necesariamente significa replicarlo. Pintar al óleo me permite intentar eso una y otra vez, y a menudo cambio los colores que utilizo en función de mi estado de ánimo.

Suelo pintar a partir de fotos que he tomado, a veces hace años, pasando por varios procesos creativos, todos los cuales producen en mí una sensación de paz y bienestar.

Puedo tardar meses en terminar un cuadro, pero en ese tiempo soy más observadora de los colores, luces y sombras, texturas, formas y perspectivas; ies como si me hubieran dado nuevos ojos!



Todas las fotos en este artículo son brindadas por la autora, muestran lienzos que ha realizado con diferentes procesos creativos.







### English version:

Trying to capture the essence of something on canvas does not necessarily mean replicating it. Painting in oils allows me to attempt this again and again, **and I often change the colours I use depending on my mood.**

I usually paint from photos I have taken, sometimes years ago, moving through various creative processes, all of which produce in me a sense of peace and wellbeing. **It may take me months to finish one painting, but in that time I am more observant of colours, light and shade, form and perspectives; it is as if I have been given new eyes!**





# ANÉCDOTAS DE BOTAS Y BATAS

P. 141 y 142. Fotografía: Ricardo Gomez Angel, Unsplash.





## Anécdota: De camarones, paros estudiantiles y bacterias

**Frédérique Reverchon**

Red de Estudios Moleculares Avanzados, INECOL  
frederique.reverchon@inecol.mx

¿Les ha pasado que, al seguir una receta de cocina, faltan algunos "detallitos" como la temperatura del horno o la cantidad de condimento, y el guiso les sale fatal? Pues esto ocurre también con algunas "recetas" de medios de cultivo en el laboratorio.

**En nuestro laboratorio, usamos medios de cultivo para crecer bacterias que tengan propiedades benéficas para las plantas.** Con mi estudiante Wendy Hernández, quisimos preparar un medio de cultivo para bacterias que tienen la capacidad de degradar algo que se llama "quitina", que es un compuesto muy importante en los hongos, los insectos, y en los camarones. Una bacteria que puede degradar este compuesto, por lo tanto, podría dañar hongos, y este "poder" es muy importante cuando buscamos bacterias para matar hongos fitopatógenos, es decir que causan enfermedades en las plantas.

Así que, con Wendy, **nos pusimos a la tarea de preparar este medio a base de quitina. Trabajamos en un laboratorio de la UNAM, donde se tenían los insumos necesarios.** Lo curioso es que la quitina que se puede comprar comercialmente proviene de los camarones, ¡y no huele bien! Yo en ese entonces estaba embarazada, y percibía mucho los olores. Les puedo decir que el olor a quitina no era nada agradable. **Lo delicado de la preparación de este medio de cultivo es que se requiere disolver la quitina con ácido clorhídrico, el cual es muy peligroso.** Por lo tanto, hay que trabajar con muchísimas precauciones, con gafas de seguridad, bata y guantes obviamente, y en un lugar especial dentro del laboratorio para no respirar vapores tóxicos. Wendy era la que manipulaba el material, porque yo estaba embarazada y no podía acercarme al ácido clorhídrico.



La receta nos dice que después de agregar el ácido a la quitina, tenemos que dejar en agitación por más de 12 horas, filtrar y después lavar con agua "varias veces", hasta alcanzar un pH de más de 5. ¿Cuántos lavados se requieren? La receta no lo dice.

En el momento más peligroso del procedimiento, cuando Wendy estaba manipulando el ácido, irrumpen unas chicas en el laboratorio: "¡Tienen que evacuar, porque ya la UNAM está en paro y estamos tomando los laboratorios!".



Le expliqué a una de las paristas que estábamos manipulando una sustancia muy peligrosa y que no podíamos dejarlo así no más. También le conté de la receta y que teníamos que acabar con los lavados. Las paristas fueron comprensivas y nos permitieron excepcionalmente entrar al día siguiente, después de las 12 horas de agitación, para acabar con los lavados. Pero al día siguiente, fue muy complicado ingresar porque las paristas de guardia eran otras y tuvimos que volverles a explicar lo peligroso del reactivo. Finalmente, entramos al laboratorio y empezamos con los lavados. 1, 2, 3, 4 veces... y el pH no pasaba de 2 (lo cual es muy, pero muy ácido!).

Total que al final del día, con las paristas ya bastante molestas con nosotras, tuvimos que pedir otra vez poder ingresar al día siguiente. **Al final fueron tres días de lavados y de negociaciones con las paristas para poder alcanzar el pH deseado y obtener nuestro medio de cultivo.** ¿Y sabes lo peor? Al momento de crecer nuestras bacterias en el medio, resulta que ninguna tuvo el poder de degradar la quitina!.



## Anécdota: Propágulos de la suerte

Janaina dos Santos García

Ecología Funcional, INECOL, janainasgarcia@gmail.com

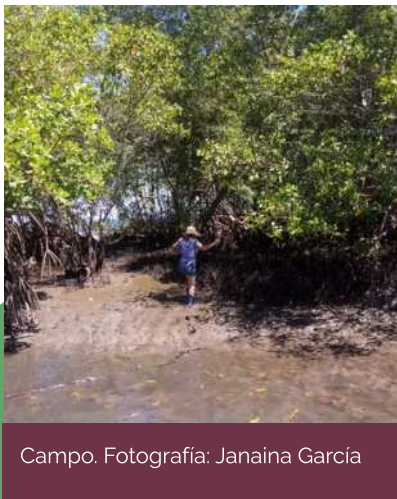
Cuando recién empecé mi carrera en biología, recibimos una conferencia sobre el trabajo de campo y cómo nunca debemos ir al campo solos y solas. **Por la pandemia, el retraso en el trabajo y un poco de prisa, terminé yendo sola.** Crucé el río en un bote con un pescador y quedamos en una hora para regresar. El lugar era remoto y desierto.



Cruzando el río. Fotografía: Janaina García

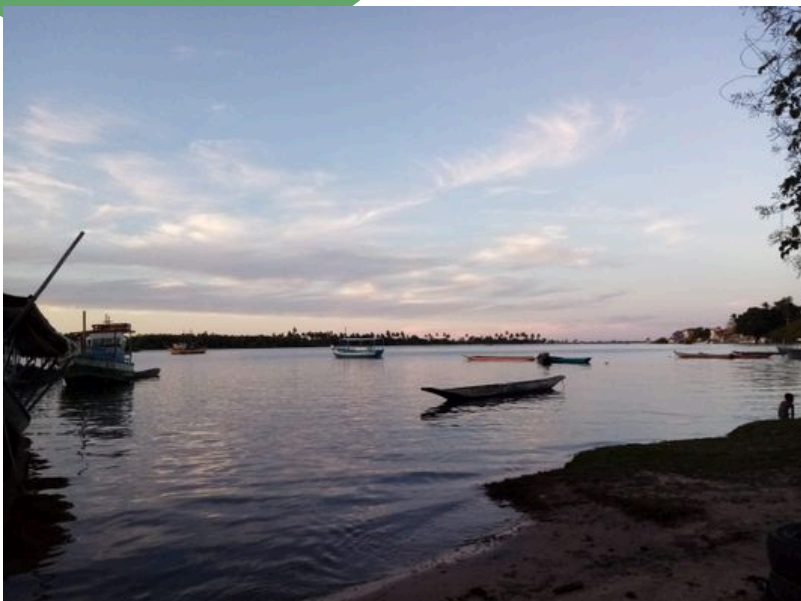
Cuando finalmente encontré las plantas que estaba buscando, **me di cuenta de que estaba muy cerca de una granja y que un hombre con un machete venía hacia mí.** Estaba aterrorizada y en un segundo pensé en todo lo que me podía pasar, pero sonreí y saludé a la persona con simpatía, me preguntó qué estaba haciendo y le expliqué que era bióloga y estaba trabajando en mi tesis. Me analizó con la mirada y dijo que podía ayudarme, **se subió al árbol y derribó la rama donde estaban los propágulos que yo buscaba.**





Campo. Fotografía: Janaina García

Me pidió mi número de teléfono y pensé que sería mejor que le diera el número verdadero. Me escribió un par de veces y siempre le contesté con amabilidad, pues iba a volver a este sitio y uno nunca sabe, pero afortunadamente nunca lo volví a ver. Después de ese día nunca volví a campo sin compañía. **Tuve suerte, ipero no siempre podemos contar con ella!**



Río. Fotografía: Janaina García



Fotografía: Andrea Piacquadio, Pexels



# ECONOTICIAS



A background image of a graduation ceremony with graduates in black and red gowns and caps. A large, semi-transparent blue cloud-like shape is centered over the image, containing the title text.

# ESTUDIANTES GRADUADOS EN INECOL

De 21 de junio 2021 a 21 de Septiembre

Graduación. Fotografía: RODNAE Productions, Pexels

# ¡MUCHAS FELICIDADES!



**Aguila Rodríguez, Gabriela**

**Maestría en Ciencias**

Tesis: Análisis de la diversidad líquénica en una población de *Alnus acuminata* subsp. Arguta (Schl) Furlow en el centro de Veracruz

Directores: Dr. Gonzalo Castillo Campos y Dra. Rosa Emilia Pérez Pérez

**Aranda Delgado, Lucio**

**Maestría en Ciencias**

Tesis: Atributos foliares como determinantes de la incidencia de herbívoros minadores en un Bosque Tropical Perennifolio: divergencias con patrones generales de herbivoría

Director: Dr. Roger Enrique Guevara Hernández

**Bota Sierra, Cornelio Andrés**

**Doctorado en ciencias**

Tesis: Diversidad y Ecofisiología de las libélulas en una montaña tropical

Director: Dr. Rodolfo Novelo Gutiérrez



**Durán Antonio, Jessica**

**Maestría en ciencias**

Tesis: Superposición de la actividad y percepción social de los mamíferos carnívoros de la Reserva de la Biósfera Mapimí, México

Director: Dr. Alberto González Romero

**Echavarría Domínguez, Edgar Uriel**

**Maestría en ciencias**

Tesis: Ciclos de vida de plantas en UMA de Veracruz

Director: Dr. Héctor Armando Contreras Hernández



**Esparza Rodríguez, Zaira Lizbeth**

**Maestría en ciencias**

Tesis: Diagnóstico actual del tráfico y comercio ilegal de primates en México: una evaluación ecológica y económica

Director: Dr. Juan Carlos Serio Silva

**Fadda, Lucas Alejandro****Maestría en Ciencias**

Tesis: Efecto de la temperatura en la demografía de *Xyleborus bispinatus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae): estimación de parámetros poblacionales y parametrización de modelos orientados a procesos

Directores: Dr. Andrés Lira Noriega y Dr. Luis Alfredo Osorio Olvera

**Gallardo Valencia, Uriel****Maestría en Ciencias**

Tesis: Evaluación biológica de *Hypoxylon perforatum*, hongo endófito aislado de la planta *Acalypha gaumeri* Pax y K. Hoffm

Directores: Dra. Gabriela Patricia Heredia Abarca y Dra. María Marcela Gamboa Angulo

**Gómez Lazaga Hernández, María Ixchel****Maestría en Ciencias**

Tesis: Señal filogenética en la estructura de red planta-hormiga en el Parque Estatal Flor del Bosque, Puebla

Directores: Dr. Jesús Alejandro Espinosa de los Monteros Solís y Dra. Mariana Cuautle Arenas

**Gutiérrez Rodríguez, Brandon Eduardo****Maestría en Ciencias**

Tesis: Áreas de endemismo y su historia ecológico-evolutiva: Las Orchidaceae de Megaméxico

Directora: Dra. María Victoria Sosa Ortega

**Hernández Rivera Álvaro****Maestría en Ciencias**

Tesis: On the role of urban biodiversity: the case of insects and their ecosystem services

Director: Dr. Daniel Matías González Tokman

**Hernández Soto, Mariana****Maestría en Ciencias**

Tesis: Diferenciación y estructura genética del colibrí oscuro (*Phaeoptila sordida*) a través de la cuenca del Balsas, México (Aves: Trochilidae)

Director: Dr. Juan Francisco Ornelas Rodríguez

**Herrera Lopera, Jorge Mario****Maestría en Ciencias**

Tesis: Ecología trófica de anuros en paisajes agrícolas de México: caso de estudio empírico y teórico en huertas de aguacate del centro-norte de Michoacán

Directores: Dr. Eduardo Octavio Pineda Arredondo y Dr. Carlos Andrés Cultid Medina



**Infante Rodríguez, Dennis Adrián****Doctorado en Ciencias**

Tesis: Comportamiento de forrajeo y selección de especies vegetales por colonias de la hormiga arriera *Atta mexicana* (F. Smith, 1858; Hymenoptera: Formicidae)

Director: Dr. Jorge Ernesto Valenzuela González

**Martínez García, Luis Raúl****Maestría en Ciencias**

Tesis: Abejas silvestres en cafetales de sombra: una visión ecológica y campesina

Director: Dr. Héctor Armando Contreras Hernández

**Muñoz Contreras, Mónica Janett****Maestría en Ciencias**

Tesis: Estudio in silico de la proteína FkCysRPM del hongo fitopatógeno *Fusarium kuroshium*, simbionte del escarabajo *Euwallacea kuroshio*

Directores: Dr. Eric Edmundo Hernández Domínguez y Dra. Diana Sánchez Rangel

**Pablo Cea José David****Maestría en Ciencias**

Tesis: Diversidad de escarabajos fitófagos, saprofitófagos y degradadores (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae) en dos áreas naturales protegidas en El Salvador, América Central

Director: Dr. Aristeo Cuauhtémoc Deloya López

**Sánchez Rodríguez, Juan David****Maestría en Ciencias**

Tesis: Patrones geográficos y ambientales actuales y futuros de la acacia mirmecófita *Vachellia cornigera* y sus hormigas *Pseudomyrmex* asociadas

Director: Dr. Octavio Rafael Rojas Soto

**Saucedo Castillo, Eli Alejandra****Maestría en Ciencias**

Tesis: Evaluación de la comunidad de mamíferos terrestres en unidades de manejo y aprovechamiento de la vida silvestre (UMA Vida Libre) en el estado de Veracruz

Directora: Dra. Sonia Antonieta Gallina Tessaro

**Valencia Vélez, Jorge Hernán****Maestría en Ciencias**

Tesis: Diversidad de especies, distribución y estatus de conservación de anfibios y reptiles de la Cordillera del Cóndor, una región entre Ecuador y Perú

Director: Dr. Eduardo Octavio Pineda Arredondo



# Eco-Lógico

## LAS CIFRAS DE LA REVISTA SON:

**103**

Artículos

**212**

Autores

**13,694**

Lectores

**39**

Redes académicas e  
instituciones externas  
(13 INECOL, 26 externas)

**35**

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, Perú, Ecuador, EUA, Argentina, Costa Rica, Brasil, Guatemala, Chile, Venezuela, España, Bolivia, Panamá, Uruguay, Canadá, El Salvador, Francia, Honduras, Sudáfrica, Rep. Dominicana, Alemania, Finlandia, Paraguay, Australia, U.K., Bélgica, Cuba, Nicaragua, Israel, India, Italia, Luxemburgo, Mozambique, Países Bajos, Puerto Rico, Singapur

## ¡Gracias por compartirla!



The background of the cover is a dark, night-time photograph. It features a central, bright burst of orange and yellow sparks, resembling a firework or a sparkler. Surrounding this central burst are numerous out-of-focus, circular bokeh lights in shades of purple, blue, and white, creating a festive and celebratory atmosphere.

**FORMA PARTE DE**  
**Eco-Lógico**

**Eco-Lógico**, año 2, volumen 2, No. 3, julio - septiembre (otoño) 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, 07 octubre 2021.

**AÑO 2 · VOIUMEN 2 · NÚMERO 3 · JULIO - SEPTIEMBRE (OTOÑO) · 2021 ·**