



2015 - 2021



**Instituto de Ciencia,
Tecnología e Innovación**

Gobierno del Estado de Michoacán

C+TEC

Divulgar para Transformar
año 9 - número 20 - Febrero 2018 - Mayo 2018

El agua

problemas y soluciones

Revista Cuatrimestral de Difusión y Divulgación de la Ciencia, la Tecnología, la Innovación y las Humanidades del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación.



DIRECTORIO DE GOBIERNO

Silvano Aureoles Conejo
Gobernador Constitucional del Estado de Michoacán

Erick López Barriga
Secretario Particular

Jessica Rosalba Rosales Sánchez
Secretaria Privada

Pascual Sigala Páez
Secretario de Gobierno

Carlos Maldonado Mendoza
Secretario de Finanzas y Administración

Francisco Huergo Maurín
Secretario de Contraloría

Juan Bernardo Corona Martínez
Secretario de Seguridad Pública

Jesús Melgoza Velázquez
Secretario de Desarrollo Económico

Claudia Chávez López
Secretaria de Turismo

Rubén Medina Niño
Secretario de Desarrollo Rural y Agroalimentario

José Juan Domínguez López
Secretario de Comunicaciones y Obras Públicas

Ricardo Luna García
Secretario de Medio Ambiente,
Cambio Climático y Desarrollo Territorial

Taygete A. Luna Cruz
Secretaria Técnica

Uriel López Paredes
Coordinador de Asesores

Alberto Frutis Solís
Secretario de Educación

Silvia María Concepción Figueroa Zamudio
Secretaria de Cultura

Diana Celia Carpio Ríos
Secretaria de Salud

Juan Carlos Barragán Vélez
Secretario de Desarrollo Social y Humano

José Luis Gutiérrez Pérez
Secretario del Migrante

Ma. Fabiola Alanís Sámano
Secretaria de Igualdad Sustantiva y
Desarrollo de las Mujeres Michoacanas

José Martín Godoy Castro
Procurador General de Justicia

José Luis Montañez Espinosa
Director General del Instituto de Ciencia,
Tecnología e Innovación



Dr. José Luis Montañez Espinosa
Director del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación

Uno de los problemas más acuciantes de nuestro tiempo es el del agua. En fecha reciente, el 22 de marzo como cada año, la Organización de las Naciones Unidas celebró el Día Mundial del Agua 2018. Con ese motivo y como resultado de varios coloquios que el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI) y sus antecesores la SICDET, el CECTI y el COECYT, han organizado sobre este trascendental tema, presentamos en este número de la Revista “C+Tec” un dossier sobre el agua: problemas y soluciones.

Dicho dossier presenta la problemática del agua a nivel global y señala algunos de los aspectos que los países de la ONU deben atender prioritariamente en el Decenio del Agua 2018 - 2028, que arrancó justamente el 22 de marzo anterior. Se presenta también una relevante investigación sobre el calentamiento global y sus efectos sobre mares y océanos, así como sobre los diferentes climas de nuestro planeta. Un trabajo más se refiere a la deforestación y su impacto sobre la disponibilidad

de agua a nivel nacional, previniéndonos sobre el conflicto en marcha entre el crecimiento de la frontera agrícola y la reducción de la superficie forestal. Y a nivel local contamos con un interesante artículo sobre la biocontaminación de los cuerpos de agua y un estudio sobre el agua de pozos que se consume en el municipio de Copándaro, Michoacán.

La sección Novedades de la Ciencia incluye dos temas de interés para nuestro estado: uno sobre los murciélagos y otro sobre las mariposas, de los cuales se deduce la necesidad de conservar esas especies que contribuyen al equilibrio de los ecosistemas.

En el ICTI entendemos que hay una relación directa entre el desarrollo científico y tecnológico de un país y el desarrollo económico del mismo. De ahí este esfuerzo de divulgar de manera breve y sucinta los problemas que nos aquejan y las soluciones que nos ofrecen los investigadores y académicos de instituciones de educación superior, para dar a conocer sus avances y motivar a los jóvenes a embarcarse en esta aventura del conocimiento.

Lo anterior, en el marco del Programa Especial de Innovación, Ciencia y Desarrollo Tecnológico y la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Michoacán de Ocampo, los que hacen hincapié en la necesidad de propiciar la divulgación de la ciencia y el desarrollo tecnológico a través de publicaciones que contribuyan a la formación de una cultura científica, tecnológica y humanística, promoviendo la difusión del conocimiento científico en Michoacán. Por ello, este Instituto publica la revista de divulgación de la ciencia, la tecnología y la humanística “C+Tec. Divulgar para transformar”, a fin de enriquecer la cultura científica de la sociedad michoacana a través de este espacio editorial que, confiamos, transmita de manera fiel, accesible y atractiva lo que se genera en estos campos, especialmente en nuestro estado y en el país en general. De esta manera el gobierno del Ing. Silvano Aureoles Conejo refrenda que la divulgación de la ciencia es uno de los ejes estratégicos para fortalecer las capacidades y vocaciones científicas de la juventud michoacana.

Agradecemos muy cumplidamente las valiosas contribuciones de investigadores y científicos de la UMSNH, la UNAM y el Instituto Tecnológico de Pátzcuaro, cuyos trabajos se publican en esta edición.

Morelia, Michoacán, Febrero 2018.

CONTENIDO



MIRADAS
DE LA CIENCIA 

Mariposas: maravillas en vuelo
[Esmeralda Cardona Orozco,
Ivonne Herreriás Diego,
Javier Ponce Saavedra]

54

Ectoparásitos de los murciélagos
[Javier Ponce Saavedra, Miriam,
Ricardo M. Pérez Munguía
Alonso Carachure]

62

CONTENIDO



El agua
problemas y soluciones

DOSSIER

- 10 | **Problemas del agua a nivel mundial**
ONU
- 18 | **El Calentamiento global**
Candidata a Dra. Carolina Rodríguez Garza
- 28 | **Situación Actual Forestal:**
Un reto de desarrollo humano.
M. C. Marcial Reyes Cázarez
- 38 | **¿Biocontaminación acuática?:**
Una problemática sobre peces
dulceacuícolas introducidos en
el centro-occidente de México.
Dra. Yvonne Herrerías Diego y
M.C. Valentín Mar Silva
- 44 | **Calidad del Agua en Pozos del**
Municipio de Copándaro, Michoacán
Dra. Mariela Casillas Corona,
Dra. Isabel Israde Alcantara,
Dra. María Alcalá De Jesús,
Dr. Virgilio Ledesma Yturry



DIRECTORIO ICTI

Dr. José Luis Montañez Espinosa
Director del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación

Gaspar Efraín Guzmán Sánchez
Subdirector de Innovación

Guadalupe Juan Carlos Corona Suazo
Subdirector de Vinculación

María Natividad Palominos Mariles
Delegada Administrativa

Emerson Adrián Lua García
Departamento de Prospectiva de Mercados

América Paola De Jesús Zuluaga
Departamento para la Cultura de
la Innovación Empresarial

Omar Jaimes Brito
Departamento de Vinculación Interinstitucional
y Estadística

Araceli López Valdez
Departamento de Difusión y Divulgación

María Piedad Trujillo García
Departamento de Desarrollo Científico
y Tecnológico

Jesús Giovanni Medina García
Departamento de Fomento a las Ciencias Sociales
y Humanidades

Carlos Ayala Alcaraz
Departamento de Recursos Financieros

José Manuel Guerrero Rascón
Departamento de Recursos Humanos y Materiales



DIRECTORIO C+TEC **COMITÉ EDITORIAL**

Dr. José Luis Montañez Espinosa
Director del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación

Dr. Herminio Sánchez de la Barquera y Arroyo

Director Académico de los Posgrados en Ciencias Sociales Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, UPAEP.

Dra. Rosa Elva Norma del Río Torres

Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, UMSNH.

Dr. Carlos Francisco Ortiz Paniagua

Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales, UMSNH.

Dra. Ana María Méndez Puga

Facultad de Psicología, UMSNH.

Dr. Luis Felipe Rodríguez Jorge

Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, UNAM.

Dra. Citlali Colín Chávez

Centro de Innovación para el Desarrollo Agroalimentario de Michoacán.

Dr. Miguel Ángel Medina Romero

Presidente de la Academia Michoacana de Ciencias.

Dr. José Carlos Rubio Ávalos

Facultad de Ingeniería Civil, UMSNH.

COORDINACIÓN EDITORIAL

M.C. Gaspar Efraín Guzmán Sánchez

Subdirector de Innovación

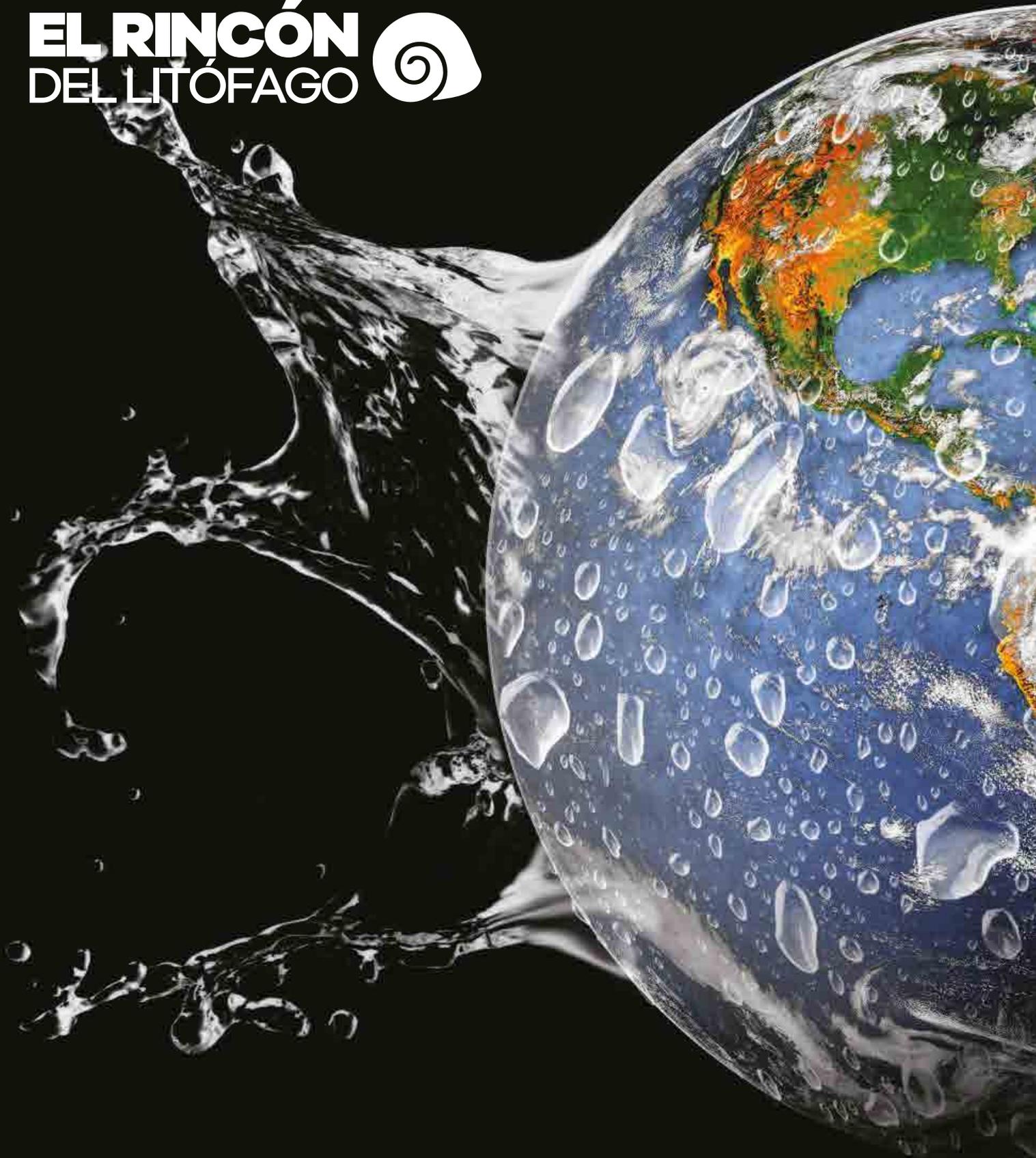
EDICIÓN Y CORRECCIÓN DE ESTILO

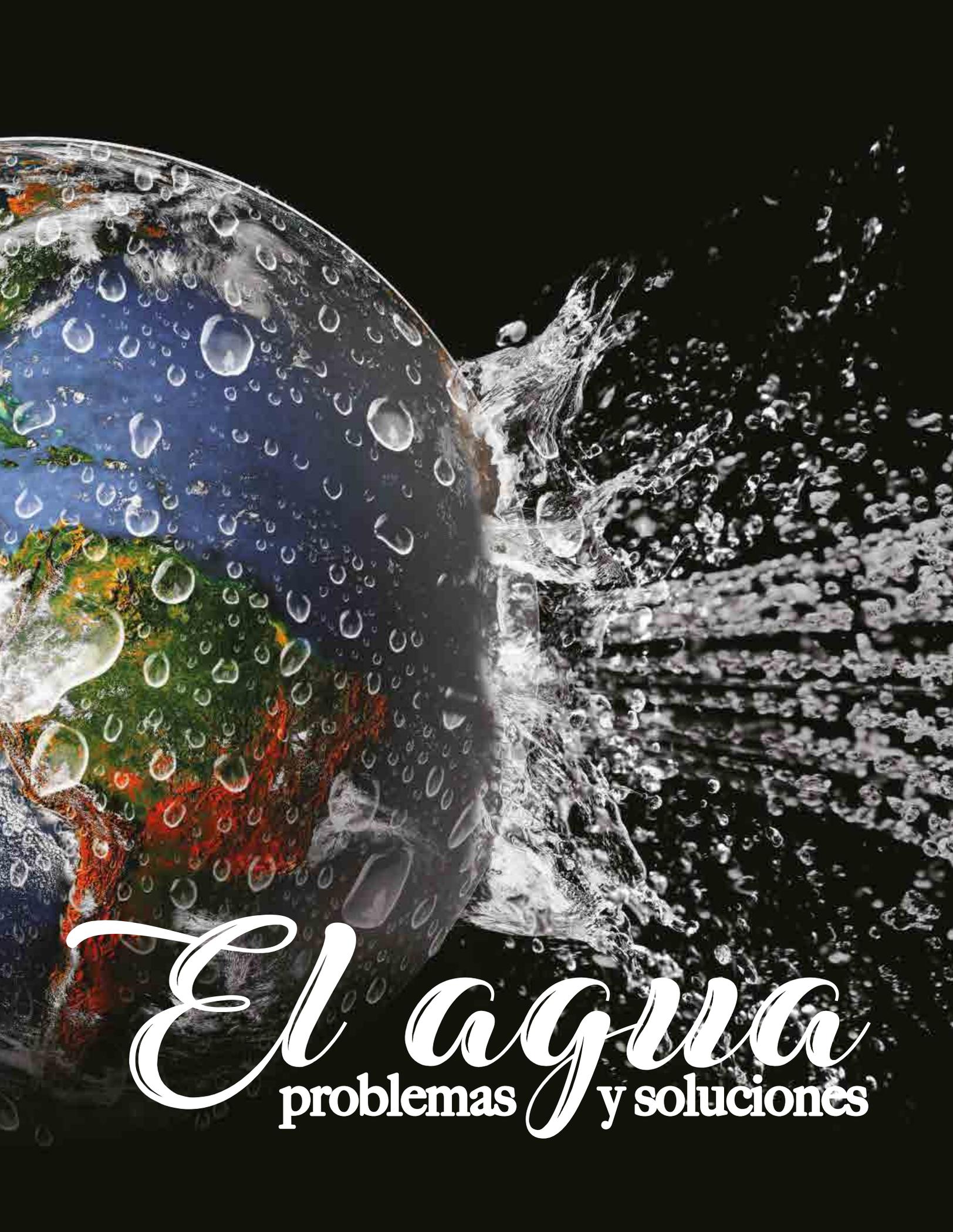
Jorge Ruiz Saavedra

DISEÑO GRÁFICO, EDITORIAL Y FORMACIÓN

Arelí Vázquez Ferreira

EL RINCÓN
DEL LITÓFAGO





El agua problemas y soluciones



Problemas del
Agua
a nivel mundial
— ONU —



Durante la celebración del Día Mundial del Agua establecido por la ONU el pasado 22 de marzo de 2018, la directora general de la UNESCO, Audrey Azoulay, señaló varios puntos que llaman a la reflexión y a la acción.



La cuestión de los recursos de agua potable es uno de los principales desafíos de nuestro siglo. Sus repercusiones son múltiples: humanitarias, ecológicas, geopolíticas, etc. Una de las respuestas posibles radica sin duda en lo que se denomina “las soluciones basadas en la naturaleza”, a saber, soluciones que se inspiran en el ciclo natural del agua y que promueven la protección y la restauración de las biosferas. A fin de resaltar las prometedoras posibilidades que ofrece este tipo de soluciones sostenibles, las Naciones Unidas han elegido como tema del Día Mundial del Agua 2018 “La respuesta está en la naturaleza”. Algunas cifras nos permiten hacernos una idea del alcance de los problemas a los que nos enfrentamos. De acuerdo con el último Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, 3 600 millones de personas del planeta, es decir, cerca de la mitad de la población mundial, viven en zonas que pueden padecer escasez de agua al menos un mes al año. Esta cifra podría elevarse a más de 5 000 millones en 2050.



En ese mismo periodo, la demanda mundial de agua, estimada actualmente en unos 4 600 km³ anuales, podría llegar a ser de 5 500 o 6 000 km³ al año. Ya con la cantidad de 4 600 km³ anuales, la utilización actual de agua en el mundo se aproxima al umbral máximo de sostenibilidad, y este frágil equilibrio oculta en realidad grandes disparidades locales y regionales.

Encontramos un ejemplo alarmante en Ciudad del Cabo (Sudáfrica), que pasará pronto a ser la primera gran ciudad del mundo en quedarse prácticamente sin agua potable. "Día cero" es el nombre que se ha dado al próximo 12 de abril, cuando las reservas de agua de Ciudad del Cabo estarán únicamente al 13% de su nivel habitual. Los motivos de esta escasez mundial son conocidos: los recursos de agua dulce están sometidos de manera continua a las presiones combinadas del crecimiento demográfico mundial, el cambio climático, el aumento exponencial del consumo y la generalización de modos de vida que dilapidan los recursos. Para ilustrar este derroche basta una cifra: el 80% de las aguas residuales vuelven al ecosistema sin haber sido tratadas.



Esta situación provoca una degradación de los ecosistemas que acentúa aún más los desequilibrios ecológicos y la escasez de agua. Resulta por tanto urgente encontrar soluciones que permitan proteger el capital natural del planeta. Hay que fomentar soluciones que protejan, ordenen y restauren los ecosistemas naturales o modificados, y que respondan a los problemas humanos y ecológicos con eficacia y de manera sostenible, aumentando el bienestar de las personas y preservando la biodiversidad. Plantar nuevos bosques, reconectar los ríos a las llanuras inundables y restaurar los humedales, son algunas de las soluciones que permitirán hacer frente a los problemas contemporáneos de gestión del agua, especialmente con miras a desarrollar una agricultura sostenible y construir las ciudades del futuro. Todas estas iniciativas contribuirán al logro de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en la que la cuestión crucial del agua se suma a otras igualmente fundamentales: la erradicación de la pobreza, la salud, el crecimiento económico, la construcción de ciudades sostenibles, la utilización de modalidades de consumo y producción sostenibles y, en última instancia, la paz.

El agua es, además, una cuestión de derechos. A medida que crece la población mundial, se genera una necesidad creciente de conciliar la competencia entre las demandas comerciales de los recursos hídricos para que las comunidades tengan lo suficiente para satisfacer sus necesidades. En concreto, las mujeres y las niñas deben tener acceso a instalaciones de saneamiento limpias y que respeten la privacidad para que puedan manejar la menstruación y la maternidad con dignidad y seguridad.



Para el desarrollo del ser humano, el agua y los sistemas de saneamiento no pueden estar separados. Ambos son vitales para reducir la carga mundial de enfermedades y para mejorar la salud, la educación y la productividad económica de las poblaciones.

El derecho al agua

Uno de los hitos recientes más importantes ha sido el reconocimiento por parte de la Asamblea General de las Naciones Unidas del derecho humano al agua y al saneamiento en julio de 2010. La Asamblea reconoció el derecho de todos los seres humanos a tener acceso a una cantidad de agua suficiente para el uso doméstico y personal (entre 50 y 100 litros de agua por persona y día) y que sea segura, aceptable y asequible (el costo del agua no debería superar el 3% de los ingresos del hogar), y accesible físicamente (la fuente debe estar a menos de 1,000 metros del hogar y su recogida no debería superar los 30 minutos).

El agua y los Objetivos de Desarrollo Sostenible

El Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 6 es «Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos». Las metas de este objetivo cubren tanto los aspectos del ciclo del agua como los sistemas de saneamiento, y la consecución de este objetivo se ha planteado para que contribuya en el progreso de otros ODS, principalmente en salud, educación, crecimiento económico y medio ambiente.



La ONU y el agua

Las Naciones Unidas llevan mucho tiempo abordando la crisis mundial derivada de un abastecimiento de agua insuficiente y la creciente demanda de agua para satisfacer las necesidades humanas, comerciales y agrícolas.

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua (1977), el Decenio Internacional del Agua Potable y del Saneamiento Ambiental (1981-1990), la Conferencia internacional sobre el agua y el medio ambiente (1992) y la Cumbre para la Tierra (1992) — se centraron en este recurso vital. En concreto, el Decenio ayudó a unos 1,300 millones de personas de países en desarrollo a conseguir acceso a agua potable.

El Decenio Internacional de Acción “Agua para la Vida” 2005-2015 contribuyó a que alrededor de 1,300 millones de personas en los países en desarrollo obtuvieran acceso al agua potable e impulsó el progreso en materia de saneamiento como parte del esfuerzo por alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

Los últimos acuerdos clave incluyen la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, el Marco de Sendái para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la Agenda de Acción de Addis Abeba 2015 sobre la Financiación para el Desarrollo, y el Acuerdo de París 2015 dentro del Marco de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Agua, saneamiento e higiene

Las aguas contaminadas y la falta de saneamiento básico obstaculizan la erradicación de la pobreza extrema y las enfermedades en los países más pobres del mundo.

En la actualidad, 2,300 millones de personas no disponen de instalaciones básicas de saneamiento, como baños o letrinas. Según el Programa Conjunto OMS/UNICEF de Monitoreo del Abastecimiento de Agua y del Saneamiento, al menos 1,800 millones de personas en todo el mundo beben agua que no está protegida contra la contaminación de las heces. Un número aún mayor bebe agua que se distribuye a través de sistemas vulnerables a la contaminación.

COMO AYUDAR A PREVENIR EL CAMBIO CLIMATICO



AHORRA AGUA

Ten cuidado con consumo de agua cerrando la llave cuando no la estes usando, toma baños cortos y evita el consumo innecesario.

REDUCE DESPERDICIOS

Ayuda a reducir las emisiones de efecto invernadero reciclando regularmente. Usa menos bolsas plásticas y otros elementos contaminantes.



AHORRA ENERGIA

Usa menos energia apagando electrodomesticos cuando no están en uso, cámbiate a bombillos ahorradores e invierte en electrodomesticos ahorradores.

VIAJA VERDE

1/3 de las emisiones mundiales son a causa de los vehiculos, así que cambiando tu carro por transporte público, caminando o usando bicicleta, ayudas a reducirlas.



ENERGÍA LIMPIA

Trata de usar energías renovables instalando paneles solares y generando tu propia energía. Usa objetos que funcionen con energía solar.

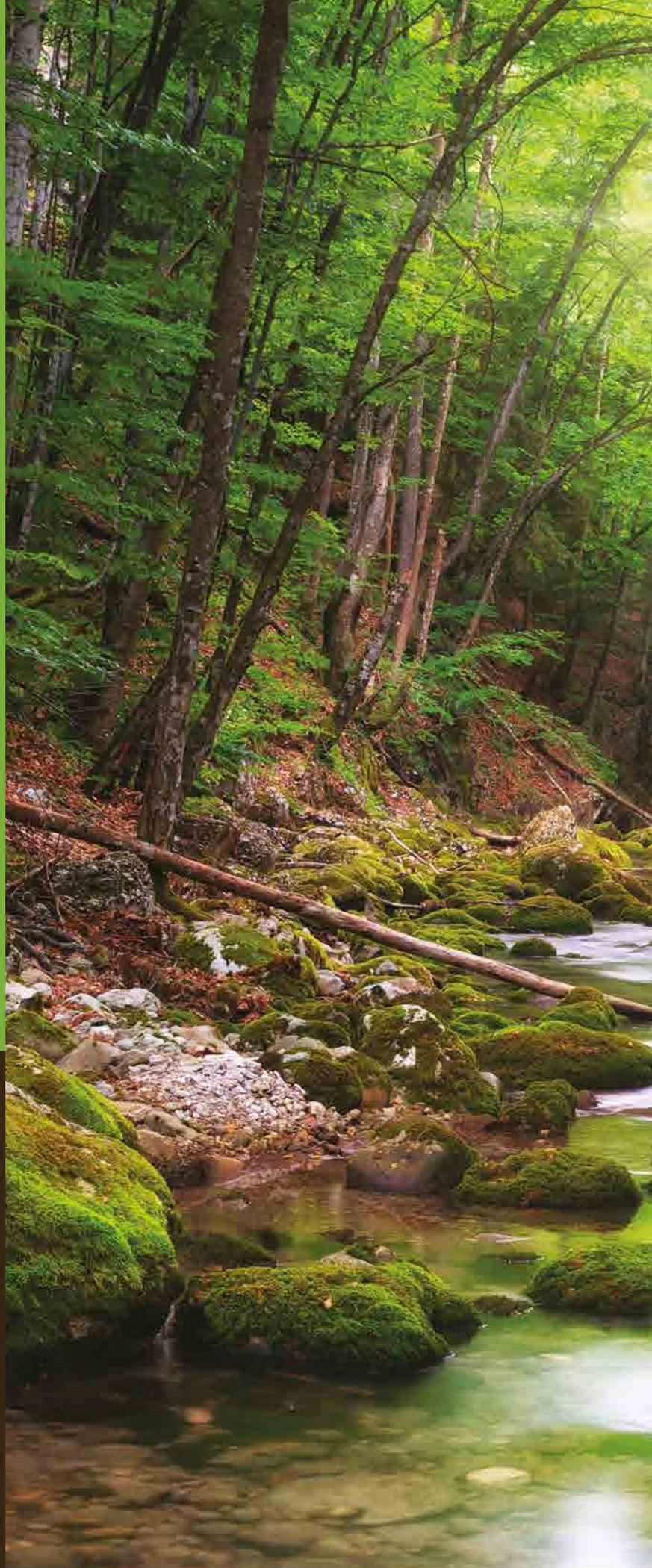
PEQUEÑOS DETALLES

Los pequeños detalles hacen la diferencia: sembrar árboles y comprar productos locales ayuda a reducir la huella de carbono.



Agua no potable y mortalidad infantil

El agua no potable y el saneamiento deficiente son las causas principales de la mortalidad infantil. La diarrea infantil -asociada a la escasez de agua, saneamientos inadecuados, aguas contaminadas con agente patógenos de enfermedades infecciosas y falta de higiene- causa la muerte a 1.5 millones de niños al año, la mayoría de ellos menores de cinco años en países en desarrollo.





Saneamientos mejorados y beneficios económicos

La relación entre la falta de agua y saneamiento y los objetivos de desarrollo es obvia y solucionar el problema es rentable. Los estudios muestran que cada dólar invertido se traduce en un beneficio de 9. Ese retorno de la inversión beneficia específicamente a niños pobres y comunidades desfavorecidas que más lo necesitan.

Homenaje a los recursos hídricos

Cada año, se celebran dos días internacionales de la ONU sobre agua y saneamiento: el Día Mundial del Agua, 22 de marzo, y el Día Mundial del Retrete, 19 de noviembre. Ambas celebraciones van acompañadas de una campaña pública que trata de crear conciencia sobre los problemas del agua, centrándose en un tema particular y tratando de inspirar actuaciones.

El Decenio Internacional para la Acción, Agua para el Desarrollo Sostenible, comenzará en el Día Mundial del Agua, el 22 de marzo de 2018, y terminará en el Día Mundial del Agua, el 22 de marzo de 2028.

El Decenio trata de acelerar los esfuerzos para enfrentarse a los desafíos relacionados con el agua, como el acceso reducido al agua potable y al saneamiento, una mayor presión sobre los recursos hídricos y los ecosistemas y un riesgo exacerbado de sequías e inundaciones.

Los desafíos del agua

- 2,100 millones de personas carecen de acceso a servicios de agua a servicios de agua potable gestionados de manera segura (OMS/UNICEF 2017).
- 4,500 millones de personas carecen de servicios de saneamiento gestionados de forma segura (OMS/UNICEF 2017).
- 340,000 niños menores de cinco años mueren cada año por enfermedades diarreicas (OMS/UNICEF 2017).
- La escasez de agua ya afecta a cuatro de cada 10 personas (OMS).
- El 90% de desastres naturales están relacionados con el agua (UNISDR).
- El 80% de las aguas residuales retoman al ecosistema sin ser tratadas o reutilizadas (UNESCO, 2017).
- Alrededor de dos tercios de los ríos transfronterizos del mundo no tienen un marco de gestión cooperativa (SIWI).
- La agricultura representa el 70% de la extracción mundial de agua (FAO).
- Aproximadamente el 75% de todas las extracciones de agua industrial se utilizan para la producción de energía (UNESCO, 2014).



El Calentamiento Global

Una Urgencia Climática

Carolina Rodríguez Garza

Autora: Candidata a Dra. Carolina Rodríguez Garza
Institución: Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, UNAM
Email: ca.rodriguez@irya.unam.mx



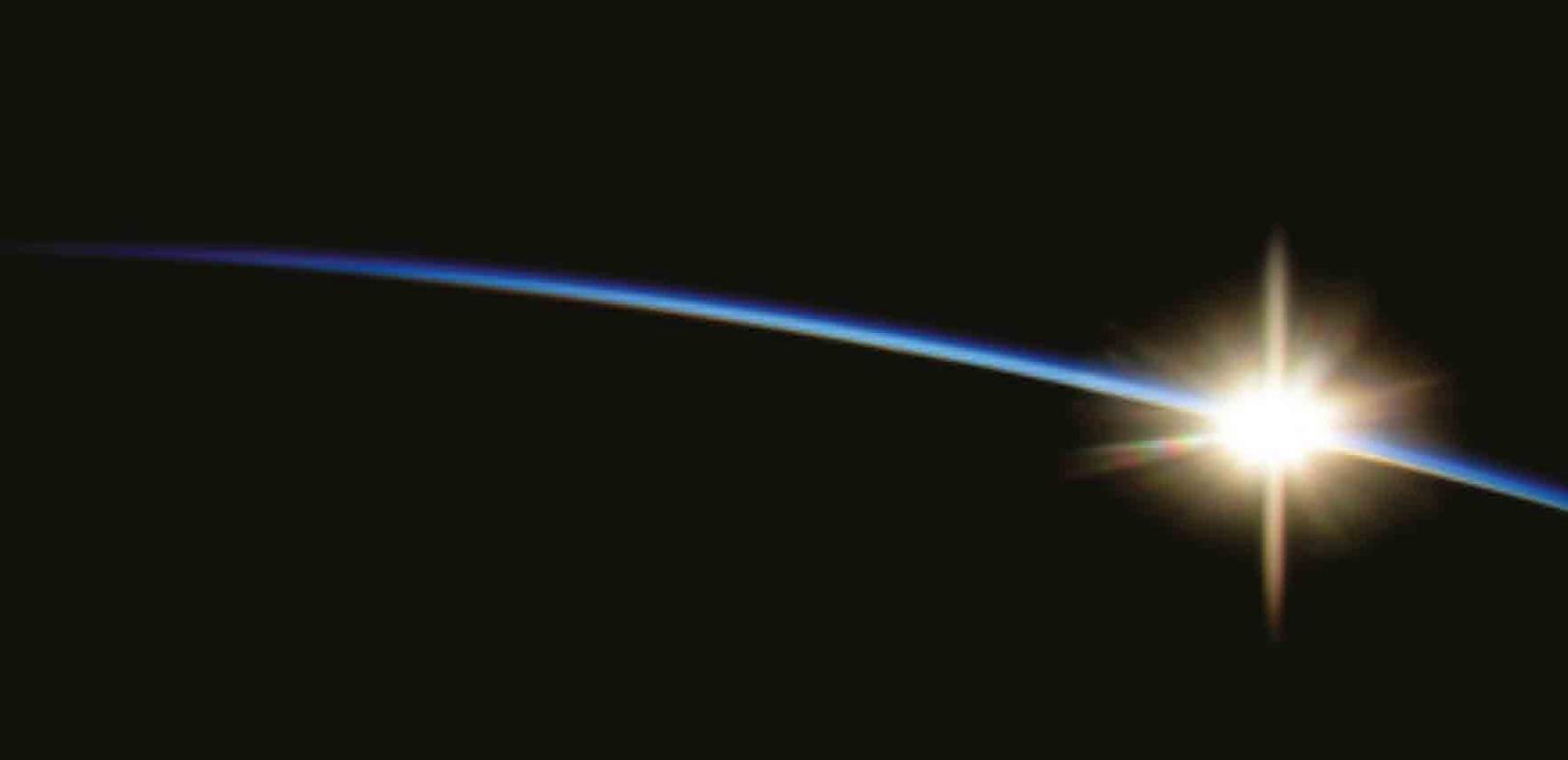


Figura 1: Amanecer visto desde la Estación Espacial Internacional. La ligera capa azul es nuestra atmósfera. El destello de luz es el Sol asomándose en el horizonte. Crédito: NASA, <https://www.nasa.gov/content/sunrise-from-the-international-space-station>

EL PLANETA AZUL

El astronauta de origen michoacano, el Dr. José Hernández, en repetidas ocasiones ha expresado que después de que realizó su primer viaje a la Estación Espacial Internacional, regresó siendo un gran amigo del medio ambiente. Cada 90 minutos la tripulación de astronautas daba una vuelta alrededor del planeta. Cada 90 minutos era un nuevo amanecer y durante unos pocos segundos, el Dr. José Hernández tenía el privilegio de apreciar en el horizonte lo frágil que es la delgada capa atmosférica que ha mantenido protegido a nuestro planeta de la radiación del Sol y del impacto de meteoritos (ver Figura 1). Con el estilo de vida moderno estamos modificando la atmósfera de la Tierra. Si no tomamos medidas desde ahora para protegerla y restaurarla, no habrá más futuro.

Es común en la actualidad escuchar los términos “efecto invernadero”, “calentamiento global” y “cambio climático”. Existe mucha confusión sobre la diferencia y la relación entre ellos, así que primero abordaremos estos conceptos para entenderlos mejor. De esta forma podremos detectar el problema que estamos enfrentando, y entonces, identificaremos qué acciones tomar para rescatar la vida en la Tierra.

RADIACIÓN SOLAR

La Tierra recibe radiación proveniente del Sol en todas las longitudes de onda del espectro electromagnético, pero recibimos un porcentaje mayor a longitudes de onda corta, principalmente luz visible —luz que podemos ver—, radiación infrarroja de onda corta y luz ultravioleta (UV). Parte de esta radiación recibida es absorbida por el suelo, y posteriormente, re-emitida por la Tierra en forma de radiación infrarroja de onda larga —calor— en dirección hacia el espacio exterior. A diferencia de la energía recibida por la luz solar, que sí podemos ver, la emitida por la Tierra es invisible pero sí la sentimos en forma de calor. De modo que nuestros ojos son sensibles al espectro visible y nuestra piel al espectro infrarrojo.

ATMÓSFERA TERRESTRE

La atmósfera de la Tierra está compuesta por gases a los que comúnmente nos referimos como aire y se divide en cinco capas diferentes que van desde el suelo hasta el espacio exterior como se ve en la Figura 2. Estas capas son: la troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera y la exosfera. Más allá de estas capas está el espacio exterior. No discutiremos aquí cada una de ellas pero sí haremos énfasis en dos: la troposfera y la estratosfera.

La troposfera es la capa más cercana al suelo y en ella se encuentran las nubes y la mayor concentración de gases que respiramos. Contiene 78% de nitrógeno (N_2), 21% de oxígeno (O_2) y el 1% restante se reparte entre vapor de agua (H_2O), dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), entre otros (ver Figura 3). La estratosfera es la segunda capa de la atmósfera y es importante porque en ella se encuentra en mayor abundancia el ozono (ver Figura 2), aunque éste también existe en menor cantidad dentro de la troposfera.

EFEECTO INVERNADERO

El efecto invernadero es un término que se utiliza para describir al proceso físico que mantiene a una temperatura agradable a la Tierra. La mayoría de las veces se hace referencia a él como si fuera algo negativo, pero no necesariamente es así. Otro punto que genera confusión es en sí mismo el término "efecto invernadero" porque intuitivamente se asocia al proceso físico que mantiene caliente a los invernaderos botánicos, y este no es precisamente el caso de la atmósfera. A continuación discutiremos detalladamente sobre estos puntos.

INVERNADERO BOTÁNICO

Un invernadero muy conocido es El Orquidario de Morelia "Dr. y Gral. Alberto Oviedo Mota", el cual es un jardín botánico que se encarga de cultivar, preservar y exponer orquídeas. En la Figura 4 se muestra una imagen dentro del orquidario, en esta podemos notar una variedad de orquídeas confinadas dentro de un techo y paredes de material transparente. De aquí podrían surgir varias preguntas, ¿por qué es necesario encerrar a las plantas?, ¿por qué las paredes y el techo son transparentes?, ¿cuál es el objetivo de un invernadero botánico?

Las plantas son confinadas porque algunas especies necesitan condiciones específicas de temperatura y humedad para florecer. Una forma de regular estas condiciones es a través de los invernaderos. El techo y las paredes están hechos de

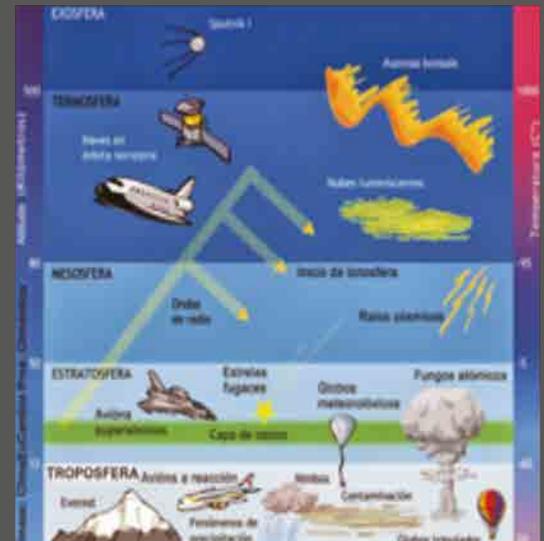


Figura 2: Capas de la atmósfera. Crédito: <http://radio2c1grupo4.blogspot.mx/2013/10/capas-de-la-atmosfera.html>

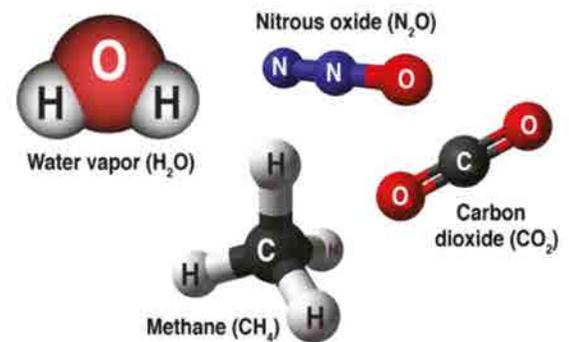


Figura 3: Estructura química de las moléculas presentes en la atmósfera. Crédito: <https://climate.nasa.gov/causes/>



Figura 4: Orquidario de Morelia "Dr. y Gral. Alberto Oviedo Mota". Crédito: <https://www.facebook.com/orquidariodemoreliaCECONEXPO/>



INVERNADERO TERRESTRE

vidrio o plástico traslúcido, porque este material tiene la peculiaridad de que puede dejar pasar la luz visible emitida por el Sol, la cual calienta el suelo y las plantas. Estos objetos al ser calentados emiten radiación infrarroja (calor). A diferencia de la luz visible, la radiación infrarroja es incapaz de atravesar las paredes del invernadero lo que provoca que el aire en el interior aumente su temperatura. Sin embargo, la retención de radiación infrarroja no es la razón principal que contribuye al calentamiento de un invernadero, sino más bien, es la falta de corrientes convectivas. Es decir, el aire caliente al estar completamente encerrado, es incapaz de mezclarse con el aire frío del exterior y por lo tanto conserva su temperatura cálida. En un invernadero botánico tenemos dos opciones para enfriar su interior, la primera y más eficiente es abrir una ventana para permitir el intercambio convectivo de aire entre el invernadero y el exterior; al abrirla, sentiríamos rápidamente una caída en la temperatura. La segunda es dejando escapar la radiación infrarroja.

En el caso de nuestro planeta ocurre algo similar al de un invernadero botánico, aunque hay diferencias sutiles que no deben ser confundidas. En la Tierra, el "techo" que nos mantiene calientes es la atmósfera. La atmósfera deja pasar la luz visible, esta es absorbida por el suelo terrestre y re-emitida de regreso hacia la atmósfera en forma de radiación infrarroja, a esta comúnmente se le conoce como radiación terrestre (ver Figura 5). La radiación infrarroja tiene la energía exacta para interactuar con las moléculas que componen la atmósfera, como el dióxido de carbono, el metano, óxido nitroso, etcétera. Estas moléculas son conocidas como gases invernadero porque absorben la radiación infrarroja terrestre (calor), impidiendo que escape hacia el espacio exterior. Al absorber esta radiación, se produce un aumento en la temperatura de las moléculas, y entonces, éstas emiten calor de vuelta hacia las capas más bajas de la atmósfera y el suelo. A este proceso es al que se le conoce como "efecto invernadero", al calentamiento general de la atmósfera y la superficie terrestre.



Figura 5: La radiación solar (rayos amarillos) es absorbida por la tierra y emitida por esta última en forma de radiación infrarroja (rayos rojos) de regreso hacia la atmósfera. Crédito: <https://www.investigacionyciencia.es/blogs/fisica-y-quimica/39/posts/el-ozono-se-recupera-el-calentamiento-global-contina-14346>

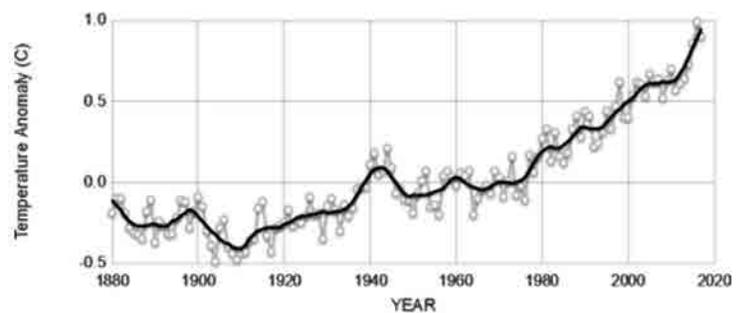
En un balance natural — sin la intervención del ser humano — entre los gases de la atmósfera y la radiación solar, el efecto invernadero tiene implicaciones positivas. Durante milenios el ser humano ha vivido en la Tierra con una temperatura global de $+15^{\circ}\text{C}$ que ha permitido el desarrollo de la vida tal y como la conocemos. Si no tuviéramos una atmósfera con gases invernadero, la radiación infrarroja escaparía sin impedimento hacia el espacio exterior lo que provocaría un enfriamiento del planeta. La temperatura promedio de la Tierra sin atmósfera sería de -18°C , un lugar muy frío para vivir.

Aunque parecen muy similares los procesos de calentamiento y enfriamiento de un invernadero botánico y el terrestre, existe una gran controversia alrededor del término “invernadero”. Como la principal fuente de calentamiento del aire dentro de un invernadero botánico es la falta de corrientes de aire, bastaría con abrir una ventana para sentir un enfriamiento en su interior. Otra forma de enfriarlo sería dejando escapar la radiación infrarroja. Sin embargo, la Tierra solamente tiene una forma de enfriarse y es mediante el escape de la radiación infrarroja hacia el espacio exterior. En la atmósfera, no existe el equivalente a una “ventana” que podamos abrir para mezclar los gases calientes, ya que éstos están ligados a la Tierra por la fuerza de gravedad y no pueden escapar hacia el espacio vacío. Esa es la gran diferencia que hay entre el invernadero botánico y el “efecto invernadero” atmosférico. Entonces, si lo que causa el calentamiento de la Tierra es la absorción de la radiación infrarroja por los gases en la atmósfera, la única manera en que el planeta puede enfriarse es liberando esa radiación hacia el espacio exterior.

CALENTAMIENTO GLOBAL

Desde el comienzo de la revolución industrial, en el siglo XVIII, las actividades humanas han modificado el balance de temperatura global que proporciona naturalmente el efecto invernadero. La Tierra se está calentando, pero, ¿cómo lo estamos haciendo?

Anteriormente mencionamos que los gases en la atmósfera atrapan y retienen una parte del calor emitido por la superficie terrestre mientras que el resto escapa hacia el exterior logrando una temperatura promedio agradable. Pero, ¿qué pasaría si aumentamos el número de moléculas invernadero en la atmósfera de tal modo que cada vez menos calor pudiera escapar. La respuesta es simple, se produciría un calentamiento global (ver Figura 6).



Source: climate.nasa.gov

Figura 6: Esta gráfica muestra la variación de la temperatura en $^{\circ}\text{C}$ (eje vertical) desde el año 1880 hasta la actualidad (eje horizontal). Crédito: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>

COMBUSTIBLES FÓSILES

La principal fuente de generación de energía para la industria, nuestros hogares y la vida cotidiana, proviene de la quema de combustibles fósiles como el petróleo, carbón y el gas natural. Se les llama fósiles porque se formaron hace millones de años, a partir de restos orgánicos de plantas y animales que se fueron depositando a grandes profundidades, y que han pasado por diferentes etapas de transformaciones geológicas.

SECTOR TRANSPORTE

El petróleo es una sustancia aceitosa de color oscuro a la que, por sus compuestos de hidrógeno y carbono, se le llama hidrocarburo.

El octano es uno de los hidrocarburos que conforman la gasolina —producto refinado del petróleo— y se compone de ocho átomos de carbono. La energía que propulsa a los automóviles proviene del proceso de combustión entre el octano y el oxígeno molecular. Los átomos de carbono del octano al mezclarse con el oxígeno molecular producen gases como el dióxido de carbono, el gas invernadero más abundante en la atmósfera.

En México somos alrededor de 120 millones de habitantes, si suponemos que la mitad de ellos tienen un automóvil y lo utilizan diariamente, entonces pueden imaginarse la cantidad de dióxido de carbono que emitimos hacia la atmósfera. México es tan sólo uno de los 193 países en el mundo reconocidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Entonces, ¿cuántos automóviles hay en el mundo? (ver Figura 7), ¿cuánto dióxido de carbono estamos liberando hacia la atmósfera?

Crecimiento acelerado

El número de vehículos en el área metropolitana de Monterrey se habrá quintuplicado de 1997 al 2025.

(Vehículos por año)

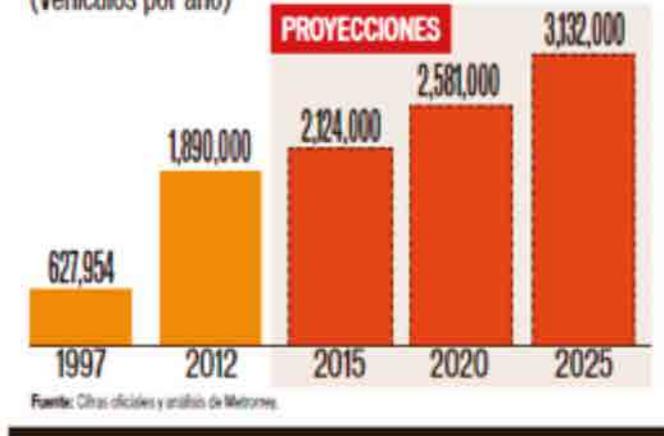


Figura 7: Monterrey, Nuevo León es la ciudad más contaminada de México. La contaminación del aire se atribuye al uso indiscriminado de los automóviles y a la industria. Crédito: <http://sds.uanl.mx/el-deterioro-de-la-calidad-del-aire-del-area-metropolitana-de-monterrey-es-responsabilidad-de-todos/>

SECTOR ENERGÉTICO

La electricidad es una de las principales formas de energía usadas en el mundo actual. Sin ella no existiría la iluminación, ni comunicaciones de radio y televisión, ni servicios telefónicos; por lo que nos hemos vuelto dependientes de ella. La industria termoeléctrica es la encargada de producir electricidad y lo hace a través de combustibles fósiles, por lo tanto, contribuye en gran porcentaje a la emisión de gases invernadero. La Figura 8 podría ayudarnos a reflexionar sobre esto. En ella se muestra una imagen nocturna tomada desde el espacio, de la luz emitida por ciudades de E.U.A. y de México. ¿Qué tanto petróleo se necesitó para producir esta iluminación global? ¿Qué cantidad de dióxido de carbono se liberó hacia la atmósfera durante ese proceso?

Para producir toda esta energía consumimos en un año los combustibles fósiles que a la Tierra le costó almacenar como depósito geológico un millón de años. El modelo energético actual es insostenible, no solo porque se basa en combustibles fósiles cuya cantidad sobre la Tierra es finita —por eso se dice que es un recurso no renovable, porque tarde o temprano se acabará— sino también por las agresiones ambientales que provoca contribuyendo al calentamiento global.

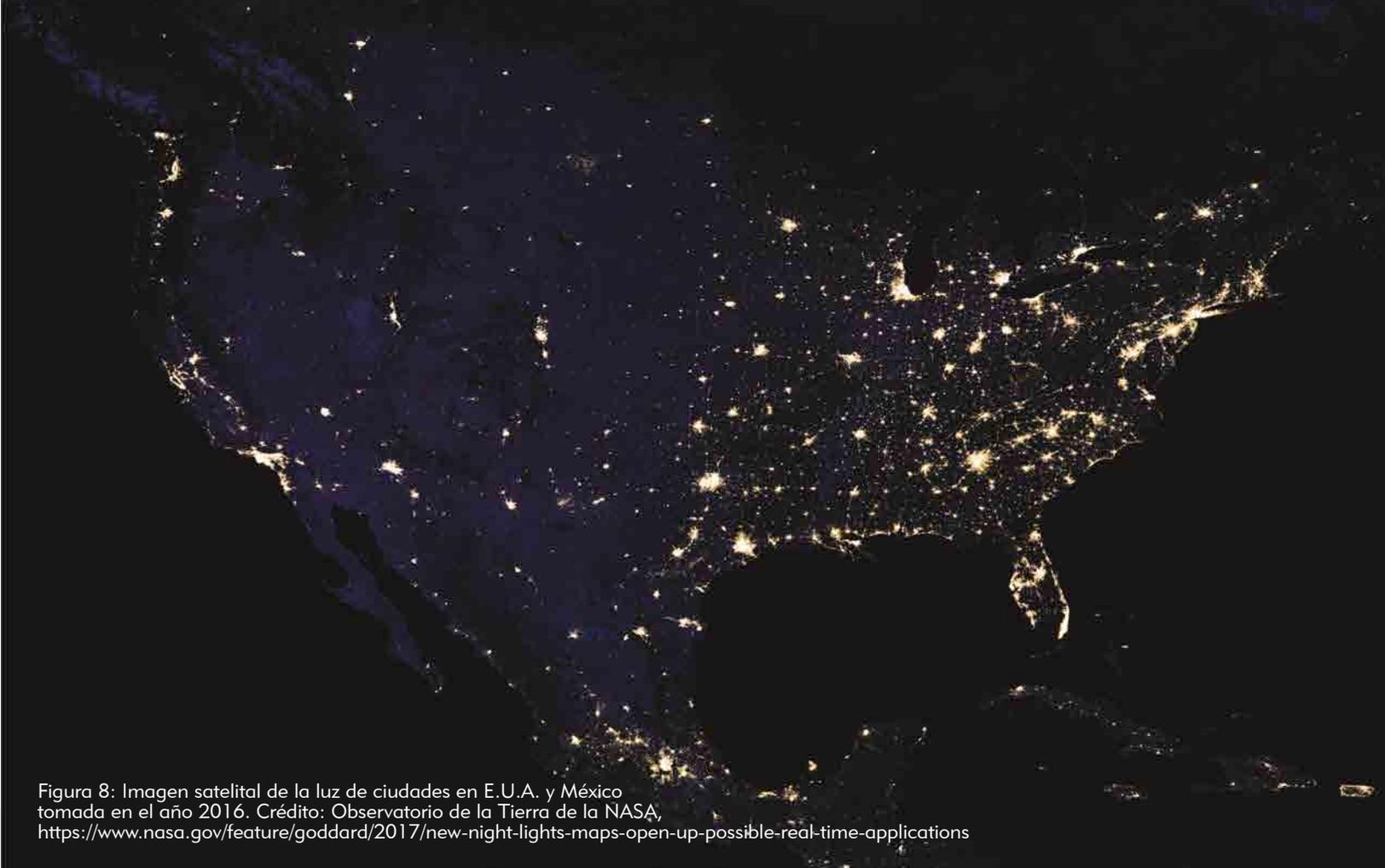


Figura 8: Imagen satelital de la luz de ciudades en E.U.A. y México tomada en el año 2016. Crédito: Observatorio de la Tierra de la NASA, <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2017/new-night-lights-maps-open-up-possible-real-time-applications>

SECTOR AGROPECUARIO

Cuanto más se desarrolla un país, más habitantes comen carne. ¿Cómo satisfacer una demanda creciente en el mundo sin recurrir a criaderos de ganado estilo campos de concentración? La industria ganadera contribuye a la producción de metano, un gas invernadero menos abundante que el dióxido de carbono pero con un potencial de calentamiento superior. El metano es producido en el sistema digestivo de los rumiantes y posteriormente expulsado hacia el medio ambiente por medio de eructos y flatulencias. Son millones de vacas distribuidas por todo el planeta para satisfacer la demanda de carne y lácteos de la humanidad (ver Figura 9). La contribución ganadera de gases invernadero es importante tanto por la cantidad emitida de metano como por el potencial que tiene este gas para contribuir al calentamiento global.

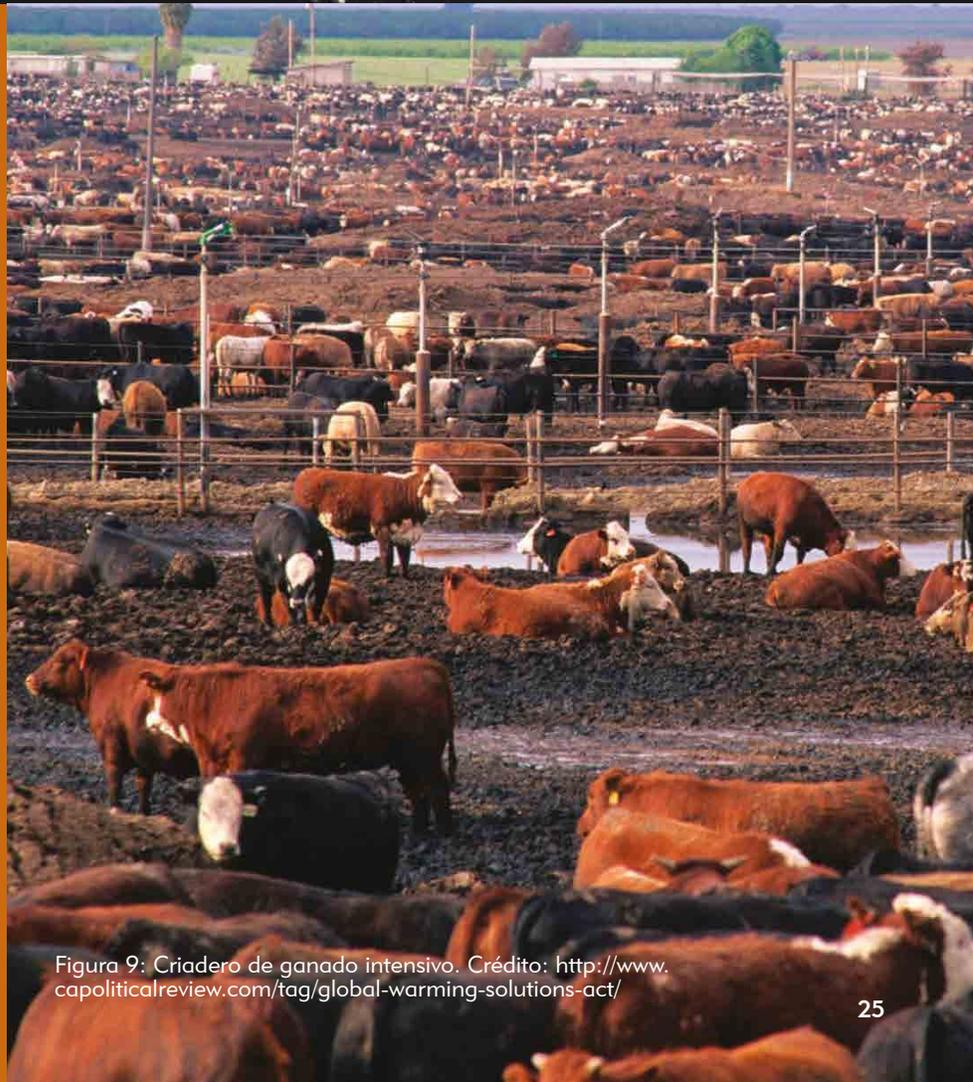


Figura 9: Criadero de ganado intensivo. Crédito: <http://www.capoliticalreview.com/tag/global-warming-solutions-act/>



El calentamiento global es un hecho científico que de seguir la tendencia de aumento en la temperatura del planeta a largo plazo (ver Figura 6), provocará un reajuste en las condiciones climáticas de la Tierra, es decir, un cambio climático.

¿Qué pasará si no hacemos nada ahora para frenar el calentamiento global?

El hielo de los glaciares se está derritiendo (ver Figura 10), el nivel de los océanos aumentará significativamente lo que provocará la llegada inminente de fuertes inundaciones. El gran malentendido sobre el cambio climático es que todo se calienta más pero no necesariamente es así. El calentamiento global puede causar cambios extremos en el clima, en un hemisferio del planeta se están experimentando los veranos con mayor temperatura de la historia mientras que en otros se vive el invierno más frío. Habrá heladas y nevadas fuera de temporada así como sequías en plena temporada de lluvias.



Figura 10: Derretimiento del glaciar Muir en Alaska. En la izquierda se puede ver el hielo (Agosto de 1941) mientras que en la derecha (Agosto de 2004) gran parte de él se ha derretido. Crédito: https://climate.nasa.gov/climate_resources/4/

NO HAY TIEMPO QUE PERDER

Entonces ¿qué podemos hacer? Informarnos e involucrarnos ahora, el calentamiento global es una urgencia climática y nos incumbe a todos. Necesitamos despertar las conciencias y apostarle a las energías renovables (ver Figura 11). Algunos países como Nueva Zelanda, Islandia y Suecia han decidido hacer del desarrollo de energías renovables, una prioridad. México ¿qué está esperando?

El actor Leonardo DiCaprio, protagonista de la famosa película "Titanic", fue nombrado en el año 2014 Mensajero de Paz por la ONU por su especial compromiso con el cambio climático. DiCaprio, termina su documental sobre el cambio climático, llamado "Antes Que Sea Tarde" — disponible en YouTube — de la siguiente manera. Cita textual:

"El mundo ahora está observando, ustedes serán elogiados por las generaciones futuras o denigrados por ellos. Ustedes son la mejor esperanza de la Tierra, les pedimos protegerla o nosotros y todas las cosas vivientes que apreciamos, serán historia".



Figura 11: Reserva de la Biósfera de la Mariposa Monarca ubicada sobre la Sierra Chincua en el pueblo mágico Mineral de Angangueo del estado de Michoacán. Sobre los techos se pueden notar los paneles solares que aprovechan la radiación del Sol para convertirla en energía eléctrica. Crédito: <https://www.facebook.com/conociendopueblosmagicos/>

BIBLIOGRAFÍA

- Abbot, C. G. (1909). V. Note on the theory of the greenhouse, *Philosophical Magazine and Journal of Science*, 18:103, 32-35, DOI: 10.1080/14786440708636670
- Arrhenius, S. (1896). XXXI. On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground, *Philosophical Magazine and Journal of Science*, 41:251, 237-276, DOI: 10.1080/14786449608620846
- Eckholm, N. (1901), On The Variations Of The Climate of The Geological And Historical Past And Their Causes, *Q.J.R. Meteorol. Soc.*, 27: 1–62. DOI: 10.1002/qj.49702711702
- Oreskes, N. (2004). The Scientific Consensus on Climate Change, *Science*, Vol. 306 no. 5702 p. 1686, DOI: 10.1126/science.1103618
- Pratt, V.R. (2009). Wood's 1909 greenhouse experiment, performed more carefully, <http://clim.stanford.edu/WoodExpt/>
- Global Climate Change Impacts in the United States, Thomas R. Karl, Jerry M. Melillo, and Thomas C. Peterson, (eds.). Cambridge University Press, 2009.
- Wood, R.W. (1909). XXIV. Note on the theory of the greenhouse, *Philosophical Magazine and Journal of Science*, 17:98, 319-320, DOI: 10.1080/14786440208636602
- Vasquez, N. (2009). Temática: Efecto invernadero, Calentamiento global y Cambio climático, <http://www.cambioclimatico.org/>

AGRADECIMIENTOS

A Antonio Hernández Gómez por apoyarme y motivarme a desarrollar mi pasión.

SOBRE LA AUTORA

Carolina B. Rodríguez Garza es Licenciada en Física por la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Autónoma de Nuevo León y Maestra en Ciencias por el Instituto de Radioastronomía y Astrofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México campus Morelia. Actualmente está por obtener el grado de Doctora en Astrofísica en el mismo instituto de la UNAM. Su línea de investigación se enfoca en la emisión másica de estrellas masivas en sus etapas tempranas de formación a partir del uso de técnicas de radio-interferometría. Además de su trabajo de investigación, es una activa participante de la divulgación científica tanto en el estado de Michoacán como de Nuevo León.



SITUACIÓN ACTUAL

Forestal

UN RETO DE DESARROLLO HUMANO*

Marcial Reyes Cázarez

M. en C. Marcial Reyes Cázarez
Encargado de la División de Ingeniería Ambiental
Instituto Tecnológico Superior de Pátzcuaro

mreyes@itspa.edu.mx



A nivel mundial se tiene como principal objetivo la conservación y preservación de los recursos naturales y los bosques conforman en gran medida la diversidad de vegetación existente en el mundo, por esto el cuidado de estos es de vital importancia en el desarrollo del ser humano.

En el contexto internacional, los recursos naturales se caracterizan como elementos que determinan el clima; asimismo, dentro de las tradiciones y culturas de algunos países en el mundo, también son seres mitológicos o divinidades de tipo religioso. La disponibilidad de recursos naturales conlleva al desarrollo de países ubicados en regiones provistas de servicios que estos recursos generan y que se encuentran asociados a la supervivencia de los seres vivos.

Bajo este panorama evolutivo, podemos entender que los bosques y los árboles forman parte de los recursos naturales, los cuales en la actualidad, cumplen con las mismas funciones desde hace millones de años y contribuyen de forma directa e indirecta a la seguridad alimentaria, generación de empleos acorde a la economía de cada país, la generación de energía y la mitigación de impactos contaminantes adversos, entre los que destacan la asociación de la generación de oxígeno, disminuyendo las concentraciones de dióxido de carbono y la importancia en el ciclo del agua.¹

De aquí la importancia del análisis de la situación actual de los bosques en el mundo, ya que en la última década la variación en el clima, el comportamiento socio-económico y la disposición de los productos y subproductos derivados de los bosques, han evolucionado, en cuanto a la superficie de terreno cubierto por vegetación forestal.

En algunos países que conforman la zona de Norte y Centroamérica, ha disminuido la superficie cubierta por vegetación forestal, es decir especies de árboles, arbustos y hierbas que en su conjunto la componen, derivado principalmente del cambio de vegetación de estos terrenos, a lo que normalmente se conoce como cambio de uso de suelo. Esto, a consecuencia de la producción agrícola de alimentos, no solo para los seres humanos sino en general para los seres vivos, estos productos al tener un valor económico elevado son atractivos para quien los produce, pero genera en la mayoría de las ocasiones daños irreversibles en los bosques.²

En este panorama, México es uno de los países que en la última década ha perdido grandes superficies de terrenos forestales, lo que también debemos asociar con la pérdida de fauna y fenómenos relacionados con las variaciones climáticas en la mayoría del territorio nacional. Asimismo, existe una disminución de agua disponible para los seres vivos y la disminución en la captación y reserva del vital líquido, a pesar de las políticas en materia ambiental y forestal que se implementan.³

El estado de Michoacán es uno de los líderes en producción agrícola. Sin embargo, buena parte de la tierra en donde se establecen este tipo de cultivos, fueron zonas boscosas⁴ y más que el beneficio de desarrollo agrícola sustentable de alto impacto en la economía, genera un sinnúmero de daños ambientales que son un gran reto para la sociedad, el gobierno y el sector académico ya que deben preservar principios armónicos entre el crecimiento poblacional y el entorno del bosque, siguiendo los principios de la Educación Para el Desarrollo Sustentable.

El bosque es considerado un espacio de terreno cubierto abundantemente por árboles, arbustos y hierbas. Existen diversas clasificaciones de bosques que se determinan por la caracterización particular que genera el conjunto de vegetación en un espacio determinado. Dentro de los fenómenos que llegan a determinar un tipo de bosque están la distribución geográfica de las especies, la temperatura en la que se generan las condiciones más adecuadas para el establecimiento, crecimiento y reproducción de la vegetación, así como la humedad en el ambiente y la exposición a la radiación solar.

¹ Matices de Verde: Los Bosques del Mundo consultado en <http://www.jmarcano.com/bosques/index.html#indice>.

² El Estado de los Bosques del mundo 2016, Resumen, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

³ Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2015, Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

⁴ El Economista, Los Retos de la Industria Aguacatera, El Aguacate está Agotando Los Bosques en Michoacán, publicación electrónica del 10 de Agosto de 2016, 7:08hrs <https://www.economista.com.mx/empresas/El-aguacate-esta-agotando-los-bosques-de-Michoacan-20160810-0105.html>.

De acuerdo con los registros prehistóricos de la aparición del hombre en la fase preagrícola, los humanos eran cazadores - recolectores y el medio de subsistencia era mediante el desarrollo de habilidades, estrategias y la generación de nuevos conocimientos, en armonía con el entorno natural, aprovechando los recursos y la fauna de forma racional, solo para satisfacer sus necesidades básicas.

A través de los años, la evolución de los seres vivos es cambiante ya que ha incrementado desproporcionadamente la población de los humanos, generando un descontrol del aprovechamiento de los recursos, limitando el desarrollo de los bosques como zonas evolutivas en la misma proporción que el crecimiento poblacional, lo que ha provocado conflictos de tipo ambiental, social y económico, ya que no se respeta la premisa de la producción y aprovechamiento de los recursos de forma racional. Esta dinámica en los últimos años pone en riesgo la subsistencia de especies vegetales, animales y de los mismos seres humanos.

Debemos considerar entonces que los bosques y las personas están interconectados desde tiempos inmemorables, en una cadena de existencia que debe ser cada vez más estrecha y respetada, en donde todos los seres vivos dependemos de los bosques, debido a que protegen el agua y gestionan los climas. Derivado de la importancia de los bosques que anteriormente analizamos, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), realiza una evaluación de los recursos forestales mundiales desde 1948, a causa de la degradación de los ecosistemas que ya se presentaba.

El resultado de 2015 de la evaluación de los recursos forestales mundiales, revela datos alarmantes en cuanto a la pérdida de terrenos forestales a ritmos acelerados de forma global y que en países como Togo que en un periodo de 25 años, contemplado desde 1990 hasta el año 2015 presenta una pérdida de superficie forestal del 72.5%, Nigeria a su vez en el mismo lapso y periodo de tiempo se calcula una pérdida de 59.5% de superficie forestal y se calcula que la pérdida de superficie forestal de Uganda es del 56.3%.





Ante dicha preocupación también se observa en esta evaluación que hay países que en el mismo periodo considerado de 1990 a 2015 se mantuvieron con las mismas superficies boscosas y otros países que lejos de perder superficie forestal la incrementaron, tal es el caso de Uruguay que incrementó en esos mismos 25 años su superficie forestal en un 231%, es decir más del doble de superficie forestal con la que contaba en la década de los 90, mientras que en la Región Polinesia Francesa incrementó 281% la superficie forestal, siendo Islandia el país que hasta el año de 2016 logró incrementar el 306% de la superficie forestal.

Tabla 1. Datos de la tendencia de cambio de superficie forestal

CÁREA DE BOSQUE (1000 HA)					
PAÍS/REGIÓN	1990	2000	2005	2010	2015
Islandia	16	29	37	43	49
Polinesia Francesa	55	105	130	155	155
Uruguay	798	1370	1522	1731	1845
Uganda	4751	3869	3429	2753	2077
Nigeria	17234	13137	11089	9041	6993
Togo	685	486	386	287	188

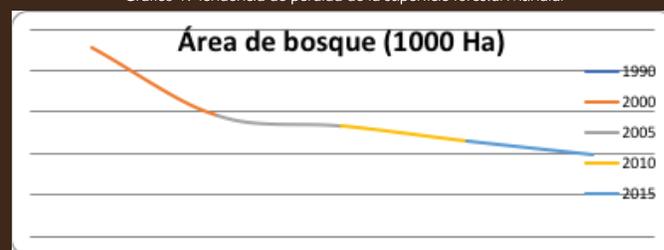
Fuente: El Estado de los Bosques del Mundo FAO 2016.

Es importante conocer que algunos países antes mencionados lograron incrementar la superficie forestal, pero en un análisis general de la evaluación de los recursos forestales publicada por la FAO en el año 2015, la tendencia es alarmante en cuanto a la pérdida de superficie forestal y al contrastar la información de los países con mayor pérdida de zonas boscosas, con los Índices de Desarrollo Humano elaborados y publicados por el Programa de Naciones Unidas Para

el Desarrollo, el cual considera tres dimensiones básicas del desarrollo humano: disfrutar de una vida larga y saludable (salud), acceso a la educación (educación) y nivel de vida digno (ingresos), encontramos que aquellos países que tienden a tener las cifras más elevadas de la pérdida de superficie forestal, se encuentran en niveles críticos de desarrollo.

Podemos entonces analizar el caso de Uganda que tuvo una pérdida del 56.3% de superficie forestal y se encuentra en el lugar 164 de 186 en el Índice de Desarrollo Humano, mientras que Nigeria se encuentra en el 153 y Togo en el 164. Aquellos países que lograron incrementar la superficie forestal, en el caso de Uruguay se encuentran en el lugar 51 de 186 e Islandia en el 15. La importancia de los bosques y los recursos naturales no forma parte de los criterios principales para determinar el Índice de Desarrollo Humano. Al analizar el caso de México, se encuentra ubicado en el lugar 70 de 186, y encontramos que en el periodo de 1990 a 2015, se ha registrado una disminución del 9.5% del total de la superficie forestal es decir 66,272 Km², lo que equivale a la extensión territorial del estado de Michoacán y parte del estado de Colima.

Gráfico 1. Tendencia de pérdida de la superficie forestal Mundial



Fuente: El Estado de los Bosques del Mundo FAO 2016.



Tabla 1. Datos de la tendencia de cambio de superficie forestal

ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO PNUD	
PAÍS/REGIÓN	
Islandia	15/186
Polinesia Francesa	
Uruguay	51/186
México	70/186
Uganda	164/186
Nigeria	153/186
Togo	165/186

Fuente: El Estado de los Bosques del Mundo FAO 2016.

Al perder esta gran extensión de superficie forestal en México, es importante analizar la incidencia en cuanto a las hectáreas consumidas por incendios forestales en la última década, de igual forma la evaluación en materia de reforestaciones y la producción maderable que se tiene, todos estos elementos nos permiten realizar una evaluación profunda de que en el país se esté aprovechando más de lo que necesitamos para satisfacer nuestras necesidades básicas y no tengamos un uso racional de nuestros recursos forestales.

El Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo (PNUD), determina a México en el lugar 70 de 186 países y como mencionábamos anteriormente, este Índice se determina acorde a la posibilidad de garantizar una vida libre y saludable, en donde este principio no solo debería ser evaluado para este índice, también es un derecho constitucional contemplado en el artículo

segundo apartado B fracción III, mientras que el acceso a la educación de igual forma se encuentra estipulado en el mismo artículo, mismo apartado pero de la fracción II, y el garantizar un nivel de vida digno en el que todas las personas puedan realizar una actividad para adquirir ingresos se estipula en el artículo quinto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

El considerar los derechos constitucionales permite analizar de forma clara la problemática en diversos rubros que aquejan a la ciudadanía, porque pareciera que no existe una buena relación entre el gobierno y la sociedad porque todos tenemos derechos, pero a su vez también tenemos responsabilidades y existen incumplimientos por ambas partes, que impactan de forma directa en el desarrollo armónico de la nación y limitan el crecimiento participativo, con el que se pueden generar más oportunidades y mejores condiciones de vida.



Los bosques, como lo venimos tratando desde un inicio, son un elemento de supervivencia de los humanos y tal como lo observamos en los países que han devastado su superficie forestal su índice de desarrollo es limitado, siendo entonces también el bosque una variante que permite tener una vida larga y saludable, el derecho a la educación mediante conocimientos ancestrales y recursos económicos, pero estamos seguros que la educación más efectiva para la conservación de la superficie forestal es la Educación Para el Desarrollo Sustentable y debemos de contemplar que para poder generar la Educación Ambiental primero tenemos que auto educarnos para transformar el ambiente.

El tema del agua en México es un tema de seguridad nacional y tenemos que visualizar que ya existen conflictos en diferentes zonas geográficas por la escasez o mala calidad de este recurso. Asimismo, la Organización Mundial de la Salud determina que la falta de agua y/o el consumo de agua contaminada van en constante incremento lo que provoca la transmisión de enfermedades como el cólera, otras diarreas, hepatitis A, disentería, fiebre tifoidea y la poliomielitis y una vez más coincide que quienes tienen limitaciones para acceder al agua potable o apta para consumo humano son aquellos que se encuentran con menores posibilidades económicas.

La contaminación atmosférica ha provocado en la población mexicana que el 15% padezca problemas de tipo respiratorio, lo que a corto plazo comenzará a generar problemas en las grandes ciudades, es importante mencionar también que otro de los factores asociados a este tipo de problemas son las condiciones de vida de las familias y una vez más aquellas personas con menores ingresos y que viven en situación de pobreza extrema son las más perjudicadas.



Entonces un medio de gestión para lograr un equilibrio en cuanto a recursos, alimentación, salud, educación y disponibilidad de un ambiente en armonía para el desarrollo de nuestras actividades cotidianas, es el bosque y la superficie en la que se distribuye, lo que genera un gran reto para lograr una verdadera transformación, en cuanto al nivel de desarrollo que merecen todas las personas y puede ser posible solo con el trabajo colaborativo del gobierno y sociedad, asumiendo la responsabilidad de ejercer nuestros derechos y cumplir con nuestras obligaciones y siendo responsables con nuestros hábitos de consumo.

También las tendencias de producción deben ser más equilibradas con el entorno ya que actualmente en el estado de Michoacán existe un gran crecimiento de las zonas de producción agrícola, lo que origina el cambio de vocación de la superficie forestal para implementar cultivos agrícolas, siendo este estado líder en el país con una producción de 120 diferentes cultivos agrícolas, de los cuales 20 ocupan el primer lugar de producción en el país, pero para lograr estos niveles de producción se tiene que disminuir la superficie forestal, lo que genera controversia y descontento ya que los recursos económicos provenientes de la producción agrícola en el estado no representan un beneficio que se vea reflejado de forma directa en la economía familiar.

El análisis que realiza la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), hasta el año de 2016 señala que la tendencia para México y específicamente por el crecimiento de los cultivos agrícolas tienden a un decrecimiento de la zona forestal, es decir que se agudizará la pérdida de superficie forestal de forma más acelerada, entonces entenderemos que a mayor pérdida de superficie forestal y de recursos naturales, se incrementarán los niveles de pobreza⁵ y se verá afectado el nivel de desarrollo humano en el Estado de Michoacán.

⁵ Entendiendo la Pobreza, temas, bosques, panorama general, contexto, Banco Mundial <http://www.bancomundial.org>

Tabla 1. Datos de la tendencia de producción maderable forestal en Michoacán

PRODUCCIÓN FORESTAL MICHOACÁN

AÑO	M ³ DE MADERA
2000	1,394,762
2001	1,351,114
2002	821,627
2003	826,975
2004	633,759
2005	457,983,420
2006	381,751,940
2007	630,261,690
2008	750,572,070
2009	529,371,770
2010	533,532,308
2011	567,030,256
2012	593,893,570
2013	560,721,453
2014	529,694,342
2015	532,804,454

Fuente: Anuario estadístico de la producción forestal CONAFOR 2010 - 2016.

La tendencia al aprovechamiento desmedido de nuestros recursos, nos llevará entonces a situaciones de pobreza extrema, violencia en todos sus aspectos, inconformidad y manifestación social cada vez más radicales, nuevas políticas públicas que lejos de beneficiarnos, nos limitarán más de recursos, despojo de la propiedad de las comunidades indígenas y ejidos, inestabilidad en la seguridad alimentaria, riesgos a la salud de la población, decremento en la biodiversidad actual, más especies extintas y otras que se enlistarán en peligro de extinción y amenazadas, nulo acceso a la disponibilidad del agua, falta de fuentes de empleo y empleos que sean remunerados acorde a la inflación del país y limitaciones para acceder a la educación, directas como la falta de infraestructura y maestros, e indirectas como la falta de recursos familiares para que los estudiantes asistan a las instituciones educativas.

Pareciera ser un panorama que ya existe, pero que puede agudizarse y sería muy devastador para el desarrollo de la población en nuestro estado principalmente para las nuevas generaciones y en el país, porque la tendencia es la misma a nivel nacional, es importante reflexionar y hacer conciencia de la realidad que tenemos de nuestros bosques y de la dinámica social, política y cultural que impera hoy en día, para tomar decisiones asertivas que contribuyan a una mejor relación entre el sector gubernamental y la sociedad, haciendo conciencia y no obligando sino buscar los canales adecuados para incorporar a la iniciativa privada para que se integre a un sistema sustentable de producción, en donde se incorpore la ciencia y la tecnología en una relación estrecha entre los sectores productivos y la academia.

La fuerza de trabajo de los jóvenes en edades productivas está mermada por cuestiones como una nueva cultura en el entorno familiar, en donde los padres no quieren que los hijos trabajen en el campo por que es mucho trabajo, pero estamos perdiendo nuestra riqueza natural y se necesita la fuerza de los jóvenes, que sean preparados en las escuelas y contribuyan a la recuperación de aquellos terrenos que se encuentran sin producir en zonas forestales, que incrementen la riqueza de nuestros bosques, ya que esto incrementaría la disposición de agua para consumo humano y productivo, mejoraría la calidad del aire y se encontrarían miles de fuentes de trabajo, por los recursos que cada año se invierten en los programas de atención a las zonas forestales.

Los bosques a través de los años han sido también parte del ingreso económico de la nación, los productos que aquí se generan entonces también son de importancia económica, pero la retribución es muy baja, entonces si confluye la fuerza de trabajo con preparación académica, ciencia, innovación y tecnología y los recursos necesarios, tendríamos una proyección productiva que beneficiaría no solo a algunos, sino a toda la población en general por que se tendría un incremento considerable en los recursos que ofrecen los bosques y con estas medidas cuidaríamos más lo que nosotros tenemos porque el trabajo hace valorar lo que tienes, se reducirían los cambios de uso de suelos forestales, incrementarían los ingresos de las personas de forma directa e indirecta.

Muchas son las notas y propuestas que se han realizado en materia forestal, asimismo existen publicaciones científicas en donde se expresan ideas, propuestas y soluciones en materia de Desarrollo Forestal Sustentable, también hay asociaciones civiles, activistas y grupos ecologistas que se incorporan a las acciones y propuestas para el cuidado del medio ambiente, pero no existe una directriz de trabajo que encause todos estos esfuerzos y pareciera que las dependencias gubernamentales que operan estos proyectos están limitadas únicamente a los recursos económicos para un desempeño eficiente de sus funciones.

El trabajo del cuidado de los recursos naturales y específicamente el de los bosques por ser renovable, es una tarea que requiere más voluntad que recursos económicos, en la que la participación ciudadana en las reforestaciones sociales es muy abundante, pero desgraciadamente el único día que se participa en estas acciones es el día que van y plantan el árbol, pero jamás vamos a ver qué requiere para que crezca y llegue a su etapa reproductiva ese mismo árbol que plantamos, la tarea es un reto de actitud de que todos como ciudadanos participemos en la construcción de un nuevo modelo de desarrollo a partir del cuidado de nuestros recursos.



**“Si supiera que el mundo se acaba mañana,
yo, hoy todavía, plantaría un árbol”**

Martin Luther King

REFERENCIAS

Bartram J, Corrales L, Davison A, Deere D, Drury D, Gordon B, Howard G, Rinehold A, Stevens M. Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua: metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, 2009. ISBN 978 92 4 356263 6

Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos, DOF 15 de septiembre de 2017, artículos segundo y quinto páginas, 4 y 9 de 296.

Comisión Nacional Forestal, Reporte Semanal de Incendios Forestales del periodo comprendido del año 2010 al 2016, Conservación General de Conservación y Restauración, Gerencia del Manejo del Fuego.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2016, Primera Edición, Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, Coyoacán, Ciudad de México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2015, Primera Edición, Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, Coyoacán, Ciudad de México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2014, Primera Edición, Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, Coyoacán, México D.F.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2013, Primera Edición, Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, Coyoacán, México D.F.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2012, Primera Edición, Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, Coyoacán, México D.F.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2011, Primera Edición, Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, Coyoacán, México D.F.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2010, Primera Edición, Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, Coyoacán, México D.F.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), El Estado de los Bosques del Mundo, Resumen 2016, Booclet 35pp. 15850ES/2/01.17.

Organización Mundial de la Salud, Actas Oficiales N°95, 12 Asamblea Mundial de la Salud, Ginebra Suiza, 12 al 29 de mayo de 1959, 612pp.

Programa de Naciones Unidas Para el Desarrollo, Panorama General, Informe para Desarrollo Humano 2016, desarrollo Humano Para Todos, 1 UN Plaza, Nueva York, NY 10017, Estados Unidos, 40pp.



Valentin Mar Silva^{1*} e Yvonne Herrerías Diego¹

^{*}Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas,
Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, C.P. 58030
Morelia, Michoacán, México

¹Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, C.P. 58030
Morelia, Michoacán, México

^{*}Correo electrónico: maresilva@live.com.

Teléfono: 4431830454



BIOCONTAMINACIÓN

¿Acuática?

Una problemática sobre peces dulceacuícolas
introducidos en el centro-occidente de México.

Valentín Mar Silva e Yvonne Herreras Diego

Cuando pensamos en contaminación del agua rápidamente nos viene a la mente basura flotando en un río o lago, la presencia de desechos domésticos e industriales o incluso tal vez agua turbia y con mal olor, todo esto como consecuencia no deseada de las actividades humanas. Sin embargo, ¿sabías que la introducción de peces fuera de su distribución natural también es considerada una forma de contaminación? Esta se conoce como "Contaminación Biológica" o "Biocontaminación". Si definimos a la contaminación como un proceso de perturbación humana de introducción de agentes externos a un medio acuático que modifica o destruye su calidad original, también incluiría a las especies vivas movilizadas intencional o accidentalmente por acción humana. Este proceso puede tener consecuencias negativas sobre la biodiversidad y de manera final afectar los servicios (ciclos del agua, capacidad de auto limpieza, recursos alimenticios etc.) que proporcionan los sistemas naturales.

El término de Biocontaminación aplica para cualquier organismo terrestre o acuático, pero en los peces adquiere mucha importancia debido a que son organismos cuya movilidad natural está limitada, su desplazamiento forzosamente necesita el agua, debido a que los peces normalmente no pueden caminar por tierra o volar, por lo que su presencia en otros lugares es debida directa o indirectamente, a la acción humana. Por una parte, los peces son el grupo de vertebrados que presenta el mayor número de introducciones en todo el mundo con aproximadamente 650 especies. Por otro lado, es un grupo altamente amenazado que cuenta a nivel global con cerca de 1200 especies en alguna categoría de riesgo de extinción.

La ruta más frecuente de introducción de especies de peces exóticos es a través de las actividades de acuicultura y pesquerías, seguida de liberaciones accidentales relacionadas con el acuarismo. De esta forma las especies de peces más introducidas en cuerpos de agua dulce a nivel mundial son las carpas (*Cyprinus carpio*) y el grupo de las tilapias (género *Oreochromis* y *Tilapia*). Seguidas por una familia de peces que comúnmente son utilizados como mascotas en la acuariofilia y como control natural de mosquitos, los Poeciliidae, que incluye a los guppys y peces espada que son populares peces de acuario.





Los efectos de la introducción de peces dulceacuícolas son variables y dependen de las características de las especies introducidas y del lugar al que llegan. Se ha comprobado que en algunos casos pueden depredar (especies de peces carnívoros) directamente sobre especies nativas, competir por el alimento o espacio, esparcir nuevas enfermedades o parásitos, e incluso hibridar con especies nativas emparentadas. Aunado a esto, algunas exitosas especies introducidas pueden modificar los cuerpos de agua resuspendiendo el fondo como las carpas, modificando la vegetación acuática (especies herbívoras) o alterando el hábitat al construir nidos para la reproducción (ej. pez diablo, especies de peces de la familia Loricariidae). Estos impactos afectan negativamente las poblaciones que habitaban de manera natural los cuerpos de agua y en algunos sistemas han llevado la extinción de especies. Por lo tanto, también pueden ocasionar pérdidas económicas al reducir las reservas pesqueras o interferir de alguna forma con la captura de peces para consumo humano (como el pez diablo que puede enredarse en la malla de las redes y así dañar el arte de pesca). Por estos impactos potenciales, la introducción de especies es una práctica que debe ser evitada, pues la remediación una vez establecida una población de peces introducidos puede representar altos costos.

LA BIOCONTAMINACIÓN ACUÁTICA EN EL CENTRO-OCCIDENTE DE MÉXICO

México es un país con una gran diversidad de formas biológicas y se tiene registro de por lo menos 500 especies dulceacuícolas de peces, de las cuales aproximadamente el 57% son nativas. En el centro del país se alberga una importante diversidad de peces debida a una convulsa histórica tectónica y volcánica que ha provocado que los cuerpos de agua se aislen y se conecten generando una gran diversidad de especies de peces asociadas con estos procesos. De esta forma se presenta una multitud de cuerpos de agua dulce, desde grandes ríos (ej. el río Ameca en Jalisco o el Balsas en Michoacán y Guerrero), pequeños y medianos manantiales en las partes altas de las cuencas, y también se presentan los dos lagos más grandes de México (el lago de Chapala localizado principalmente en Jalisco y el lago de Cuitzeo que mayormente está en Michoacán).



Asimismo, la región posee una seria problemática ligada a la gran población humana que la habita y al uso de los recursos acuáticos para satisfacer las necesidades de ésta. Es recurrente el deterioro de los cuerpos de agua por la acción humana que va desde modificaciones leves (cambio del uso de suelo, construcciones recreativas como senderos etc.) hasta destrucción parcial o total del sistema natural (represamiento, canalización de ríos, desecamiento de humedales). Lo cual en conjunto con factores como la sobrepesca y la biocontaminación ponen en riesgo la sobrevivencia de las especies nativas de peces, las cuales han visto reducidas sus poblaciones en las últimas décadas.

Un caso de estudio de biocontaminación en el centro-occidente de México lo encontramos en el Río Teuchitlán en Jalisco. Este río se localiza aproximadamente a 60 km de la ciudad de Guadalajara, en la parte alta de la cuenca del Río Ameca. El Río Teuchitlán, cuya longitud es de cerca de 1.5 km, históricamente era

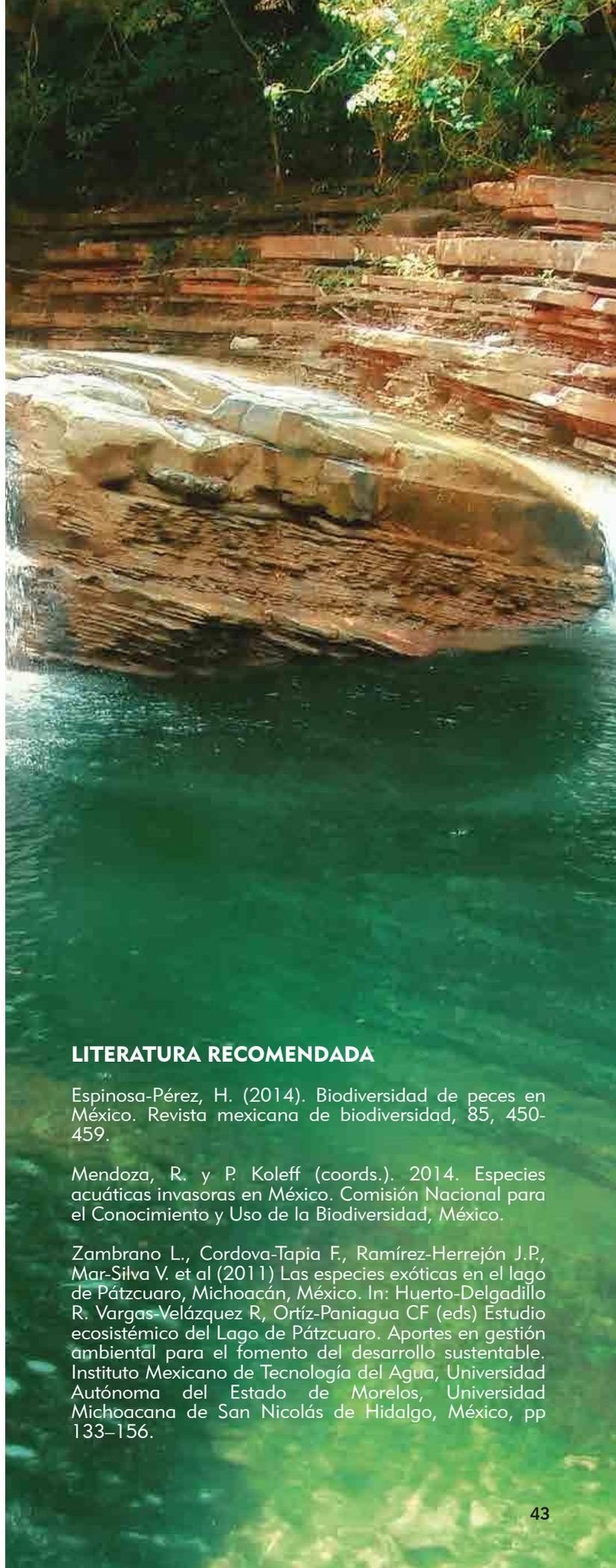
un sitio con una alta biodiversidad de peces. En sus aguas se presentaban cerca de 15 especies nativas, de las cuales por lo menos cuatro eran endémicas de este pequeño río. Sin embargo, desde hace décadas se han suscitado introducciones de especies exóticas, algunas de las cuales como la mojarra de orejas azules (*Lepomis macrochirus*), o la carpa (*Cyprinus carpio*) no han prosperado y ya no se encuentran en el sitio. Sin embargo, las especies introducidas de la familia poeciliidae han establecido exitosamente poblaciones y presentan una alta densidad (individuos/m²) y biomasa (gramos/m²) en el río. Actualmente la comunidad de peces se encuentra conformada en más de un 50% por especies introducidas y por tanto la relación de la cantidad de individuos de peces nativos ha sido modificada. Esto ha afectado al componente vivo del sistema natural del río (que se conoce como la estructura biológica del ecosistema) y cuyos alcances en los procesos que brinda a la salud humana se encuentran aún en evaluación.

PROBLEMAS Y SOLUCIONES DE LA BIOCONTAMINACIÓN ACUÁTICA

A pesar de que se señala que la introducción de especies es una de las principales causas del declive de las poblaciones nativas de peces, a través de los procesos de depredación y competencia, lo cierto es que existe poca evidencia científica que ratifique dicha aseveración en México. En diversos estudios de especies introducidas en lagos y río del centro del país (por ejemplo, en el lago de Pátzcuaro, Michoacán y en el río Teuchitlán, Jalisco) se ha encontrado poca evidencia que respalde que la interacción negativa entre las especies conlleve a la reducción de los peces nativos. Se ha observado que las condiciones de perturbación humana (destrucción de la orilla, cambio del uso de suelo cercano, dragado del fondo, presencia de drenajes etc.) podrían favorecer una mayor cantidad de peces introducidos y perjudicar a especies nativas. Esto se debe a que se generan condiciones que las especies nativas de peces no pueden tolerar y los peces introducidos soportan por sus características biológicas.

Aunque parecen contradictorios estos resultados comparados con los impactos negativos de las especies introducidas observados en otras partes del mundo, realmente lo que indica son dos cosas: a) Existe una grave condición de deterioro ambiental en el país, los sistemas dulceacuícolas se encuentran bajo una gran presión y posiblemente esta sea la principal causa de la pérdida de poblaciones nativas de peces. Y b) refleja lo mucho que aún desconocemos sobre la biocontaminación y los efectos que ocasiona en el centro-occidente de México, por tanto, es urgente que se realicen estudios sobre las consecuencias a nivel de ecosistema que resultan de la introducción de especies. Los resultados servirán para mitigar los efectos de las especies que ya se han establecido.

Para evitar los efectos nocivos potenciales de la biocontaminación es necesario reducir la introducción deliberada de especies de peces. La prevención de nuevas introducciones es un aspecto crítico, más económico que una erradicación. Es imperante tener la conciencia para no liberar peces en ningún cuerpo de agua natural bajo ningún concepto. En el caso del acuarismo es mejor acudir a algún negocio especializado y para la producción optar por acuicultura tecnificada y controlada. Es fundamental que todos tomemos conciencia del gran tesoro natural que tenemos en México y que nos esforcemos por emprender acciones para su cuidado.



LITERATURA RECOMENDADA

Espinosa-Pérez, H. (2014). Biodiversidad de peces en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, 450-459.

Mendoza, R. y P. Koleff (coords.). 2014. *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Zambrano L., Cordova-Tapia F, Ramírez-Herrejón J.P, Mar-Silva V. et al (2011) Las especies exóticas en el lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. In: Huerto-Delgadillo R, Vargas-Velázquez R, Ortiz-Paniagua CF (eds) *Estudio ecosistémico del Lago de Pátzcuaro. Aportes en gestión ambiental para el fomento del desarrollo sustentable*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México, pp 133-156.



Calidad del Agua
EN POZOS DEL MUNICIPIO DE
COPÁNDARO, MICHOACÁN

Mariela Casillas Corona, Isabel Israde Alcantara, María Alcalá De Jesús, Virgilio Ledesma Yturry.



María Casillas Corona, Isabel Israde Alcaritara², María Alcalá De Jesús³, Virgilio Ledesma Yturry⁴
¹Instituto de Ciencias de la Tierra, ³Facultad de Biología, ⁴Facultad de Ingeniería Química, UMSNH.
¹marielacasillas25_04@gmail.com, ²isaisrade@gmail.com, ³tupuri12@hotmail.com,
⁴vicolitoledesma62fiq@gmail.com.



Un recurso natural de vital importancia en los seres vivos es el agua, su calidad depende de la presencia de sustancias disueltas, fuentes naturales o actividades antropogénicas que pueden ocasionar que estas aguas no sean aceptadas para el consumo humano. En localidades del municipio de Copándaro, Mich., se atribuyen al agua, problemas de salud dermatológicos. El objetivo de este trabajo fue determinar la calidad del agua potable en cinco pozos de este municipio para evaluar su calidad. Se colectó 1.0 L de agua de cada pozo y se registró su temperatura In situ (28.4 °C a 39.0 °C); se determinaron propiedades físicas como la dureza total (61.4 mg L⁻¹ a 481 mg L⁻¹) y, químicas como el pH (6.85 a 7.20), conductividad eléctrica (0.54 Ms cm⁻¹ a 1.79 Ms cm⁻¹), cloruros (70.0 mg L⁻¹ a 238.0 mg L⁻¹), sulfatos (0.0 mg L⁻¹ a 27.74 mg L⁻¹) y Nitratos (0.334mg L⁻¹ a 2.61 mg L⁻¹). La concentración de las propiedades del agua no sobrepasan los límites establecidos por las normas oficiales, pero los cloruros, presentan una alta concentración (238 mg L⁻¹) en un pozo de la cabecera municipal, el cual rebasa los límites máximos permisibles para el uso agrícola. Los cloruros se vuelven tóxicos para la salud humana a medida que el pH disminuye. Por ser desfavorable la calidad de agua de este pozo, se recomienda evitar el consumo como agua potable.

El agua es el recurso de mayor importancia para realizar las actividades del ser humano y para sustentar la vida del entorno natural, es el compuesto principal de la materia viva. Las aguas naturales adquieren su composición química mediante un proceso complejo, en donde intervienen factores de tipo químico-físico, geológico, hidrogeológico, geomorfológico, pedológico, climático y antrópico (Fagundo, 1990).

La contaminación del agua es un problema presente cada vez más a menudo y que en la actualidad provoca daños en el ecosistema y en la salud humana; a las actividades antrópicas se les considera una de las principales fuentes de contaminación. Sin agua de calidad, los humanos no podríamos sobrevivir. Entre las enfermedades relacionadas con el agua contaminada más comunes están los malestares dermatológicos. Además la contaminación ocasiona inestabilidad social, conflictos por su uso y desastres ambientales, por lo que es necesario mantener un monitoreo constante del agua y conocer el uso de tecnologías o factores que afectan su calidad (Jiménez, 2011; ONU/WWAP, 2003).



Figura 1. Localización del área de estudio.

En el municipio de Copándaro, Mich. se registran problemas de salud como infecciones en ojos, respiratorias, gastrointestinales y dermatológicas que tienen mayor presencia en la época de estiaje (calor), los pobladores las atribuyen al agua de los pozos, pues indican que en esa época el agua es desagradable al presentar malos olores, llega sucia y en ocasiones las tuberías se tapan por la cantidad de arena acumulada; motivo por el cual el objetivo de este trabajo fue diagnosticar la calidad del agua de cinco pozos en el municipio de Copándaro, Michoacán.

MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de estudio pertenece al municipio de Copándaro de Galeana en la Cuenca del Lago de Cuitzeo, al norte de la ciudad de Morelia (Fig. 1) a una altitud de 1900 m. El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano Cw1 (w) b (i') g, la temperatura media anual varía de los 7.8 °C a 23.4 °C, la precipitación pluvial anual varía de 800 mm a 1000 mm y los vientos dominantes provienen de noreste a suroeste (Luna, 2014; Vidal, 2010). La geología presenta una serie de lomeríos alargados, limitados por fallas este-oeste correspondientes a bloques de rocas volcánicas muy fracturadas que limitan la porción norte y sur del Lago de Cuitzeo. En la secuencia de rocas volcánicas se observan estructuras de lomeríos bajos y valles formados de andesitas, dacitas y flujos piroclásticos (Garduño-Monroy e Israde-Alcántar, 2010).

Las muestras de agua se tomaron de manera directa de la llave de cinco pozos (P) que abastecen de agua a la población (dos en Santa Rita, dos en Copándaro y 1 en San Agustín del maíz). Los parámetros determinados fueron:

Temperatura, medida In situ con un termómetro de inmersión según la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-007-SCFI-2000 (DOF, 2000); conductividad eléctrica y pH, medidos con potenciómetro portátil HANNA); DBO5 según la Norma Mexicana NMX-AA-028-SCFI-2001(DOF, 2001b); y la dureza total se determinó según la NMX-AA-072-SCFI-2001 (DOF 2001c cloruros, según la NMX-AA-073-SCFI-2001(DOF 2001d); Nitratos la Norma Mexicana NMX-AA-079-SCFI-2001 (DOF, 2001e) y Sulfatos de acuerdo con la NMX-AA-074-1981(DOF 1981).

RESULTADOS

Temperatura. Las temperatura más bajas se registraron en los pozos (P) de Copándaro (25.2 °C) y las más altas en el P1 de Santa Rita y San Agustín del Maíz (29°C), con valores que no rebasaron el límite máximo permisible de 40 °C indicados en la NOM-001-SEMARNAT-1996 (DOF 1996). Esto indica que la temperatura del agua es adecuada para el uso de riego agrícola y uso público urbano, sin embargo, aunque dentro del límite permisible, en el P2 de Santa Rita, el agua alcanzó 39°C, temperatura que se puede asociar a las condiciones geológicas naturales que se manifiestan en las aguas termales de la región del Lago de Cuitzeo. Este parámetro es importante porque algunos de sus usos está definido por él: el agua caliente se utiliza para fines domésticos y recreativos; asimismo, Páez-Sánchez *et al*, (2013) menciona que el aumento de la temperatura disminuye la potabilidad del agua porque gases como el dióxido de carbono y otros volátiles son expulsados.

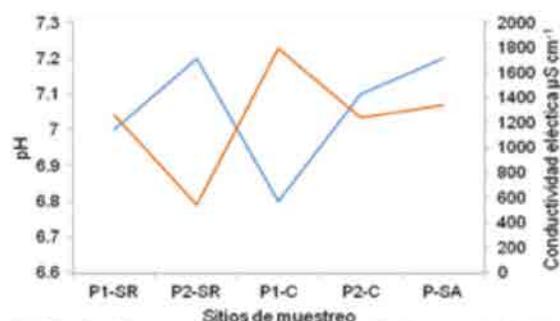
pH. El pH del agua potable es neutro (6.85 a 7.20) (Fig. 2) y se encuentra abajo del límite máximo que es de 8.5 establecido para agua potable en la Norma Oficial (DOF, 2001a). Los valores de pH antes mencionados, de acuerdo con Silveira *et al*. (2003) indican que en el agua existen compuestos precipitados como hidróxidos insolubles, carbonatos y complejos orgánicos.

Conductividad eléctrica (CE). La CE más baja en el agua potable ($540 \mu\text{S cm}^{-1}$) se registró en el P2 Santa Rita, mientras que la más alta corresponde al P1 de Copándaro ($1790 \mu\text{S cm}^{-1}$). Por una parte, Alfaro (2010) señala que el agua con CE superior a $1500 \mu\text{S cm}^{-1}$ debe limitarse en su uso para riego y para usos industriales. Por otra parte, Leonarte (2005) y Pérez (2008), indican que la CE incrementa a mayor temperatura, proceso que no se cumple en este estudio, ya que el P2 Santa Rita fue de 39°C y el de CE, el más bajo ($540 \mu\text{S cm}^{-1}$). En este proceso, la presencia de factores como la carga eléctrica y la movilidad de las sales pueden estar influyendo.

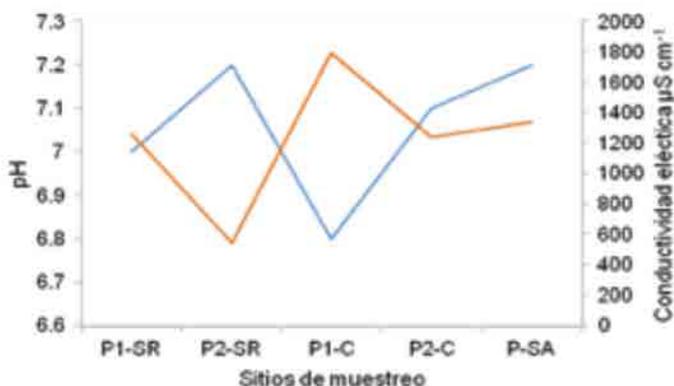
La determinación de la CE es de suma importancia porque da un panorama del grado de mineralización del agua y de la presencia de sólidos disueltos que en exceso indican contaminación y pueden provocar un efecto de laxante (Karunakaran *et al*, 2009). Lo anterior puede atribuirse, en esta zona, a las actividades agrícolas así como a la geología.

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅). La DBO₅ del agua potable varió de 20 mg L^{-1} a 28 mg L^{-1} (Figura 3). Esta es una estimación de la cantidad de oxígeno que necesita una población microbiana para oxidar la materia orgánica de una muestra de agua (DOF, 2001b), por lo que se infiere que todos los pozos de agua presentan contaminación por materia orgánica.

P1-SR y P2-SR: pozos de Santa Rita, P1-C y P2-C: pozos de Copándaro; P-SA: pozo de San Agustín del Maíz



P1-SR y P2-SR: pozos de Santa Rita, P1-C y P2-C: pozos de Copándaro; P-SA: pozo de San Agustín del Maíz



P1-SR y P2-SR: pozos de Santa Rita, P1-C y P2-C: pozos de Copándaro; P-SA: pozo de San Agustín del Maíz

Figura 2. Conductividad eléctrica y pH del agua potable más importante del municipio de Copándaro, Mich.

En cuanto a la normatividad mexicana para la CE, no existe un límite máximo permisible para este parámetro en el agua, por lo que sería de gran trascendencia incluir en la Norma Oficial del agua, valores de referencia.

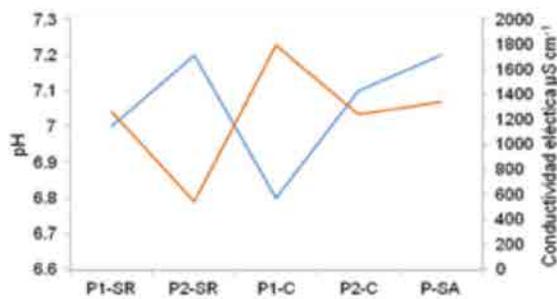
Figura 2. Conductividad eléctrica y pH del agua potable más importante del municipio de Copándaro, Mich.

La DBO₅ tiene una relación directa con el pH, es decir, al incrementar uno el otro crece también. Para la DBO₅ en agua potable no existe normatividad que establezca un límite permisible.

Dureza total (DT). La DT del agua potable varió de 61.44 mg L^{-1} en el P2 de Santa Rita a 481 mg L^{-1} en el P1 de Copándaro (Fig. 4), el primero se relaciona con una CE baja ($540 \mu\text{S cm}^{-1}$) debido a una baja concentración de sal en el agua. Aunque no rebasa el límite permisible de 500 mg L^{-1} (DOF, 2001 b) el agua de pozo de Copándaro está próxima a este límite. Los valores altos de dureza pueden provocar enfermedades cardíacas y la formación de cálculos renales, lo que ocasiona que las aguas duras sean inadecuadas para beber, lavar, limpiar (Karunakaran *et al*, 2009)

Cloruros. La concentración de cloruros en el agua potable osciló de 28.4 mg L⁻¹ en el P2 de Santa Rita a 238 mg L⁻¹ en P1 de Copándaro, éste último está próximo al límite máximo permisible que es de 250 mg L⁻¹. Su presencia en aguas naturales se atribuye a la disolución de los depósitos minerales de sal, así como a la contaminación que proviene de diversos efluentes de la actividad industrial (Torres, 2007; Cabrera *et al.*, 2002). Asimismo, las altas concentraciones pueden evitar el crecimiento de las plantas y corroer las tuberías. En particular para Copándaro puede deberse al uso de fertilizantes por la cercanía del pozo con las parcelas agrícolas. Los cloruros provocan que los dientes de las personas se vuelvan amarillos, pero sus efectos dependen de la adaptación de cada persona.

P1-SR y P2-SR: pozos P1-SR y P2-SR: pozos de Santa Rita, P1-C y P2-C: pozos de Copándaro; P-SA: pozo de San Agustín del Maíz



P1-SR y P2-SR: pozos de Santa Rita, P1-C y P2-C: pozos de Copándaro; P-SA: pozo de San Agustín del Maíz

Figura 4. Dureza total, cloruros y sulfatos del agua potable en el municipio de Copándaro, Mich.

Sulfatos. Los sulfatos en agua de pozo variaron de 20.18 mg L⁻¹ en el P1 de Santa Rita a 27.74 mg L⁻¹ en el pozo de San Agustín del Maíz. Los sulfatos no sobrepasan el límite máximo permisible de 400 mg L⁻¹, por lo que el agua es apta para uso y consumo humano (DOF, 2001a). Los sulfatos de Ca y Mg contribuyen en la dureza del agua y causan efectos laxantes en el ser humano. Debido a estos efectos y su influencia sobre el sabor del agua, la Organización Mundial de la Salud recomienda que en aguas destinadas al consumo humano, el límite permisible no exceda 250 mg L⁻¹, valor que según Páez-Sánchez *et al.* (2013) es un indicador de la probable corrosividad del agua, de la contaminación microbiana, además de que la concentración de plomo disuelto de las tuberías aumenta..



Nitratos. La concentración de nitratos osciló entre 0.334 mg L^{-1} en el P2-SR a 2.61 mg L^{-1} en el P2-C (Figura 13). Estos resultados son similares a los reportados por Torres (2007) para el municipio de Copándaro. Los nitratos son de los principales indicadores de contaminación orgánica mineralizada (Perdomo *et al.*, 2001)

La presencia de los nitratos en el agua puede ser derivada de las actividades humanas como la agricultura o los desechos humanos.

CONCLUSIÓN

La concentración de las propiedades físicas y químicas del agua de los cinco pozos estudiados, están dentro de los límites establecidos por las normas mexicanas.

La temperatura en el P2 de Santa Rita, cloruros y dureza en el P1 de Copándaro cuyas concentraciones están próximas a los límites permisibles, confirman el deterioro de la calidad del agua que expone a las personas que están en constante contacto con ella.

La alta conductividad eléctrica en el agua es uno de los problemas más serios de impacto antropogénico.

La DBO5 presenta concentraciones altas (20 mg L^{-1}) que indican contaminación por materia orgánica.

Se requiere monitorear las propiedades del agua, ya que es impreciso considerar que su calidad es constante. Además es importante incluir estudios más exhaustivos donde se incluyan otros factores que puedan estar ocasionando la problemática de salud de los pobladores del municipio de Copándaro.

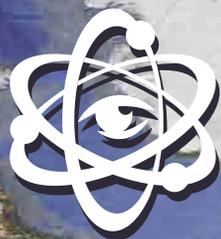


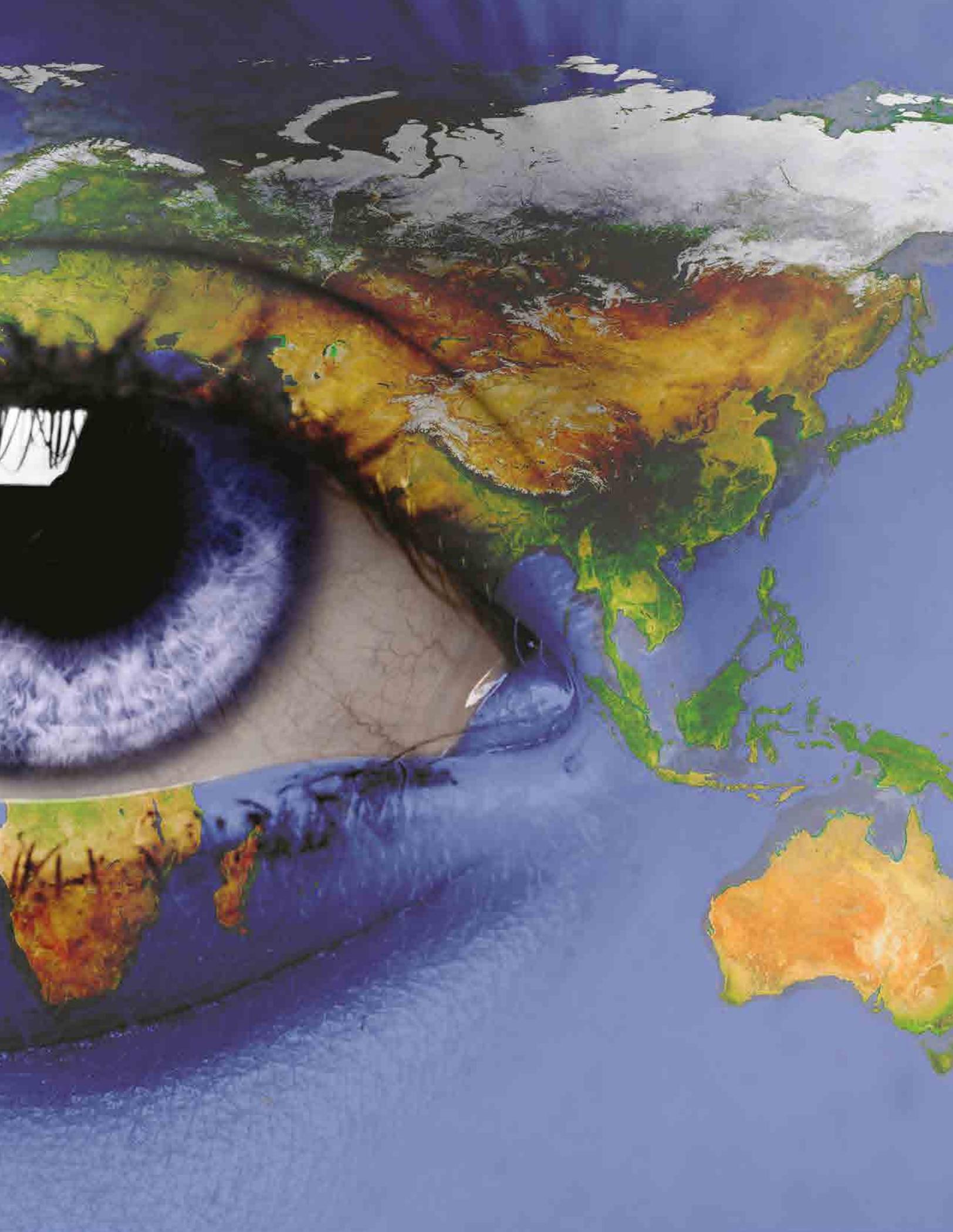


LITERATURA CITADA

- Alfaro R. (2010). Estudio de la movilidad y toxicidad de metales pesados y arsénico en agua y sedimentos del lago de Cuitzeo, Michoacán. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma del Estado de México
- Cabrera S. A., J. Pacheco, E. Cuevas, J. Ramírez, M. Comas y A. Cámara. 2002. Hidrogeoquímica del Agua que Subyace a la JAPAY I, en Mérida, Yucatán, México. Revista de Ingeniería DOF. (1981). Norma Mexicana NMX-AA-074-1981. Análisis de agua - Determinación del ion sulfato. México.
- DOF. (1996). Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. México.
- DOF. (2000). Norma Mexicana NMX-AA-007-SCFI-2000. Análisis de agua – Determinación de la temperatura en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – Método de prueba. México.
- DOF. (2001) a. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSAI-1994. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización. México.
- DOF. (2001) b. Norma Mexicana NMX-AA-028-SCFI-2001. Análisis de agua - Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno en aguas naturales, residuales (DBO5) y residuales tratadas - Método de prueba. México.
- DOF. (2001) c. Norma Mexicana NMX-AA-072-SCFI-2001. Análisis de agua - Determinación de dureza total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba. México.
- DOF. (2001) d. Norma Mexicana NMX-AA-073-SCFI-2001. Análisis de agua - Determinación de cloruros totales en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba. México.
- DOF. (2001) e. Norma Mexicana NMX-AA-079-SCFI-2001. Análisis de agua - Determinación de nitratos en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas - Método de prueba. México.
- Fagundo, J.R. (1990). Evolución química y relaciones empíricas en aguas naturales. Efecto de los factores geológicos, hidrogeológicos y ambientales. *Hidrogeología (Granada)*, 5: 33-46.
- Garduño-Monroy V. H. y Isrrade-Alcantara I. (2010). Geología. Capítulo 1. Características físicas. En: Atlas de la Cuenca del Lago de Cuitzeo: Análisis de su Geografía y Entorno Socioambiental. ISBN: 978-607-02-1830-9.
- Jiménez C., B. E. (2011). La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada México: Limusa
- Karunakaran K., Thamilarasu P. and Sharmila R. (2009). Statistical study on physicochemical characteristics of groundwater in and around Namakkal, Tamilnadu, India. *E-Journal of Chemistry*, 6(3), 909-914.
- Leonarte P. (2005). Calidad de aguas subterráneas de Gerona y La Fe. Maestría en Análisis y Tecnología Ambiental ISCTA.
- Luna M. I. (2014). Periódico Oficial del gobierno constitucional del estado de Michoacán de Ocampo. H. Ayuntamiento Constitucional del Municipio de Copándaro Michoacán. Tomo CLIX. Núm.15.
- Páez-Sánchez A., Alfaro-Cuevas-Villanueva R., Cortés-Martínez R., Segovia N. (2013). Arsenic Content and Physicochemical Parameters of Water from Wells and Thermal Springs at Cuitzeo Lake Basin, Mexico. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology* 2 (12), 7731-7740.
- Silveira M. L.A., R.F. Alleoni L. y R.G. Guilherme L. (2003). Biosolids and heavy metals in soils. *Sci. Agr.* 60: 793-806.
- Torres M. (2007). Salud de veinte embalses de la cuenca Lerma-Chapala. Proyecto de investigación. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua Jiutepec, Morelos
- Vidal. R. (2010). Clima En: Atlas de la Cuenca del Lago de Cuitzeo: Análisis de su Geografía y Entorno Socioambiental. ISBN: 978-607-02-1830-9.

**MIRADAS
DE LA CIENCIA**





Las Mariposas:

BELLEZA EN VUELO

Miriam Alonso Carachure, Javier Ponce Saavedra, Ricardo M. Pérez Munguía





Dr. Javier Ponce Saavedra,
Dra. Miriam Alonso Carachure,
Dr. Ricardo M. Pérez Munguía.
Facultad de Biología. UMSNH.



Figura 1. *Smyrna blomfieldia datis*.
"Mariposa bonita". Hermoso
ejemplar que vuela durante todo el
año, habita bosques tropicales.

De todos los insectos que existen en el planeta probablemente los más populares por su belleza sean las mariposas, sus colores llamativos, su atracción por las flores, el vuelo rítmico, exploratorio, simbolizan un modelo de belleza inmediata que fácilmente nos asombra (Figura 1).

Las mariposas y las polillas se encuentran dentro del orden Lepidoptera, que significa "ala con escamas" (del griego lepidos= escamas y pteron = alas), esto, debido a que la principal característica de este grupo son sus alas cubiertas por diminutas escamas que cuando las tocamos se quedan en los dedos en forma de polvillo. Estas escamas son las que dan color y diseño a las alas de las mariposas, están colocadas en filas imbricadas (como las tejas en un tejado), aunque debido a su pequeño tamaño esto sólo lo podemos ver con un microscopio.

Las mariposas diurnas, incluyen las superfamilias Papilionoidea y Hesperioidea, caracterizadas por antenas ensanchadas en la punta y alas que cuando descansan se disponen en forma vertical y su actividad es exclusivamente diurna. Por el contrario, las polillas tienen antenas filiformes, cuando descansan disponen sus alas de forma horizontal y tienen actividad preferentemente nocturna, aunque hay algunas excepciones. Viven en todos los continentes excepto en la Antártica; aunque son mucho más numerosas y diversas en los trópicos. Hay muchas especies exitosas en casi todos los tipos de ambientes, desde los desiertos y cima de las montañas hasta los pantanos y selvas.



Existen aproximadamente 150,000 especies de mariposas y polillas en el mundo, de las cuales alrededor de 18,000 corresponden a mariposas diurnas, es decir, que por cada mariposa existen alrededor de 8 polillas. Aunque las polillas son más que las mariposas, están muy poco estudiadas.

En México habitan aproximadamente 1,800 especies de mariposas (aproximadamente el 10% del total mundial) y en Michoacán se tienen registros de 425 especies de 341 localidades pertenecientes a 71 municipios. Las mariposas de la familia Nymphalidae son hasta ahora las más diversas con 181 especies.

El tamaño de las mariposas y polillas es variable, pueden medir de 0.2 hasta 30 cm de punta a punta de las alas. El cuerpo, como en todos los insectos está dividido en tres partes: cabeza, tórax y abdomen. En la cabeza se encuentran los ojos, las antenas y un aparato bucal alargado y enrollado, en forma de lengua (espiritrompa), que utilizan para succionar líquidos (Figura 2) y que permanece enrollada cuando está en reposo. Del tórax salen tres pares de patas y dos pares de alas de una gran variedad de formas y colores. Durante su ciclo de vida, los miembros de este grupo atraviesan por varias etapas, en el proceso conocido como "metamorfosis completa" pasan de huevo a oruga (larva), después a crisálida (pupa) y finalmente a adultos (imago). El ciclo de vida es corto, en general viven alrededor de un mes, incluyendo las cuatro etapas. La larva posee fuertes mandíbulas que le permiten alimentarse de hojas y frutos.



Figura 2. *Dione moneta poeyii*. "Pasionaria mexicana", mostrando su espiritrompa extendida para alimentarse del néctar.



3. *Hyles lineata* "Colibrí de líneas blancas". Polilla de la familia Sphingidae habita en una amplia variedad de hábitats abiertos que incluyen desiertos, zonas suburbanas y jardines. Se distribución incluye Estados Unidos y Canadá, pasando por México llega hasta América Central.

MARIPOSAS COMO POLINIZADORAS

Los adultos se alimentan succionando fluidos, como el néctar de las flores, de esta forma ayudan a la reproducción de las plantas de las que se alimentan, ya que transportan el polen pegado a su cuerpo de una flor a otra, proceso conocido como "polinización". En las especies nectarívoras, sus espiritrompas les permiten acceder al néctar ubicado en el fondo de alargados tubos, aprovechando así recursos a los que otros polinizadores no tienen fácil acceso (Figura 3). Salvo unas pocas excepciones de lepidópteros no consumen polen. Aunque faltan datos exhaustivos al respecto, se cree que para la mayoría de las especies de plantas con flores, hay mariposas que las visitan aunque con menor frecuencia que las abejas; sin embargo algunos estudios sugieren que mariposas y polillas transportan el polen más lejos que otros insectos.

La mayoría de las mariposas y polillas son libres voladores y es común encontrarlas en la vegetación. Las mariposas diurnas son atraídas por flores erectas, de colores rojizos, rosados, malvas, que se abren durante el día y cuyos nectarios presentan marcas visuales; las polillas nocturnas, por su parte, además de encargarse de la polinización de aquellas flores que se abren desde el atardecer hasta por la mañana temprano, prefieren flores horizontales, de colores blanquecinos y con marcas olorosas. Muchas mariposas son especialistas y utilizan una o pocas especies de plantas para poner sus huevecillos y posteriormente las orugas que emerjan se alimentarán de éstas.

Tanto las polillas como las mariposas han desarrollado como defensa la capacidad de excretar sustancias desagradables para evitar ser devoradas y en ocasiones causan vómitos o desorden en el sistema digestivo de sus depredadores, pero hasta el momento no se tiene el registro de organismos que hayan muerto por consumirlas.



Lo que sí es real es que forman parte importante de la cadena alimenticia por formar parte de la dieta de arácnidos, algunos reptiles y anfibios así como pequeños mamíferos, como roedores y murciélagos además de las aves.

EJEMPLOS DE ALGUNAS MARIPOSAS QUE SE ENCUENTRAN EN MICHOACÁN:

Su nombre común es “mariposa cebra”, debido a que poseen largas alas negras con bandas amarillas. Cuenta con una amplia gama de hábitats, incluyendo selva tropical, los pastizales y los contornos boscosos. El proceso reproductivo de la mariposa cebra es muy interesante ya que los machos suelen localizar las pupas de las hembras por las feromonas que emiten y tras competir entre sí, copulan con las hembras cuando todavía permanecen inmóviles, antes de que sequen y desplieguen las alas. En Michoacán se ha registrado en la mayoría de los municipios de Tierra Caliente así como en municipios de zonas templadas.

Conocida como “mariposa alas de cristal de mancha gruesa”, es una de las especies más peculiares dentro de la familia Nymphalidae por sus alas casi transparentes; ésta característica les sirve de camuflaje entre la vegetación para pasar desapercibidas para los depredadores.



Figura 5. *Greta morgane morgane*. “Mariposa alas de cristal de mancha gruesa”. En Michoacán tiene registros en Gabriel Zamora y Tacámbaro.

Llamada comúnmente “mariposa de los cardos”. Se localizan en casi todas partes, especialmente en áreas abiertas o perturbadas incluyendo jardines, campos viejos y dunas. Es una de las mariposas con mayor distribución geográfica en el planeta. En Michoacán se encuentra en todos los municipios de los que se tiene registro.



Figura 4. *Heliconius charithonia*. “Mariposa cebra”. En Michoacán se ha registrado en la mayoría de los municipios de Tierra Caliente así como en municipios de zonas templadas.





Figura 6. *Vanessa cardui*. "Mariposa de los cardos". En Michoacán ha sido reportada por ejemplo en Arteaga, Tacámbaro, Morelia, Pátzcuaro, Uruapan, Tzitzio y Zitácuaro.

Morpho polyphemus polyphemus

Conocidas como "palomas" por su color blanco, este ninfálido es una mariposa grande, de vuelo muy pausado que difiere de la mayoría de otras especies de *Morpho* que son verdes o azules. En el estado de Michoacán vuelan en Uruapan, Tacámbaro, Zacapu, Coahuayana, Gabriel Zamora, Huetamo, Parácuaro, entre otros.

Anteos clorinde

Es miembro de la familia Pieridae, una de las especies de mayor tamaño con envergadura alar de 8 a 8.5 cm. Se caracteriza por su color blanco en el dorso con su característica mancha amarilla y verdoso ventralmente. En Michoacán se encuentra en Lázaro Cárdenas, Ario, Los Reyes, Gabriel Zamora, Tacámbaro, Uruapan, entre otros. Esta especie se alimenta principalmente de leguminosas.

MARIPOSA MONARCA

(*Danaus plexippus*)

Es quizá la especie de mariposa más popular de nuestro país, debido a la migración que hace desde el sur de Canadá y norte de los Estados Unidos hasta el estado norteamericano de California y el centro de México, donde invernan en los bosques de oyamel de los estados de México y Michoacán. Este es uno de los fenómenos naturales más impresionantes debido al gran número de mariposas que viajan (millones de ellas) que corresponden a una generación especial de mariposas adultas reproductivas que nacen a finales del otoño y viven 7 u 8 veces más que las generaciones normales por lo que se les denomina la "generación Matusalém"; estas mariposas no se desarrollan sexualmente sino hasta después de varios meses y se vuelven gregarias (es decir, se reúnen en grupos) para iniciar la migración que les llevará a recorrer más de 4,000 km. La generación Matusalém emprende su viaje hacia el sur con los depósitos de grasa que ha almacenado durante su etapa larvaria.



Figura 7. *Morpho polyphemus polyphemus*. "Palomas". Se conoce en varios municipios templado a cálidos en Michoacán.



Figura 8. *Anteos clorinde*. "Mariposa citrina de hoja". Su distribución amplia incluye la mayoría de los climas en Michoacán.

A lo largo del viaje consume el néctar de las flores convirtiendo el alimento en reservas energéticas que se suman a las adquiridas durante su etapa de larva y que le permiten sobrevivir a la hibernación, cuando no se alimenta. La vida y la presencia de las mariposas Monarca se debe a la distribución de las plantas de la familia de las *Asclepias* mejor conocidas como "algodoncillos", de las que se alimentan las larvas pero que son consideradas como malezas por los agricultores y paradójicamente, los algodoncillos se benefician de las zonas perturbadas o modificadas por la actividad humana, en particular de los campos agrícolas, y crecen en los sembradíos de maíz y soya en los sitios de reproducción de la Monarca, en los Estados Unidos y Canadá. Las *Asclepias*, poseen propiedades tóxicas que pueden usarse como medicinales, pero que a la planta le sirven para defenderse de los herbívoros. Las mariposas monarca son capaces de asimilar los tóxicos de la planta cuando la larva se alimenta y almacenarlos en su cutícula (piel de los insectos) y así protegerse con esta poderosa defensa química contra los depredadores.



Figura 9. *Danaus plexippus*, "Mariposa Monarca".

Las mariposas son bellas, importantes, útiles y ecológicamente insustituibles, por lo que es muy importante conservar los hábitats de estos insectos, identificar las áreas de diversidad o riqueza en especies endémicas regional y nacionalmente y sobre todo, evitar que las poblaciones de interés particular como objetos de valor o atracción natural, disminuyan a niveles en que sea puesta en riesgo su sobrevivencia como especie.



Ectoparásitos **DE LOS MURCIÉLAGOS**

Esmeralda Cardona Orozco, Yvonne Herrerías Diego, Javier Ponce Saavedra



Dra. Esmeralda Cardona Orozco,
Dra. Yvonne Herrerías Diego,
Dr. Javier Ponce Saavedra.
Facultad de Biología. UMSNH.



LOS MURCIÉLAGOS

Por muchos años los murciélagos han sido ubicados como una amenaza para los seres humanos ya que de manera general erróneamente suponen que la mayoría son “vampiros”, por sus hábitos nocturnos y la existencia de algunas especies que se alimentan de sangre (animales hematófagos), aunque justamente la gran mayoría de los murciélagos se alimentan de una variedad importante de artículos alimenticios y no incluyen la sangre. En México se tiene registro de tres especies de murciélagos hematófagos, pero el más conocido es *Desmodus rotundus* el llamado “vampiro” que representa un problema para el ganado y que es además la única especie conocida para el estado de Michoacán.

La mayoría de las especies de murciélagos se alimentan de insectos, frutas y el néctar de las flores (Figura 1), cumpliendo así un papel importante en los sistemas naturales. Al alimentarse los murciélagos brindan una cantidad importante de beneficios para las personas, así por ejemplo las especies que se alimentan del néctar de las flores contribuyen a la reproducción de muchas especies de plantas, por ejemplo, la planta del maguey de la cual, se produce el tequila y el mezcal.

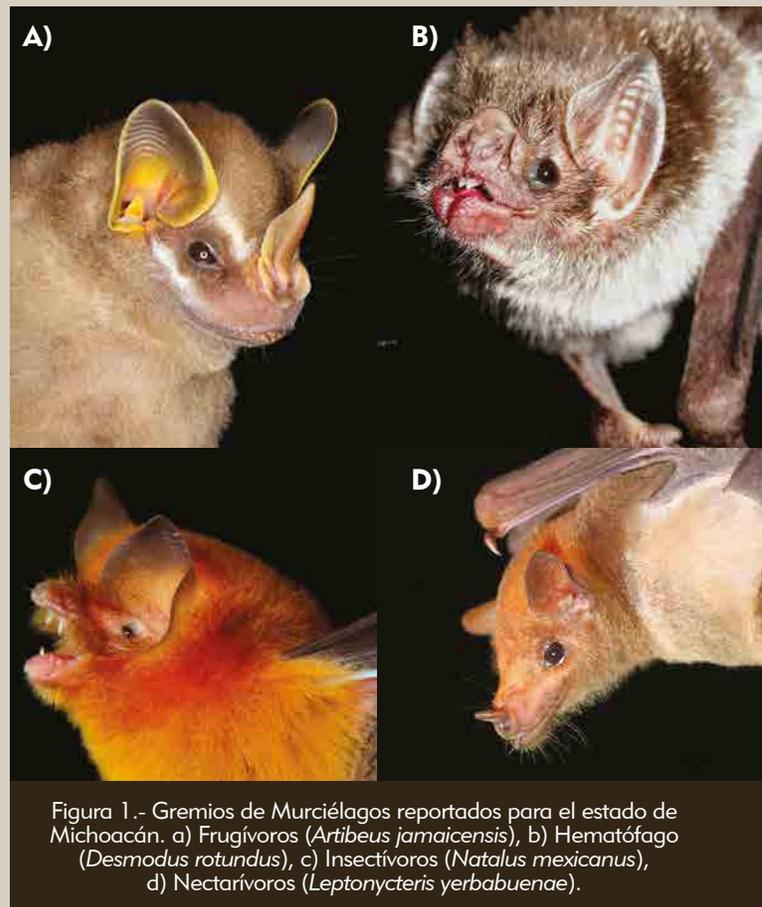


Figura 1.- Gremios de Murciélagos reportados para el estado de Michoacán. a) Frugívoros (*Artibeus jamaicensis*), b) Hematófago (*Desmodus rotundus*), c) Insectívoros (*Natalus mexicanus*), d) Nectarívoros (*Leptonycteris yerbabuenae*).



Por otra parte, las especies que se alimentan de las frutas de los árboles, son transportadores de las semillas de las especies de plantas que consumen y permiten que las semillas germinen en lugares alejados de sus progenitores donde pueden competir y eventualmente establecerse nuevos individuos. Para el caso de los murciélagos que se alimentan de insectos, que forman el gremio de los insectívoros, cumplen la función de mantener en niveles relativamente bajos las poblaciones de insectos, entre los que se encuentran algunos que se reconocen como plagas de cultivos agrícolas y en sitios urbanos disminuyen las poblaciones de mosquitos.

Los murciélagos realizan sus actividades al caer el sol (principalmente alimentarse), lo que ayuda a su sobrevivencia porque reducen las posibilidades de ser capturados por sus depredadores. Durante el día utilizan sitios como cuevas, grietas, alcantarillas, árboles y casas abandonadas para descansar. En estos sitios pueden llegar a formarse grandes colonias de murciélagos en donde incluso se puede encontrar más de una especie compartiendo el resguardo.

destrucción de sus refugios naturales, ya que la mayoría de las personas en localidades rurales, principalmente aquellas que realizan actividades agropecuarias y con presencia de ganado en sus terrenos, tienen la idea de que los murciélagos enferman a sus animales y por lo tanto buscan la manera de destruir las poblaciones debido a la creencia de que representan un peligro nocturno no sólo para los animales sino también para el ser humano.

¿QUÉ ES EL ECTOPARASITISMO?

El parasitismo es una relación que existe entre dos individuos de diferente especie. Esta relación resulta benéfica solo para una de las partes ya que el animal parasitado resulta afectado por la presencia del parásito. Se llama hospedero al organismo que se encuentra parasitado y huésped al parásito.

El parásito afecta de varias maneras a su portador al vivir a expensas de él, ya que al alimentarse aprovecha su energía ocasionando que disminuya su capacidad de moverse, o incluso reproducirse o bien lo hace más propenso a contraer enfermedades y ser una presa fácil para los depredadores.



Aunque no todo es malo, los parásitos juegan un papel muy importante en los ecosistemas como controladores y reguladores del tamaño de las poblaciones. Si la relación entre el parásito y su hospedero se estabiliza, es decir que el parasitismo no afecte las poblaciones del parasitado a niveles que provoquen disminución de sus poblaciones en grado tal que no puedan recuperarse, entonces se establece un proceso que permite que los parásitos vayan cambiando y adaptándose a los cambios o modificaciones que ocurran en su hospedero, que de manera general se denomina coevolución.

Los parásitos se pueden encontrar tanto fuera como dentro del huésped recibiendo el nombre de ectoparásitos y endoparásitos respectivamente. Los endoparásitos suelen encontrarse en tracto digestivo u otros órganos internos de su hospedero, incluso en el torrente sanguíneo; mientras que los ectoparásitos se encuentran sobre la piel o pelo del hospedero.

Los parásitos presentan varias adaptaciones para lograr sobrevivir tanto dentro como fuera de su huésped. Los endoparásitos presentan ganchos o ventosas para poder agarrarse a las paredes del intestino del huésped, así como un cuerpo alargado y la pérdida total de las extremidades, además de las adaptaciones fisiológicas necesarias para sobrevivir y alimentarse en el interior de otro animal. En el caso de los ectoparásitos, presentan garras en las patas para poder sujetarse al pelo o piel del huésped (como los piojos), patas largas en algunos casos, un estilete o alguna modificación de su aparato bucal que permita poder pinchar la piel del huésped y alimentarse, entre otras. Si fueron insectos alados, al adoptar hábitos ectoparásitos, ocurre una reducción de alas en algunos e incluso pérdida de ojos.

ECTOPARÁSITOS DE MURCIÉLAGOS.

Hay muy pocos estudios sobre los ectoparásitos en murciélagos por lo que saber más de estos pequeños individuos que a la vista de muchos resultan invisibles, debe ser muy interesante. Generalmente pertenecen a grupos de artrópodos como los ácaros representados por muchas especies parientes de las garrapatas y un grupo de moscas que se han modificado para ser muy eficientes como ectoparásitos de los murciélagos y otros grupos de mamíferos como roedores por ejemplo, y por tanto tienen características muy distintas a las moscas que comúnmente conocemos.

Existen tres tipos de ácaros o garrapatas que podemos encontrar: garrapatas duras (familia: Ixodidae) (Figura 2.a), las cuales presentan una placa o escudo sobre su espalda, completo en los machos o a la mitad en las hembras solo se encuentra a la mitad. Al segundo tipo de garrapata se les conoce como las garrapatas blandas (Familia: Argasidae) (Figura 2.b), que no presentan ningún tipo de escudo. El tercer tipo son garrapatas específicas de murciélagos (Spinturnicidae),

pequeñas garrapatas con una forma muy peculiar que se asemeja a una estrella producto de sus cuatro pares de patas con garras y pelos (Figura 2.c).

Las garrapatas se encuentran presentes principalmente en las alas, patas y uropatagio (la piel o membrana que se encuentra entre las patas de los murciélagos), enganchadas con sus ocho garras en la piel de los murciélagos para evitar caer durante el vuelo. La manera de llegar al murciélago resulta interesante ya que las ninfas (fases aún no adultas) o los adultos esperan entre las vegetación o en los refugios de los murciélagos el momento en el que pase el murciélago para engancharse a ellos. Una vez que se alimentan lo suficiente se dejan caer del hospedero para seguir su ciclo de vida.

Otro tipo de ectoparásito que se encuentra sobre los murciélagos son moscas hematófagas las cuales se encuentran principalmente entre el pelo, aunque en algunas ocasiones se lleguen a ver algunas corriendo sobre las alas para evitar ser capturadas. Se pueden observar moscas pequeñas, sin ojos, con tres pares de patas gruesas y cortas en las cuales presentan afiladas garras que sirven para sostenerse al pelo del murciélago (*Streblidae: Trichobius*) (Figura 2.d) u otras que son un poco más alargadas y delgadas, con las patas traseras más largas lo cual les permite saltar de un hospedero a otro, con alas más largas que ya no las usan para volar libremente ya que no pueden vivir sin su murciélago, no tienen ojos y también tienen garras afiladas en sus patas para poder sostenerse durante en vuelo (*Streblidae: Megistopoda, Paratrachobius*) (Figura 2.e).





Figura 2. Ectoparásitos de Murciélagos. a) Ixodidea, b) Argasidae, c) Spinturnicidae, d) Streblidae: *Trichobius*, e) Streblidae: *Megistopoda*, *Paratrachobius*, f) Streblidae: *Nycterophillia*.

Hay un grupo de pequeñas moscas que tienen diminutos ojos, el cuerpo comprimido, alas gruesas y con más venación que las demás (Streblidae: *Nycterophillia*) (Figura 2.f). Estas moscas se desplazan de un murciélago a otro en los refugios, cuando se encuentran los murciélagos reunidos y se dice que algunas moscas hembras depositan las larvas en los refugios para que estas puedan desplazarse entre las paredes y treparse a los murciélagos. Las hembras de murciélago suelen presentar más ectoparásitos que los machos, lo que se debe a que llegan a vivir más años, además de que las hembras seleccionan refugios con mejores condiciones, las cuales resultan benéficas para el desarrollo de los ectoparásitos. Los murciélagos juveniles también suelen presentar más ectoparásitos debido a que están en mayor movimiento que los adultos y visitan más refugios, lo que favorece a los ectoparásitos en su dispersión y posibilidad de encontrar hospederos al estar en más refugios. La vida de los ectoparásitos está fuertemente ligada a la de los murciélagos, aunque se desconoce mucho de su biología, es claro que cumplen un papel importante en la naturaleza al igual que otras especies de animales y es importante conocer y entender más sobre su vida y relación con los murciélagos.





El agua

problemas y soluciones



**Instituto de Ciencia,
Tecnología e Innovación**
Gobierno del Estado de Michoacán