

# HYPATIA®

Número 72,  
enero-marzo de 2023.  
Ejemplar gratuito.

ISSN 2007-4735



Simbiosis: la dinámica  
de vivir juntos ✧

Nanotecnología  
para tratar el agua ✧

El futuro prometedor  
de los péptidos ✧

## Arrecifes artificiales, ¿cómo se colonizan?



MORELOS  
2018 - 2024



CCyTEM  
CONSEJO DE CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA DEL  
ESTADO DE MORELOS



impepac  
Instituto Morelense  
de Procesos Electorales  
y Participación Ciudadana

## DIRECTORIO

### Cauhtémoc Blanco Bravo

Gobernador Constitucional del Estado de Morelos

### Ana Cecilia Rodríguez González

Secretaria de Desarrollo Económico y del Trabajo

### Andrea Angélica Ramírez Paulín

Directora General del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos

### Adrián Margarito Medina Canizal

Director del Centro Morelense de Comunicación de la Ciencia

## CONSEJO EDITORIAL

Dr. Armando Arredondo López  
Lic. Susana Ballesteros Carpintero  
Mtro. Martín Bonfil Olivera  
Dra. María Victoria Crespo  
Dr. Humberto Lanz Mendoza  
Dr. Ernesto Márquez Nerey  
Dra. Lorena Noyola Piña  
Dra. Carmen Nina Pastor Colón  
Mtra. Silvia Patricia Pérez Sabino  
Dr. Juan Manuel Rivas González  
Mtro. Marco Antonio Sánchez Izquierdo

## COORDINACIÓN EDITORIAL

Dra. Mónica Leticia Pineda Castellanos

## DISEÑO

MPE Ernesto Alonso Navarro

## CORRECCIÓN DE ESTILO

MDPE Samuel Arroyo Nava

Hypatia, año 22, núm. 72, primer trimestre del 2023, editado por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos, calle La Ronda #13, colonia Acapantzingo, CP 62440, Cuernavaca, Morelos, México. Teléfono: (52) 777 312 3979  
www.hypatia.morelos.gob.mx / hypatia@morelos.gob.mx

Editora responsable: Andrea Angélica Ramírez Paulín

Reserva de derechos al uso exclusivo. Núm. 04-2018-062008481500-102 ISSN: 2007-4735. Licitud de título y contenido: 15813. Impresa por: Tecnologías de la Comunicación e Información, avenida Castillo de Chapultepec #16, colonia Ciudad Chapultepec, CP 62398. Este número se terminó de imprimir en abril de 2023 con un tiraje de 4 mil ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Se permite la reproducción total o parcial por cualquier sistema o método, incluyendo electrónicos y magnéticos de los contenidos e imágenes, siempre y cuando contenga la cita explícita (fuente) y se notifique al editor.

Hypatia está incluida en el directorio del Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, Latindex: www.latindex.org y en el sitio de la Sociedad Mexicana para la Divulgación y la Técnica, AC: www.someditcyt.org.mx

La publicación no expide cartas a sus colaboradores.

## Proyecto apoyado por IMPEPAC

HYPATIA



CCYTEM



Los textos son responsabilidad directa de quien los firma.

Revista Hypatia es una publicación de divulgación científica del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos, organismo descentralizado del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos, como parte del proyecto estratégico «Plan Integral de Comunicación y Divulgación de la Ciencia 2022», apoyado por el Instituto Morelense de Procesos Electorales y Participación Ciudadana (IMPEPAC).

## CONTENIDO

3

### Editorial

Mtra. Andrea Angélica Ramírez Paulín

4 6

### A la conquista de los polos: la misión del siglo XXI para las bacterias *Vibrio*

M. en C. Manuel Ochoa-Sánchez

8 10

### Nanotecnología para tratar el agua

Mireysi Torres Carrera  
Martha Edith Pariona Mendoza  
Dr. Abraham Vidal-Limón  
Dra. Nicolaza Pariona Mendoza

12 14

### Ergonomía: ¿falta de difusión?

Dr. Valeri Domínguez Villegas  
Ing. Ind. José Manuel Ángeles Gutiérrez

16 18

### Biotecnología ambiental: uso y producción de biomoléculas de origen bacteriano

Dr. Andrés García Romero  
Dra. María del Refugio Trejo Hernández

20 22

### La nutria, embajadora de la conservación de los ríos y lagunas de México

Dr. Pablo C. Hernández Romero

24 26

### Arrecifes artificiales, ¿cómo se colonizan?

M. en C. Angélica Vázquez-Machorro  
Dr. Horacio Pérez-España

28 30

### Tacos ancestrales Hongos o antibióticos, ¿cómo evitar que se enfermen los lechones?

Dra. Margarita Mondragón Chaparro

Dra. Samantha E. Bautista Marín  
Dr. Konisgmar Escobar García

32 34

### Balance hídrico: una manera de conocer la disponibilidad de agua

MCSA Pamela E. Zúñiga Bello  
Dr. Hugo Saldarriaga Noreña

36 37

### ¿Anticonceptivos para el control de las garrapatas? Fauna silvestre y bienestar social en Sierra de Huautla

Dr. Hugo Aguilar Díaz  
Dra. Rosa Estela Quiroz Castañeda

M. en M.R.N. Raúl Valle Marquina  
Dr. Alejandro García Flores



# Editorial

**H**ace cinco años se inauguró el Decenio Internacional para la Acción “Agua para el Desarrollo Sostenible (2018-2028)” con el fin de promover la adopción de medidas que ayuden a transformar la manera en que gestionamos el agua en todo el mundo. De acuerdo con las estimaciones realizadas en ese año, se calcula que para el 2030, la disminución de los recursos de agua dulce, junto con el crecimiento de la población mundial, podría llevarnos de manera vertiginosa hacia una crisis mundial del agua.

Ante esta situación, la semana pasada se llevó a cabo la “Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua 2023” en la que se adoptó la Agenda de Acción para el Agua, un plan con 689 compromisos y 300 mil millones de dólares prometidos para impulsarla.

La problemática del agua en México es compleja, multifacética y se enfrenta a diversos desafíos, incluyendo la escasez de agua en algunas regiones, la sobreexplotación de acuíferos, la contaminación de cuerpos de agua y la falta de acceso al agua potable en algunas comunidades.

En esta edición, contamos con diversidad de temas, entre los que destacan las colaboraciones de diversos científicos cuya línea de investigación promueve el uso de las distintas herramientas biotecnológicas para abordar estas problemáticas.

Tal es el caso de investigadores del Instituto de Ecología, quienes nos hablan del uso de la nanotecnología como una alternativa para el tratamiento de cuerpos de agua contaminados por los efluentes de la industria textil. Asimismo, investigadoras del Instituto de Biotecnología nos cuentan del desarrollo de un nuevo y económico material para la remediación de aguas contaminadas. Por otra parte, en el Centro de Investigación en Biotecnología, estudian biomoléculas de origen bacteriano con aplicaciones importantes para la remoción de contaminantes, como el petróleo.

En páginas centrales, tenemos a la nutria, una especie considerada como embajadora de la conservación de los ríos y lagunas de México, debido a que representa a su hábitat y a todas las especies que en él conviven, al brindar información sobre los grados de perturbación, la presencia de contaminantes en la red trófica y la calidad del hábitat.

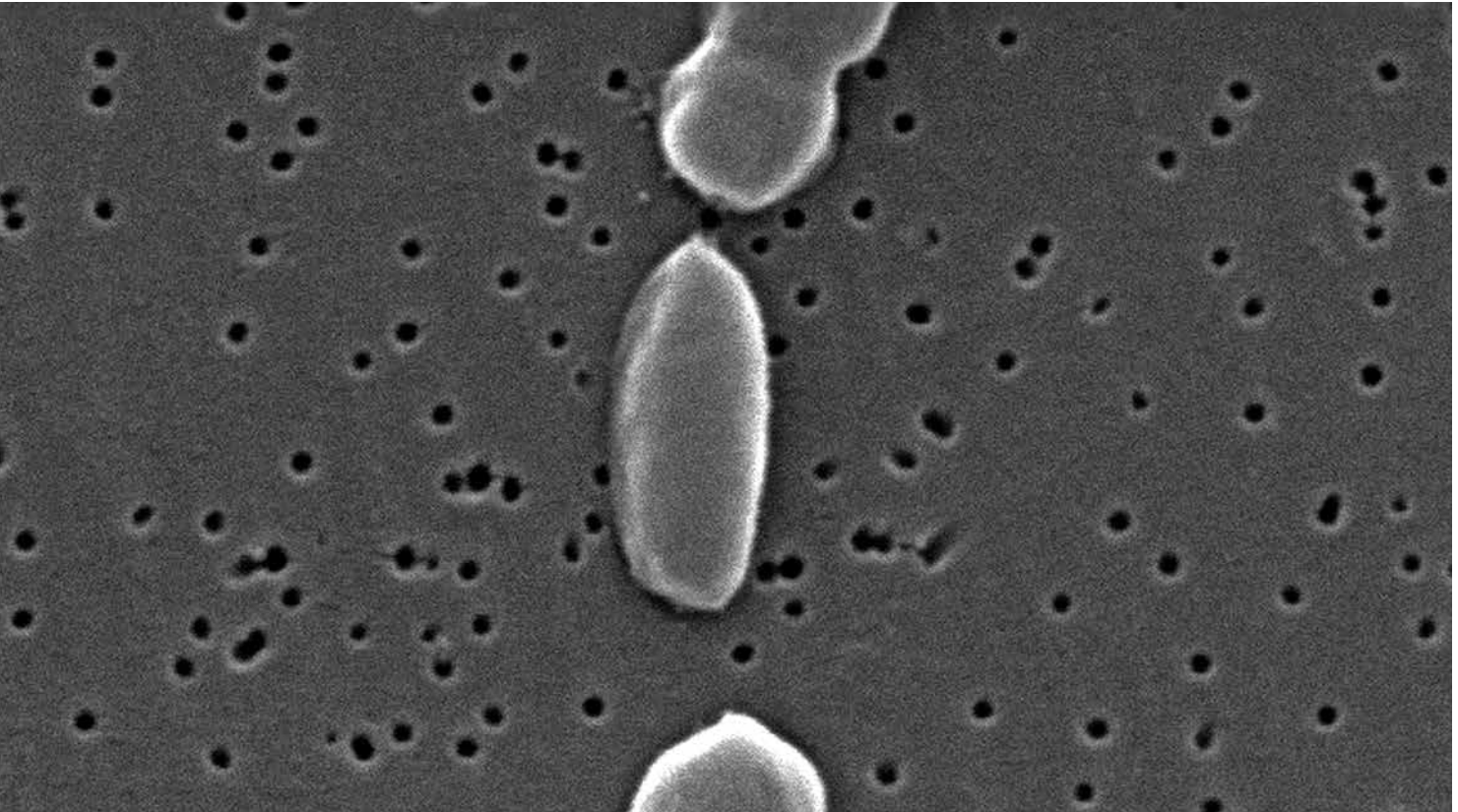
Para cerrar el tema del agua, investigadores de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería y del Centro de Investigaciones Químicas, nos comparten una herramienta para conocer la disponibilidad del agua, contabilizando la cantidad que ingresa y se extrae de las cuencas y la forma en que se reintegra al medio ambiente a través del tiempo.

La problemática del agua es una preocupación a nivel global que requiere de la cooperación y el compromiso de todos los países para implementar medidas que aseguren la gestión sostenible de este recurso vital.

México no es ajeno a esta situación y enfrenta retos importantes en cuanto a la disponibilidad y calidad del agua. No obstante, la investigación e innovación tecnológica ofrecen alternativas para abordar estas problemáticas y avanzar hacia un futuro más sostenible. Es importante trabajar en conjunto para garantizar un acceso equitativo y justo al agua para proteger los ecosistemas acuáticos que sustentan la vida en nuestro planeta.

**Andrea Angélica Ramírez Paulín**

Directora General del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos



Micrografía electrónica de *Vibrio parahaemolyticus*. Janice Carr del Centers for Disease Control and Prevention's Public Health Image Library.

## A la conquista de los polos: la misión del siglo XXI para las bacterias *Vibrio*

M. en C. Manuel Ochoa-Sánchez / [man\\_och13@outlook.com](mailto:man_och13@outlook.com)  
Instituto de Ecología | Universidad Nacional Autónoma de México

**V**ivimos en una época de constantes cambios ambientales provocados por el cambio climático a consecuencia de la tremenda cantidad de combustibles fósiles, por ejemplo el petróleo, que como humanidad hemos consumido en los últimos 150 años. Dichas actividades impulsaron nuestra sociedad hasta el punto actual, sin embargo, han tenido un costo severo para el equilibrio ecosistémico. La quema de combustibles fósiles libera dióxido de carbono (entre otros gases), cuya acumulación en la atmósfera aumenta la temperatura.

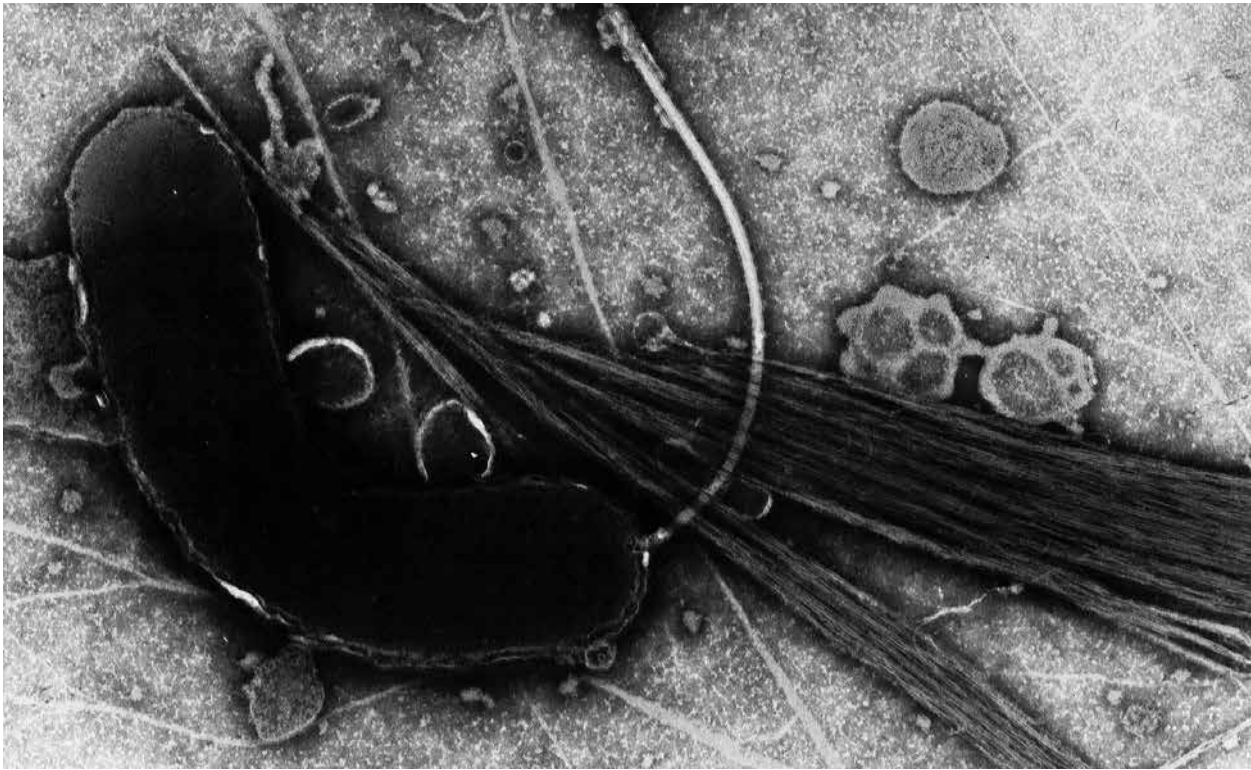
A los gases como el dióxido de carbono se les llama “gases de efecto invernadero”, pues atrapan la radiación solar que refleja la superficie, lo que provoca que ese calor se mantenga en la atmósfera y por consiguiente que aumente la temperatura.

### Consecuencias del cambio climático en los ecosistemas marinos

La alteración más inmediata que está provocando el cambio climático en los ecosistemas marinos es el aumento de la temperatura en la superficie del mar. Los océanos de las regiones tropicales históricamente han tenido temperaturas elevadas, por lo que dicho efecto no es una novedad ahí. ¿Pero qué pasa con el círculo polar ártico, antártico y sus ecosistemas asociados?

Estos sitios se caracterizaban por tener océanos con temperaturas muy bajas, casi al punto de congelación en los polos; sin embargo, en los últimos años hemos notado cómo estos sitios extremos están experimentando veranos atípicamente cálidos, lo que se traduce en muchos cambios biológicos y ambientales, entre ellos, la facilitación para el asentamiento de organismos de afinidades tropicales.





Micrografía electrónica de *Vibrio cholerae*. Tom Kirn, Ron Taylor, Louisa Howard de Dartmouth Electron Microscope Facility.

Entre los organismos del trópico que están migrando a los polos están las bacterias *Vibrio* que se encuentran presentes en todos los cuerpos de agua y por lo general son inofensivas; sin embargo, existen algunas especies de afinidades tropicales que causan severas enfermedades gastrointestinales, como: *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus* y *Vibrio alginolyticus*.

En los últimos años, las infecciones provocadas por *Vibrio* han aumentado en sitios donde históricamente no habían ocurrido. Regiones con mares/océanos fríos, como el mar del Norte, entre el Reino Unido y los países nórdicos, así como la región austral de Chile, han experimentado brotes infecciosos de *Vibrio* en las últimas décadas.

## La importancia del calor en su ecología

Las bacterias *Vibrio* tienen una sofisticada ecología adaptada a la rápida proliferación, una vez que se detectan temperaturas idóneas. En el caso de los ecosistemas polares y subpolares, los lapsos idóneos son los días del verano. Esta especie se encuentra asociada con la superficie de muchos animales marinos, pero cobran relevancia cuando se encuentran sobre crustáceos. Este punto es muy importante, porque resulta que las bacterias *Vibrio* de origen tropical están llegando a los ecosistemas polares gracias a los copépodos (crustáceos minúsculos que habitan todos los océanos).

¡Un solo copépodo puede transportar hasta 10 mil células de *Vibrio*! Una cantidad más que suficiente para desencadenar brotes epidémicos.

Además de estar asociadas a la superficie de los crustáceos, pueden intercambiar su ADN con mayor facilidad en los días cálidos, por lo que, tanto su proliferación como evolución (es decir, su habilidad para cambiar en el tiempo y generar adaptaciones nuevas) están asociados a las temporadas cálidas. Esto representa una auténtica ruleta rusa evolutiva para la salud pública: las bacterias inofensivas de hoy pueden convertirse en patógenas en algunos años. **H**



Micrografía electrónica de *Vibrio vulnificus*.  
Public Health Image Library.





Figura 1. Abeja parasitada por la mosca *Apocephalus borealis*. Imagen: Christopher Quock.

## Simbiosis: la dinámica de vivir juntos

M. en B. Rosalba Salgado Morales / [rosalba.salgado@uaem.edu.mx](mailto:rosalba.salgado@uaem.edu.mx)  
 Dr. Edgar Dantán González / [edantan@uaem.mx](mailto:edantan@uaem.mx)  
 Centro de Investigación en Biotecnología  
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos

**L**a vida en la tierra apareció hace 4 mil millones de años y evolucionó de forma gradual a partir de moléculas inorgánicas que formaron estructuras primitivas más complejas, originando a los organismos unicelulares. La proliferación y diversificación de la vida requirió de las “interacciones simbióticas”, como la endosimbiosis (un organismo habita en el interior de otro), originando a los organismos eucariontes. Las interacciones simbióticas involucran la relación entre dos o más especies y son tan dinámicas que pueden sorprenderte.

Seguramente has escuchado hablar de los parásitos, estos organismos viven a expensas de otra especie (el hospedero), causándole daño e incluso la muerte. Un ejemplo que parece

una película de ciencia ficción son las “abejas zombis” (*Apis mellifera*), que son parasitadas por las moscas *Apocephalus borealis*. Sus hembras depositan los huevos sobre las abejas y al eclosionar, las larvas se alimentan de los tejidos de la abeja, causándole daños neurológicos, alteraciones en su comportamiento y transformándose en zombis hasta su muerte (figura 1).

Otro tipo de simbiosis es el mutualismo, donde dos especies se benefician al intercambiar bienes o servicios. En el océano Índico, el colorido pez payaso (*Amphiprion percula*) se instala como inquilino de la anémona (*Heteractis crispa*) para protegerse de sus depredadores y obtener restos de alimento. El pez payaso elabora un ritual de convencimiento, a través de danzas y ligeros roces en los tentáculos de la anémona, brindando a cambio a la anémona una buena oxigenación del agua mediante los movimientos de sus aletas (figura 2).

En el comensalismo, una especie (el comensal) se beneficia con alimento, refugio o locomoción de otra especie (el hospedero, sin que este último reciba un beneficio o daño). La mariposa monarca (*Danaus plexippus*) y la planta conocida como algodoncillo (*Asclepias curassavica*) son un ejemplo de esta relación, en la que la mariposa deposita sus huevos sobre la planta y al eclosionar, las orugas se alojan y alimentan



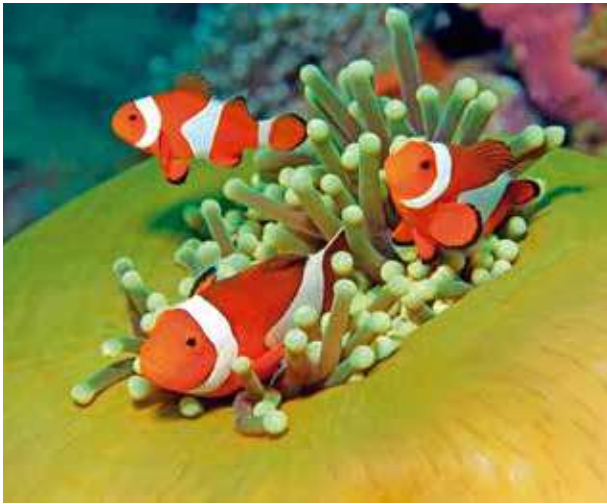


Figura 2. Mutualismo entre el pez payaso y la anémona (MIT News).

de ella; el algodoncillo produce toxinas que no afectan a la mariposa, pero son acumuladas en su cutícula y son tóxicas para sus depredadores. En este caso, la planta no se beneficia ni es afectada (figura 3).

## Simbiosis de a tres, el Caballo de Troya del mundo microscópico

En el Laboratorio de Estudios Ecogenómicos (LEE) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, trabajamos con los nematodos entomopatógenos (NEPs). Estos son gusanos microscópicos que parasitan y matan insectos con ayuda de bacterias simbiotas (*Xenorhabdus/Photorhabdus*). Los NEPs funcionan como un Caballo de Troya: en su interior transportan a cientos de soldados -bacterias mutualistas- para atacar al enemigo -insecto hospedero- (figuras 4a y 4b).



Figura 3. Mariposa monarca sobre la planta de algodoncillo (REUTERS, Allegri).

Una de las líneas de investigación del LEE, está enfocada en estudiar los mecanismos moleculares de las bacterias para interactuar con sus hospederos (nematodo e insecto), a través de la "genómica estructural", es decir, de la secuencia y organización de la información genética del organismo.

Por su estilo de vida simbiótico y patógeno, estas bacterias contienen genes cuyos productos son importantes para la inhibición del sistema inmune del insecto (*pagP*, *galE* y *RTX*); otros funcionan como toxinas (toxinas *tccC* y *aprA*) y además producen gran cantidad de productos naturales. Estas características las convierten en una fuente potencial de nuevas toxinas insecticidas y de nuevos productos naturales con actividades de interés farmacológico y agrícola. **H**



Figura 4. a) Nematodos entomopatógenos y b) la bacteria *Photorhabdus luminescens* marcada con fluorescencia (Rosalba Salgado).





Figura 1. Contaminación de cuerpos de agua del río Atoyac por efluentes de industrias textiles de la mezclilla. Fuente: *El Sol de Puebla* (<https://bit.ly/41wRfkZ>).

# Nanotecnología para tratar el agua

Mireysi Torres Carrera  
 Martha Edith Pariona Mendoza  
 Dr. Abraham Vidal-Limón | [abraham.vidal@inecol.mx](mailto:abraham.vidal@inecol.mx)  
 Dra. Nicolaza Pariona Mendoza | [nicolaza.pariona@inecol.mx](mailto:nicolaza.pariona@inecol.mx)  
 Red de Estudios Moleculares Avanzados  
 Instituto de Ecología A.C. (INECOL), Veracruz, México

El agua es el recurso más abundante e importante sobre la superficie terrestre. No sólo es parte esencial de todos los seres vivos, sino que contribuye al bienestar general en todas las actividades humanas y la sostenibilidad del medio ambiente; por lo tanto, la demanda de este recurso vital va en aumento y con ello los problemas de desabastecimiento y contaminación. Los diferentes tipos de contaminantes presentes en las aguas residuales se pueden clasificar en **físicos**: temperatura y la turbidez del agua, este tipo de contaminación no es tóxico para los organismos, pero disminuyen la calidad de su ambiente; **biológicos**: incluyen los virus, bacterias y organismos patógenos; y **químicos**: modifican la concentración de los componentes del agua; una fuente común de contaminación química proviene de las aguas residuales de uso industrial, donde la alimenticia y la textil juegan un papel importante.

## El agua y la industria textil

En muchos países resulta rentable la industria textil, ya que se ha convertido en una de las principales fuentes del crecimiento económico; sin embargo, es una de las industrias con mayor consumo y contaminación del agua, debido a que usan una gran variedad de colorantes en sus procesos productivos. En consecuencia, los efluentes generados contienen sustancias que llegan a los cuerpos de agua (figura 1).

Se considera a los colorantes textiles como contaminantes de los ecosistemas de agua por la alta toxicidad que pueden provocar a los organismos acuáticos; además, son estables y resistentes a los procesos de degradación, lo cual hace difícil su eliminación en las plantas de tratamiento; algunos métodos utilizados para remover los colorantes del agua son costosos y no resuelven totalmente el problema, por eso se buscan nuevas alternativas para eliminar los colorantes del agua y la aplicación de la nanotecnología sería una alternativa novedosa.

## Nanotecnología: alternativa tecnológica para el tratamiento de efluentes textiles

En los últimos años, la palabra nanotecnología cada vez es más común o al menos buena parte de la población está familiarizada con esta palabra; deriva del prefijo griego





# Nanomateriales de óxidos de zinc

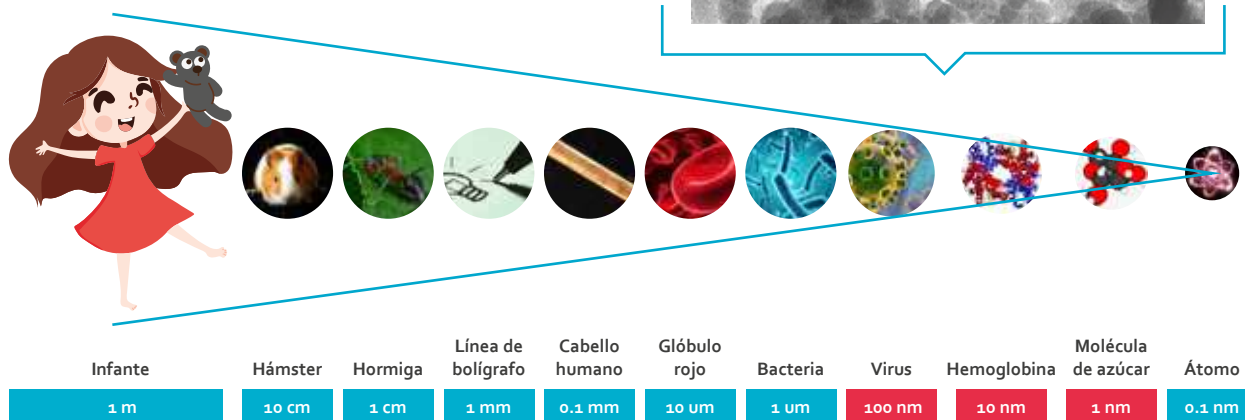
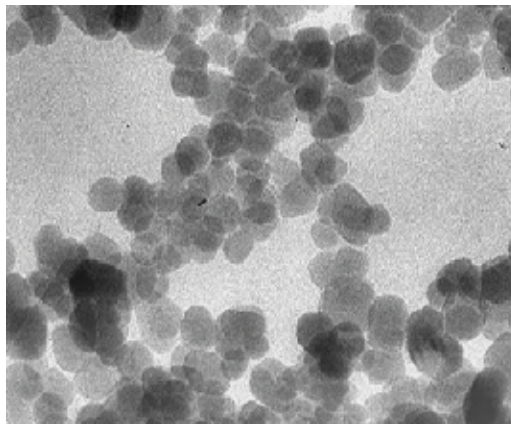


Figura 2. Escala comparativa de los nanomateriales o nanopartículas.

“nanos” cuyo significado es “muy pequeño”, el cual describe unidades de medida en dimensiones de mil millonésimas partes o  $10^{-9}$  de un metro que es igual a 1 nm; y la palabra tecnología, que proviene del prefijo “tejnologos” que significa técnica o arte.

Por lo tanto, la nanotecnología hace referencia al estudio de los materiales que tienen tamaños menores a 100 nanómetros; una nanopartícula o un nanomaterial será aquello que tiene el tamaño en el orden de los nanómetros. Para darnos una idea de la dimensión que representa comparado a otras escalas (micra, centímetro, metro) lo representaremos en la figura 2. Debido al tamaño, las nanopartículas o nanomateriales exhiben propiedades únicas que difieren significativamente de aquellos a mayor escala; motivo por el cual, la aplicación de la nanotecnología ha llamado la atención en áreas como la farmacéutica, medicina, electrónica, la agricultura y remediación ambiental. Por eso, el uso de la nanotecnología en la eliminación de colorantes del agua de efluentes textiles es de gran relevancia.

Para mitigar la presencia de los contaminantes en el agua, podemos usar nanomateriales que descomponen a las moléculas de los contaminantes por acción de la luz solar. Es decir, estos nanomateriales convierten la energía solar en energía química, mediante procesos químicos, que presentan reacciones químicas de oxidación y de reducción que se denominan *fotocatalíticas* (del griego “photo”, luz; “katá”, hacia abajo y “lysis”, disolución). Por ejemplo, las nanopartículas de óxido de zinc (ZnO) han demostrado tener

propiedades *fotocatalíticas*; sin embargo, esta actividad dependerá del tamaño y forma de las nanopartículas.

Cuando esta nanotecnología se acopla con procesos de biorremediación, es decir, eliminación de contaminantes por medio de organismos como las plantas acuáticas, se contaría con un gran potencial para el tratamiento de aguas residuales, ya que pueden degradar o eliminar sustancias orgánicas, como los colorantes textiles (figura 3). **H**

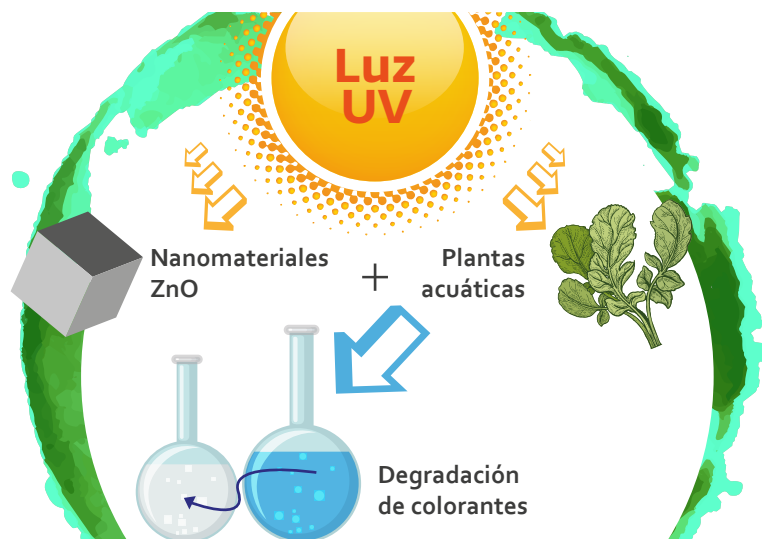


Figura 3. Proceso de degradación de colorantes textiles por nanopartículas de óxido de zinc.



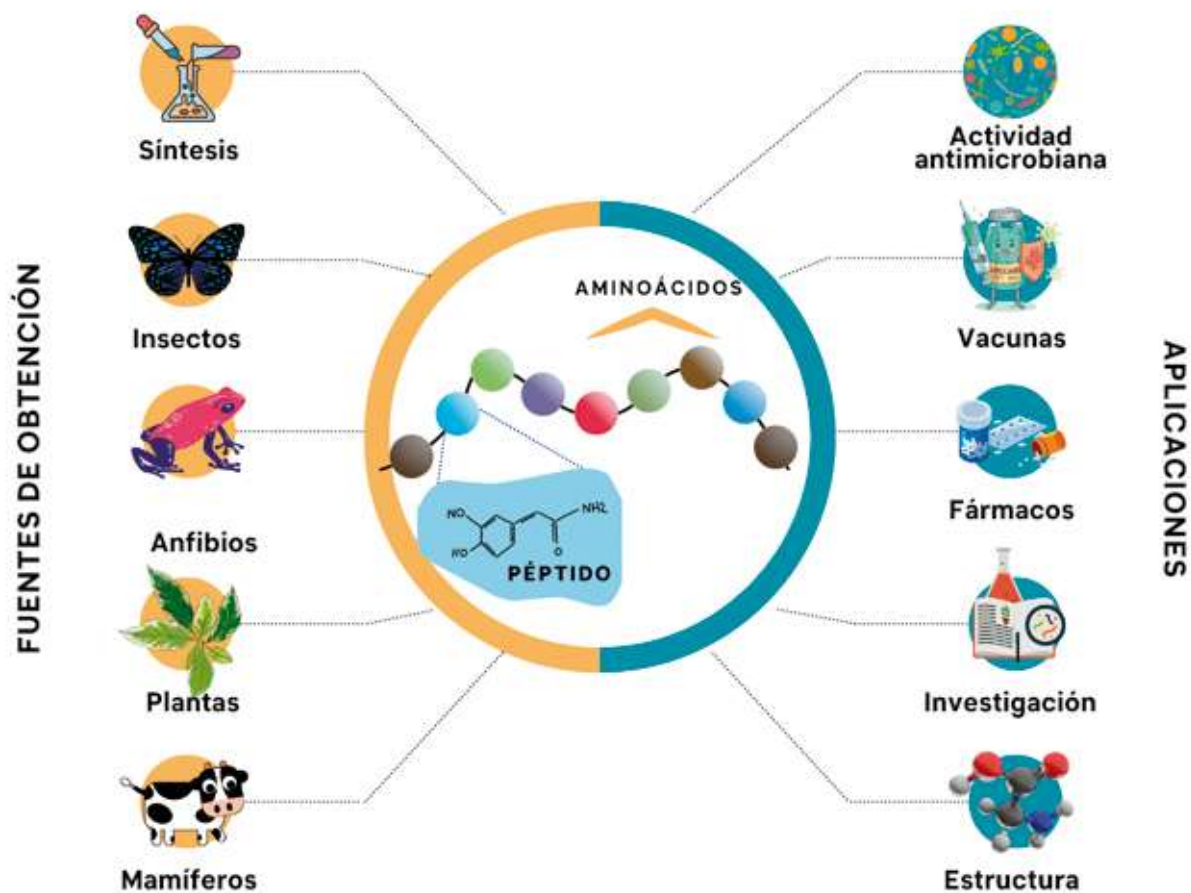


Figura 1. Aplicaciones de los péptidos; elaborado por las autoras.

## El futuro prometededor de los péptidos

IBQ. Alma P. Galindo Guzmán / [alma.galindoguz@uaem.edu.mx](mailto:alma.galindoguz@uaem.edu.mx)  
 Dra. Lina Andrea Rivillas Acevedo / [lrivillas@uaem.mx](mailto:lrivillas@uaem.mx)  
 Centro de Investigación en Dinámica Celular; Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas  
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Alguna vez has escuchado hablar de los péptidos en el mundo del deporte, en dermatología o en medicina? El uso de estas moléculas es cada vez más exitoso; sin embargo, es poco conocido qué son o para qué sirven. De inicio, hay que hablar de las proteínas; el término proviene del griego *proteios* que significa “primario”, ya que se consideraba que podían ser las macromoléculas más importantes para la vida. Las proteínas son biopolímeros de elevado peso molecular, formados por repeticiones de aminoácidos, los cuales están constituidos básicamente por

carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno; son los materiales responsables de la mayor parte de la organización de la estructura celular y las acciones vitales de los organismos.

Actualmente, y desde tiempo atrás, han sido campo de investigación por su naturaleza y sus beneficios, la mayoría son aisladas de organismos vivos, mientras que otras se han intentado producir por métodos sintéticos, lo que permite desarrollar un sinnúmero de péptidos que han dado mucho de qué hablar.

### Pero, ¿qué son los péptidos?

Son proteínas pequeñas de menos de 100 aminoácidos, son estructuras menos complejas que las proteínas; pero, ¿por qué toman importancia? Los péptidos sintéticos han surgido como herramientas altamente versátiles, útiles en una amplia gama de aplicaciones de investigación y comerciales, en las que destaca su uso en áreas de salud, farmacia, belleza, alimentaria, investigación, entre otras (figura 1).

Los péptidos son diseñados principalmente para imitar fragmentos de proteína por lo que, día con día, cada vez son más



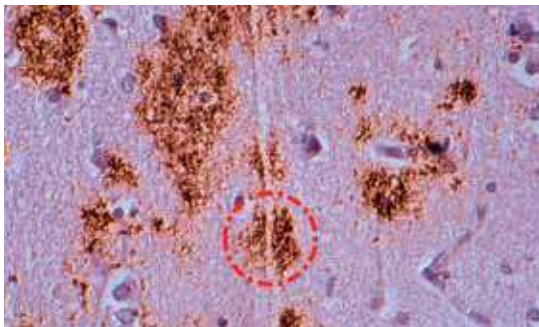
los científicos o laboratorios interesados en desentrañar sus funciones, propiedades y los beneficios que pueden traer a la humanidad; algunos de los péptidos más relevantes son:

- i. **Antimicrobianos.** Tienen propiedades bactericidas o fungicidas; se encuentran en una gran variedad de ambientes como en las semillas de la mayoría de las plantas y están ahí para proteger a la planta durante el proceso de germinación. Otros se encuentran en la piel de ranas exóticas y tóxicas, estos son los más versátiles y activos contra bacterias e incluso parásitos. Además, algunos de estos péptidos se han encontrado en mamíferos y son conocidos como defensinas.

Todos los péptidos antimicrobianos, sin importar su origen, son de gran importancia, pues su actividad antimicrobiana no genera resistencia, contrario a lo que ocurre con los antibióticos convencionales.

- ii. **La beta amiloide.** Proviene de la proteína precursora amiloide, que se encuentra en el sistema nervioso y para realizar su función sufre un corte y termina siendo un péptido de 40 a 42 aminoácidos. Su función no se conoce con certeza, pero se especula que participa en procesos sinápticos.

Desafortunadamente, por razones desconocidas, la beta amiloide sufre un cambio, se agrupa con otras  $\beta$ -amiloides y forma estructuras muy grandes e insolubles que se acumulan en las neuronas y causan daños graves e irreversibles en el sistema nervioso, lo que desencadena la enfermedad de Alzheimer.



Placa amiloide rodeando la dendrita (tallo) de una neurona de una anciana con Alzheimer. Imagen: Gtres.

- iii. **La amilina.** Es una hormona de 37 aminoácidos que es secretada desde las células beta del páncreas, junto con la insulina, en respuesta a la estimulación de la glucosa. Si estas proteínas no se producen, entonces los niveles de azúcar en la sangre se elevan provocando diabetes, que afecta muchos de los órganos principales como el corazón, los riñones, los vasos sanguíneos y los ojos, por esto el buen control glucémico es clave. Si controlas los niveles de azúcar en sangre, puedes ayudar a evitar estas complicaciones.

La amilina, al igual que la beta amiloide, por razones aún desconocidas, sufre un cambio en su estructura, pierde su función y comienza a agruparse con otras amilinas, finalmente forman un amasijo insoluble que provoca la destrucción de las células del páncreas, lo que provoca la diabetes mellitus tipo 2.

- iv. **Vacunas.** Se encuentran en fase de prueba y sus péptidos representan fragmentos de antígenos, es decir, una sustancia extraña que puede tratarse de un virus, bacteria o toxina y son reconocidas desencadenando la respuesta inmunitaria deseada ya que genera anticuerpos para estas sustancias.

Con tecnologías de producción seguras, una alta estandarización y procesos altamente confiables, las vacunas de péptidos sintéticos podrían traer consigo grandes beneficios a las diversas áreas de la salud.

- v. **Péptidos de cristalina.** La catarata, conocida como la pérdida de visión parcial o total se debe principalmente a la insolubilización o acumulación de agregados de proteínas, mayoritariamente las cristalinas, que son esenciales para mantener las propiedades ópticas de la lente.

A lo largo de los años, las cristalinas acumulan distintos daños por factores externos como la radiación ultravioleta, produciendo a su vez modificaciones, induciéndolas a formar agregados.

Recientemente se han encontrado péptidos derivados de las mismas en el lente y se ha demostrado que inician o influyen en el proceso de agregación de proteínas, sin embargo, este mecanismo aún no es claro. El análisis de péptidos derivados de cristalina y su interacción podrían ser, en un futuro, utilizados en el diseño de fármacos que ayuden al control de este padecimiento.

Aunque existe una enorme variedad de proteínas en su forma natural, se pueden obtener fragmentos de proteínas que no existen en la naturaleza y estudiarlos trae consigo ciertas ventajas, ya que son más fáciles de entender.

En nuestro grupo de trabajo, la técnica de síntesis de péptidos se ha convertido en un proceso fundamental en el desarrollo de muchos proyectos de investigación, permitiendo el estudio de estructuras proteicas y mecanismos moleculares de algunos sistemas.

Combinamos métodos biofísicos como turbidimetría, dispersión dinámica de luz, fluorescencia, resonancia magnética nuclear y predicciones computacionales para obtener información de péptidos importantes para la vida involucrada en problemas de salud y enfermedades degenerativas. **H**





Las posturas inadecuadas en el trabajo y en la vida cotidiana provocan a la larga trastornos musculoesqueléticos.

## Ergonomía: ¿falta de difusión?

**Dra. Valeri Domínguez Villegas**  
valeri.dominguez@uaem.mx  
**Ing. Ind. José Manuel Ángeles Gutiérrez**  
josemanuelag20@gmail.com  
Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

**P**ongámonos en contexto, ¿qué es ergonomía? Pues bien, la Asociación Internacional de Ergonomía la define como “el conjunto de conocimientos científicos aplicados para que el trabajo, los sistemas, productos y ambientes se adapten a las capacidades y limitaciones físicas y mentales de la persona”<sup>1</sup>. A pesar de que este es un concepto actual, la ergonomía ha existido desde antes de que se supiera de ella. Basta con observar los utensilios y las herramientas que utilizaba el ser humano en la antigüedad para darnos cuenta de que trataban de adaptar

dichos instrumentos a su fisiología (figura 1). Se estaban estableciendo las bases para que el ser humano moderno perfeccionara esta especialidad, actualmente conocida como ergonomía.

Con el paso del tiempo y la llegada de la Revolución Industrial, los inventores se concentraron en gran medida en la construcción de máquinas capaces de producir más y a menor costo; en esta época no se aplicaban conocimientos de ergonomía, es así como la sociedad científica comenzó a preocuparse por la salud y el bienestar de las personas trabajadoras que en ese entonces solo eran vistas como manos para producir y satisfacer las necesidades de la población; este hecho marcaría un antes y un después en la historia de la ergonomía, pues a partir de entonces se les consideró como un seres humanos que piensan, se cansan y enferman.

En la actualidad se cuenta con una inmensa variedad de estudios y metodologías que permiten realizar evaluaciones, así como correcciones ergonómicas en aspectos cotidianos como puestos de trabajo, en el hogar o en un medio de transporte; como métodos de evaluación se pueden mencionar:

- OCRA: que permite una evaluación rápida del riesgo asociado a movimientos repetitivos de los miembros superiores del cuerpo.
- RULA: permite evaluar la exposición de las personas trabajadoras a riesgos debidos al mantenimiento de

<sup>1</sup> Asociación Española de Ergonomía: <http://www.ergonomos.es/ergonomia.php>



posturas inadecuadas que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo.

- La ecuación de NIOSH: que nos permite identificar riesgos relacionados con las tareas en las que se realizan levantamientos manuales de carga íntimamente relacionadas con las lesiones lumbares.

La adaptación de las herramientas y máquinas a las dimensiones del cuerpo, junto a la capacitación para manipular dichos instrumentos tiene por objetivo mitigar los daños y trastornos que pudiese sufrir el cuerpo a largo plazo.

De acuerdo con la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (EU-OSHA), entre 60 y 90 % de la población sufrirá dolor de espalda en algún momento de su vida por consecuencia de su puesto de trabajo, y entre 15 y 42 % de los afectados lo padecerá de forma habitual.

### Casi 24 % de los trabajadores de la Unión Europea afirma sufrir dolor de espalda y 22 % se queja de dolores musculares.

Es aquí donde surgen las interrogantes del porqué, si se tiene conocimiento de las consecuencias de hacer omisión a las recomendaciones de organismos certificados y especializados en temas de ergonomía y seguridad laboral, los trabajadores siguen sufriendo los estragos de toda una vida en un puesto de trabajo.

Si bien es cierto que invertir en ergonomía beneficia a las personas trabajadoras evitando problemas en su salud, mejorando el ambiente laboral y provocando mayor motivación, la población empresarial también evita absentismo de trabajo y mejora la calidad de su producto o servicio.

A partir del año 2020, a causa de la pandemia ocasionada por el COVID-19, ha surgido un fenómeno mundial, una nueva forma de trabajo conocida como *home office* o teletrabajo, la cual consiste en enviar a los empleados a sus hogares para realizar, de manera remota, todas las actividades que solían llevar a cabo en oficinas o pisos enteros de grandes edificios.

Esta innovación en la forma de trabajo deberá estar acompañada de innovación en seguridad laboral, en ergonomía y en calidad de vida; los efectos de la pandemia seguirán presentes en un futuro cercano, así como los efectos de no contar con espacios de trabajo ergonómicos en los hogares. De acuerdo con Matthew Haag del *The New York Times*, “alrededor de 90 % de los trabajadores de oficina de Manhattan están trabajando de forma remota, una tasa que se ha mantenido sin cambios durante meses”.

La ergonomía beneficia a todos y a pesar de su falta de difusión es una ciencia con crecimiento en la actualidad, con gran importancia, relevancia y que promete ser la puerta de lo que será un futuro laboral con mejor calidad de vida. **H**



Figura 1. Las herramientas primitivas contaban con diseños que hacían sencilla su utilización.



# Simulaciones computacionales

## Aliadas para situaciones de emergencia

**Silvia Andrea Morales Manzano** / [silvia.moralesmo@udlap.com](mailto:silvia.moralesmo@udlap.com)  
 Universidad de Las Américas Puebla  
**Dr. Noureddine Lakouari** / [n.lakouari@gmail.com](mailto:n.lakouari@gmail.com)  
**Dr. Julio César Pérez Sansalvador** / [jcp.sansalvador@inaoe.mx](mailto:jcp.sansalvador@inaoe.mx)  
 Departamento en Ciencias Computacionales del INAOE

Previo a la era computacional, los únicos datos sobre la propagación de una enfermedad eran los obtenidos a partir de experimentos en poblaciones de animales o los registrados de pandemias pasadas; ambas opciones tienen la limitante de estar restringidas, ya que reproducir los experimentos para estudiar sus efectos resultaría impráctico y costoso. Las simulaciones computacionales, entre otras cosas, permiten reproducir los resultados y además variar las condiciones de inicio para estudiar sus efectos de manera relativamente sencilla, rápida y barata. Ejemplo de ello son las simulaciones de la propagación del nuevo coronavirus que permitieron estudiar la rapidez de contagio en la población.

Entre otros fenómenos estudiados mediante simulaciones computacionales se encuentra el flujo masivo de personas generados por situaciones de emergencia, que se conocen como estampidas. Las masas peatonales pueden ser modeladas como sistemas de partículas, tal como una nube de gas o un líquido. Como todos los sistemas de partículas,

NW	N	NE
W	C	E
SW	S	SE

Figura 1. El cuadro azul representa la posición del peatón. Las celdas rojas son sus vecinos inmediatos.

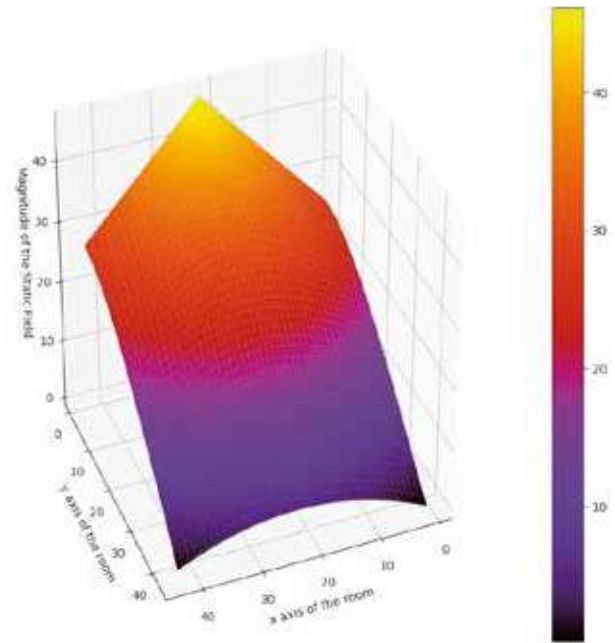


Figura 2. Campo de atracción estático.

estas cuentan con leyes y variables que nos ayudan a predecir sus comportamientos emergentes. Por ejemplo, grandes cantidades de personas pueden exhibir varios comportamientos, como atascamientos, formación de filas, oscilaciones y estampidas.

## Autómatas celulares

La simulación que utilizaremos en este trabajo es una basada en autómatas celulares que son modelos donde el peatón se representa como una partícula que se desplaza en un arreglo de celdas; cada celda puede estar en uno de dos estados: ocupada por un peatón o vacía. El estado de cada celda se verá afectado por el estado de sus vecinos inmediatos. Sus vecinos están definidos por las celdas directamente adyacentes, incluyendo las diagonales como muestra la figura 1.

## ¿Como funciona nuestra simulación?

En nuestro modelo, los peatones sienten una fuerza de atracción hacia la salida, pero también se sienten atraídos al camino más transitado por los demás. Dependiendo de la magnitud y dirección de la fuerza, el peatón se moverá a alguna de las celdas vecinas. El campo de atracción creado por la puerta se le conoce como *campo estático*. Esto se debe a que este campo de atracción no cambiará a lo largo de la simulación. Podemos observar en la figura 2 como la magnitud del campo disminuye al alejarse de la puerta. Entre más oscuro el color de la celda, menor la magnitud de la fuerza de atracción de la puerta.



En cambio, el camino más transitado por los peatones evolucionará a través del tiempo, por lo que se conoce como *campo dinámico*. En la figura 3 podemos observar cómo el de una habitación cambia a través del tiempo. El rojo indica la celda más transitada, mientras que el azul la menos. Ahora, con estos campos de atracción podemos estudiar el movimiento de los peatones.

Para esto, creamos un par de variables que controlan qué tan propenso es un peatón para seguir el campo dinámico o estático. A estas variables las llamamos *parámetros de sensibilidad*. Entre mayor sea el *parámetro de sensibilidad dinámico* ( $K_d$ ), más propenso será un peatón para seguir el camino más transitado. De la misma manera, entre mayor sea el *parámetro de sensibilidad estático* ( $K_s$ ), más propensos serán a seguir el campo estático.

## Nuestros resultados

La simulación que resultó es muy interesante; hay varias razones por las que los peatones no puedan o no quieran caminar directamente hacia la puerta. Pero la más obvia es que simplemente no sepan dónde está la salida. Esta simulación nos enseña la gran importancia de conocer las salidas de emergencia en cualquier habitación o edificio congestionado y recalcar la importancia de dar a conocer dichas salidas de emergencia a los asistentes de un evento.

### ¿Qué otros fenómenos innatos a los humanos podemos simular con el uso de la física y una computadora?

¿Qué tal la simulación de elecciones, de tráfico vehicular e incluso de la evolución? Gracias a la nueva era computacional, cualquiera puede aprender a programar. Ya no es necesario tener un laboratorio para experimentar, lo que aumenta las posibilidades de generar datos interesantes y útiles. Y ¿qué es más emocionante que poder experimentar ilimitadamente desde tu computadora?

Un canal de YouTube que muestra simulaciones computacionales de fenómenos humanos de manera muy gráfica y divertida es PrimerLearning<sup>1</sup>, te lo recomendamos. **H**

### ¡A simular!

<sup>1</sup> [youtube.com/c/PrimerLearning](https://www.youtube.com/c/PrimerLearning). El repositorio de este proyecto se encuentra en [github.com/Silvia-exe/Cellular\\_Automata\\_Pedestrians](https://github.com/Silvia-exe/Cellular_Automata_Pedestrians).

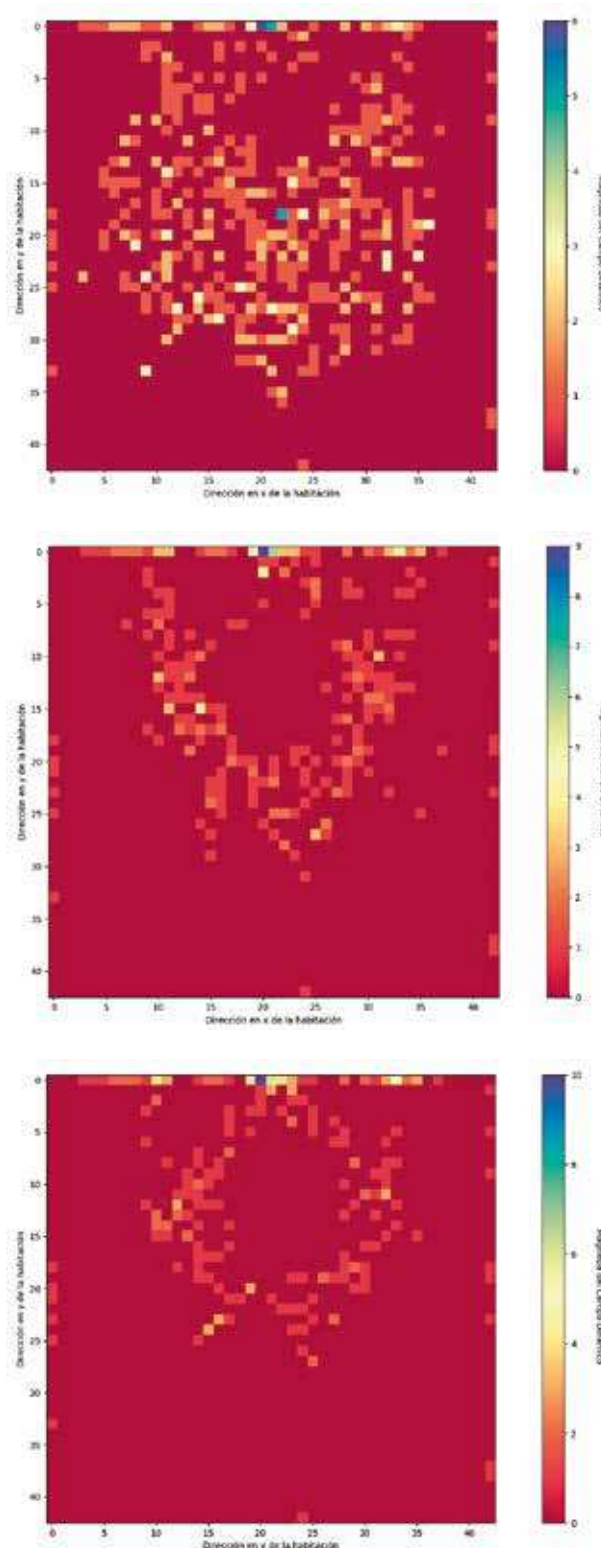


Figura 3. Muestra cómo varía el campo dinámico desde el principio hasta el final de la simulación (de arriba hacia abajo).



# Biotecnología ambiental:

## uso y producción de biomoléculas de origen bacteriano

Dr. Andrés García Romero / andres.garcia@uaem.edu.mx  
 Dra. María del Refugio Trejo Hernández / mtrejo@uaem.mx  
 Centro de Investigación en Biotecnología  
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos

**E**n la naturaleza, y en la mayoría de los ambientes, existe una gran diversidad de bacterias inofensivas para el ser humano que tienen la capacidad de producir biomoléculas con actividades de interés para su aplicación biotecnológica; entre estas destacan los biosurfactantes (BS), que son moléculas anfipáticas, es decir, que tienen la capacidad de estar parcialmente diluidas en agua o en solventes orgánicos. Particularmente, han llamado mucho la atención debido a que tienen propiedades emulsificantes y dispersantes, por lo que son usados en diferentes áreas de la industria farmacéutica, cosmética, alimentaria y biorremediación.

En comparación con sus equivalentes químicos sintéticos, los BS presentan muchas ventajas en su aplicación: son ecológicos, menos tóxicos y biodegradables. Aunado a lo anterior, se ha demostrado que tienen un gran potencial, pues poseen actividades antimicrobianas, antivirales, antitumorales, entre otras.

Los BS se pueden clasificar en dos tipos: de bajo y alto peso molecular; uno de los grupos más interesantes de estos últimos son los exopolisacáridos (EPS). Estos compuestos son polímeros de aspecto gelatinoso que están constituidos por diferentes azúcares, así como proteínas y lípidos, los cuales son excretados al exterior de la célula luego de ser producidos en el citoplasma (figura 1).

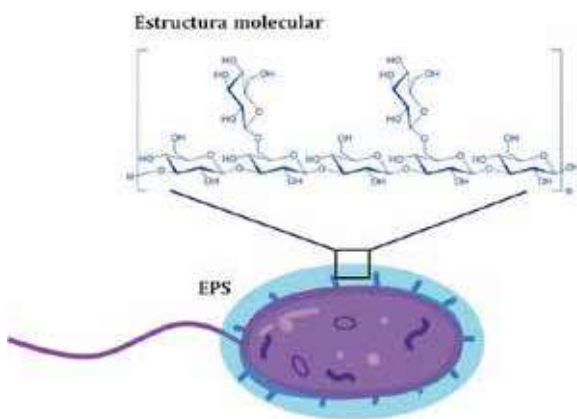


Figura 1. Composición química de los exopolisacáridos (EPS) producidos por bacterias.

## Usos potenciales de los EPS

El papel biológico de los EPS consiste en la recolección de nutrientes, adherencia a la superficie, protección contra factores abióticos y la formación de biopelículas. Debido a sus propiedades y naturaleza química, los EPS tienen numerosas aplicaciones en diferentes sectores industriales (figura 2).

Una de las aplicaciones más prometedoras de los EPS es su uso en la recuperación mejorada de petróleo con ayuda de microorganismos, MEOR, por sus siglas en inglés (Microbial Enhanced Oil Recovery). Gracias a su actividad emulsificante que ayuda en la mezcla de dos sustancias que normalmente son difíciles de mezclar, los EPS son empleados para mejorar los procesos de recuperación de petróleo y el transporte de hidrocarburos. Además, son utilizados para la remoción de colorantes sintéticos como el azul de metileno; también sirven como agentes atractivos para la remoción de contaminantes orgánicos como pesticidas. Asimismo, se ha demostrado que tienen la capacidad de eliminar herbicidas como el glifosato del suelo contaminado.

## Producción de EPS en cultivos en biorreactor

Gracias a estudios de nuestro grupo de investigación, sabemos que la producción de EPS, así como sus propiedades emulsionantes y actividad biológica (figura 3) pueden ser modificadas por las condiciones de cultivo celular, siendo entre las más importantes, la composición del medio de cultivo (fuente de carbono y nitrógeno), la disponibilidad de oxígeno, así como las condiciones fisicoquímicas tales como el pH y la temperatura.

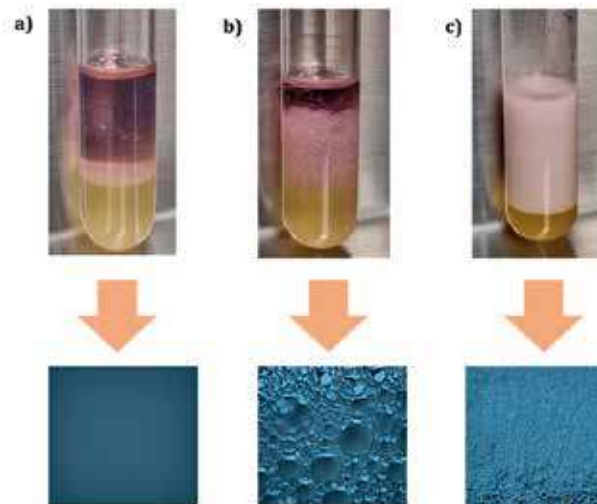


Figura 3. Porcentaje de emulsión (IE24) de los EPS obtenidos a diferentes tiempos de cultivo en un biorreactor a) 5 % b) 45 % c) 85 %, la cual es observada como el resultado de la dispersión de una fase, dividida en gotitas extremadamente pequeñas en otra con la que no es miscible, es decir, que no se puede mezclar.







Figura 2. Aplicaciones de los EPS en diferentes áreas biotecnológicas.

Debido a que nuestro interés es incrementar la producción de EPS, en los últimos años nos hemos dado a la tarea de emplear diferentes estrategias de bioingeniería en fermentadores o biorreactores, los cuales son dispositivos de cultivo a gran escala utilizados en procesos que desempeñan un papel clave en la producción y el escalado de cultivos celulares (figura 4).

Estos sistemas pueden controlarse totalmente y permiten que el organismo vivo crezca de manera óptima. Existen distintos tipos, donde la diferencia principal es debida a los requerimientos del cultivo, el tipo de microorganismo y el tipo de fermentación. Asimismo, para hacer el proceso más rentable, se busca el uso de sustratos alternativos de menor costo como la melaza de caña de azúcar, licor de maceración de maíz, sueros, hidrolizados, entre otros, los cuales pueden contribuir a una reducción sustancial de los costos de producción a gran escala.

En síntesis, el conocimiento generado sobre el efecto de las condiciones de cultivo nos proporcionará, por un lado, la obtención de EPS a gran escala como una técnica factible y económicamente atractiva para su estudio en campo y además nos permitirá el desarrollo de nuevos EPS que posean propiedades novedosas y funcionales que sean de gran interés en diferentes industrias. **H**

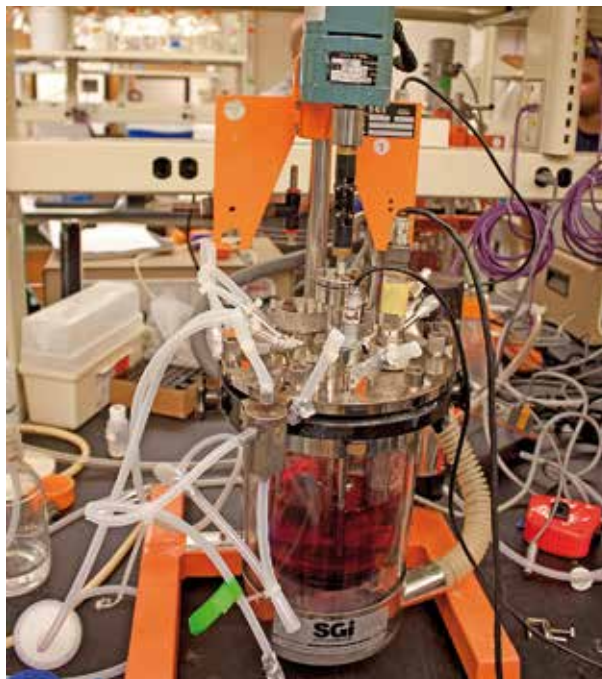


Figura 4. Cultivo en biorreactor empleado para incrementar la producción de EPS. Foto: Matt Janicki.



## La UNAM desarrolla un nuevo y económico material para la remediación de aguas contaminadas

**Dra. Francisca Villanueva-Flores** / francisca.villanueva@tec.mx

Instituto de Biotecnología

Universidad Nacional Autónoma de México

Tecnológico de Monterrey, *campus* Chihuahua

**Dra. Laura A. Palomares Aguilera** / laura.palomares@ibt.unam.mx

Instituto de Biotecnología

Universidad Nacional Autónoma de México

**E**l río Atoyac (del náhuatl, *atl toyahul* significa “corriente de agua”) es un afluente del río Balsas y es parte del sistema hidrológico de la cuenca Puebla-Tlaxcala (figura 1). El Atoyac nace de los deshielos de la Sierra Nevada del flanco norte del Iztaccíhuatl. Desde la época prehispánica, el río Atoyac fue de gran importancia económica para la región, donde desde la época colonial hasta el siglo XIX, floreció la industria textil. Para lograr los estampados en tela de la época, fue necesario aplicar una nueva tecnología hidráulica y química con las que empezó la devastación del río.

Actualmente, este río recibe los residuos de más de 8 mil empresas, donde 57 % de estos se vierten sin tratamiento y 34 % se tratan con procesos deficientes. La fuerte contaminación del río Atoyac vulnera los derechos humanos de los habitantes de la región a un medio ambiente sano. Se ha estimado que el valor de los daños a la salud, sociales y económicos por su contaminación asciende a \$483 millones de pesos mexicanos.

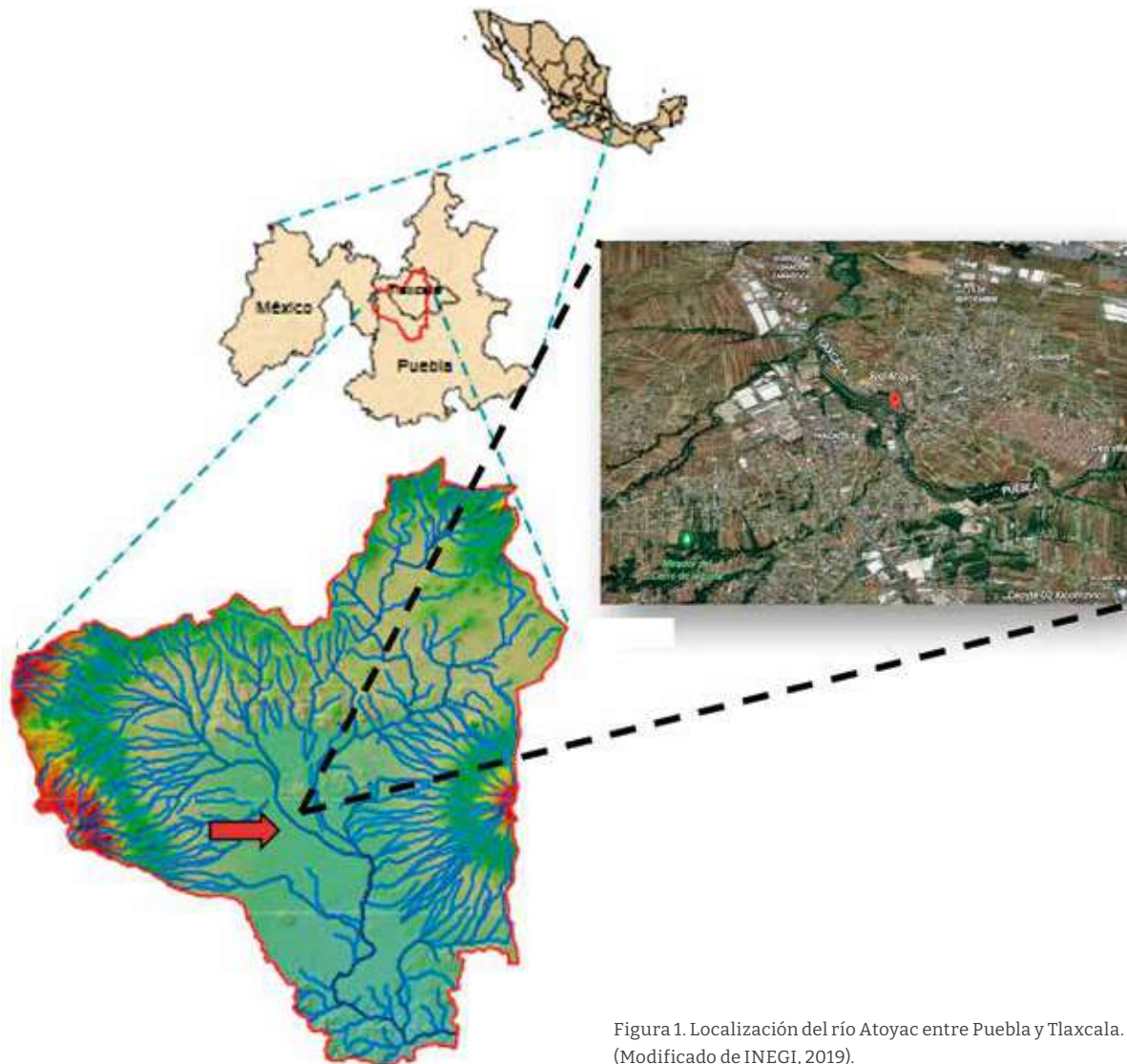


Figura 1. Localización del río Atoyac entre Puebla y Tlaxcala. (Modificado de INEGI, 2019).



Recientemente, hemos producido unas nuevas membranas poliméricas (sustancia compuesta por la unión repetida de unidades más simples llamadas monómeros) de un material llamado “poli vinil formal” (PFA).

Las membranas son capaces de adsorber metales y metaloides presentes en muestras de agua contaminada del río Atoyac. El proceso de adsorción de estos compuestos en las membranas de PFA consiste en la unión física de los cationes (iones con carga positiva) a la red polimérica que posee cargas negativas; y, bajo el principio de que cargas opuestas se atraen, los metales y metaloides quedan atrapados en la membrana (figura 2).

Al poner en contacto muestras de agua contaminada con las membranas, en solo unas horas se logró una reducción de plomo, manganeso, arsénico y talio hasta niveles aceptables para el agua potable, según la Norma Oficial Mexicana (NOM-127-SSA1-1994). Otros metales que se adsorbieron fueron aluminio, titanio, vanadio, níquel, hierro y antimonio.

Lo más importante de este nuevo material es que es muy simple, rápido y económico de obtener, pues su síntesis toma 42 horas y, a diferencia de otros materiales reportados para estos fines, la producción de las membranas no requiere personal especializado, así como procedimientos ni equipo sofisticado y su costo de producción es de apenas 35 centavos de peso mexicano el centímetro cúbico, considerando únicamente el precio de los reactivos.

Además, en ese estudio, demostramos que el material posee una buena estabilidad química y resistencia mecánica, por lo que el material puede instalarse a la intemperie sin sufrir daños. Asimismo, las membranas logran resistir flujos de agua a una presión de hasta 2 kilogramos por centímetro

cuadrado sin deformarse, lo cual sugiere que es viable su utilización a gran escala<sup>1</sup>.

En conjunto, las excelentes propiedades de adsorción, químicas, mecánicas y su bajo costo de producción, que representa apenas una fracción de los gastos de saneamiento en las plantas de tratamiento convencionales, hacen a estas membranas un material muy atractivo para el saneamiento de aguas residuales, especialmente en países en vías de desarrollo. Es por ello que actualmente se trabaja en el escalamiento del proceso para validar su funcionamiento a escala industrial. **H**



Presa Valsequillo, en el estado de Puebla; esta recibe las aguas del Río Atoyac.

<sup>1</sup> Este trabajo ha sido publicado recientemente en la revista *Journal of Water Reuse and Desalination* (<https://doi.org/10.2166/wrd.2022.077>).

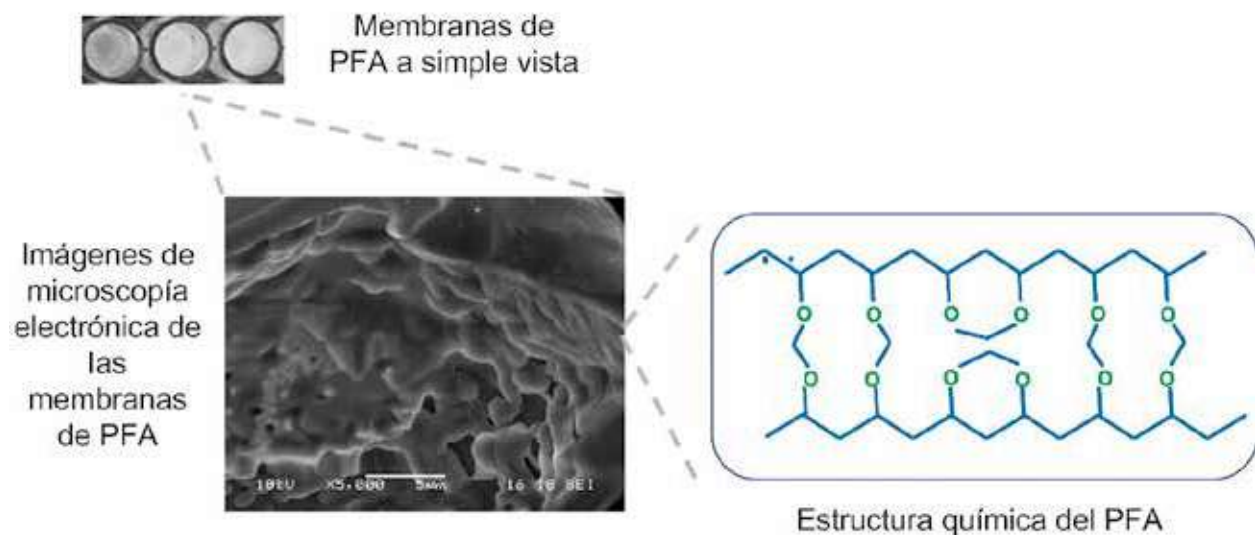


Figura 2. Membranas de PFA observadas a simple vista y con un microscopio electrónico.





# La nutria, embajadora de la conservación de los ríos y lagunas de México

Dr. Pablo C. Hernández Romero / pablohernandez@conbiodes.com  
Universidad Autónoma de Aguascalientes

**L**as nutrias son especies carnívoras que pertenecen a un grupo llamado mustelidos, en el cual se encuentran otras especies como el tejón, la comadreja y los hurones. Las nutrias son animales peculiares ya que son especies que habitan en ambientes semi-acuáticos, esto quiere decir que requieren de agua y tierra para poder vivir. En el mundo existen 13 especies y en México contamos con tres de estas: la nutria marina (*Enhydra lutris*), la nutria neártica o de río (*Lontra canadensis*) y la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*).

La nutria neotropical también conocida como perro de agua, es la nutria con mayor presencia en México y la especie con el mayor número de estudios. Un alto porcentaje de su dieta (más de 80%) se basa en la ingesta de peces, crustáceos (cangrejos y camarones de río) y el resto se compone por aves acuáticas, anfibios, reptiles, pequeños mamíferos

e insectos. Esta especie es generalmente solitaria y sólo se reúnen durante la época de apareamiento que ocurre entre el otoño e inicios de primavera. El nacimiento ocurre durante la temporada de secas y las hembras pueden parir de una a cuatro crías.

**Las cuales pasarán entre seis y doce meses junto a la madre, tiempo en el cual ella les enseña a nadar, bucear, buscar alimento y refugio.**

Lamentablemente, la nutria neotropical presenta diversas amenazas en México que ponen en riesgo su preservación en vida libre; siendo la destrucción y degradación de su hábitat la principal amenaza, después está la sobreexplotación de peces y crustáceos en ríos, lo que ocasiona la disminución





Nutria neotropical alimentándose de pescado.  
Hernández-Romero.

de su principal fuente de alimento, lo que propicia que desaparezcan poblaciones locales.

Otra amenaza es la captura de ejemplares para ser mantenidos como mascotas; esta es una actividad que crece debido a las redes sociales y el material que en ellas circula de personas con nutrias en cautiverio, lo que hace que su demanda vaya en aumento. Las nutrias en cautiverio son extraídas de su hábitat y un alto porcentaje de ellas muere debido a que requieren de cuidados y condiciones especiales que no se les pueden dar en una casa.

Por todas estas amenazas, la nutria está catalogada como especie amenazada por la NOM-059 de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por lo tanto es una especie protegida y es un delito cazarla, mantenerla en cautiverio o hacer uso de sus partes y derivados.



Grupo de monitoreo participativo de nutria en Veracruz.  
Foto: Hernández-Romero.

A pesar de esta protección, actualmente se siguen cazando y capturando ejemplares para tenerlos en cautiverio; por lo cual es importante realizar proyectos que impulsen la sensibilización de la población hacia la conservación de esta importante especie. Además, es necesario incluir a las comunidades locales en los esfuerzos por conservar a la nutria y su hábitat pues son claves para que los esfuerzos de conservación sean exitosos, pues son ellos los que deciden, en última instancia, si conservar o no a la especie.

## La embajadora de los ríos y lagos de México

La nutria es el depredador tope de la red trófica de los ríos y lagunas de México, esto quiere decir que es el máximo depredador de su ambiente. Lo anterior hace posible que, por medio de estudios sobre las condiciones en las que se encuentran las poblaciones de la nutria, conocer de manera indirecta las características de su hábitat; por mencionar algunos ejemplos: los grados de perturbación, la presencia de contaminantes en la red trófica y la calidad del hábitat.

Es por ello que la nutria puede ser considerada como la embajadora de los ambientes acuáticos de México, debido a que ella, de alguna manera, representa a su hábitat y a todas las especies que en él conviven. Esto hace aún más importante que se hagan esfuerzos para la conservación de esta especie y su hábitat, ya que si se mantienen poblaciones de nutria en buenas condiciones también se tendrán ambientes acuáticos saludables en el país. **H**



Nutria neotropical. Hernández-Romero.





Figura 1. Bosque de mangle rojo (*R. mangle*) en la laguna de La Mancha, Veracruz. Foto: Alejandro Corona.

# Mangles: adaptados para vivir entre la tierra y el mar

M. en C. Alejandro Corona Salto / [alejandro.corona@inecol.mx](mailto:alejandro.corona@inecol.mx)  
Instituto de Ecología, A. C.; Xalapa, Veracruz

**L**os mangles son árboles adaptados a vivir en áreas donde la tierra y el agua salina confluyen, como los esteros o las lagunas que conectan al mar. Al vivir en la costa, estos árboles tienen el reto de tolerar la marea, la salinidad del agua y del suelo, y la baja cantidad de oxígeno en las raíces cuando hay periodos largos de inundación. En el mundo existen alrededor de 52 especies de mangle, aunque en México sólo se han registrado 6: mangle negro, rojo, blanco, botoncillo, salado y caballero. A pesar de que existen pocas especies en nuestro país, estos árboles conforman bosques de manglar que albergan una gran biodiversidad. Además, son muy importantes para la economía, ya que proveen de alimento, madera y son una protección contra huracanes e inundaciones.

## ¿Cómo están adaptados los mangles al ambiente costero?

Una adaptación es una característica morfológica (de forma), fisiológica (de función) o de comportamiento, desarrollada en la evolución de un organismo; las adaptaciones de un

mangle se distinguen en la forma y función de sus raíces y hojas, así como en sus estrategias reproductivas.

La entrada del agua de mar puede elevar la salinidad del suelo, lo que presenta un problema para las plantas. El exceso de sal impide que el agua sea absorbida eficientemente a través de sus raíces, provocándoles deshidratación, y en caso de ser absorbidas, las sales pueden ser tóxicas; sin embargo, los manglares tienen varias formas de tolerar altas concentraciones de sal, llegando a soportar niveles similares o mayores a los del agua del mar, que tiene en promedio 35 gramos de sal por litro.

Los mangles negro y blanco secretan sales mediante unas glándulas especiales que se encuentran en sus hojas; en el primero, incluso, se pueden observar los granos de sal formados en su superficie (figura 2). El mangle rojo es capaz de “filtrar” la sal del agua mediante sus raíces, evitando que entre a su organismo. Otras especies se deshacen de la sal acumulándola en sus hojas viejas o amarillas, que después mueren y se desprenden de las ramas.

Al igual que otros seres vivos, las plantas también necesitan respirar oxígeno; sin embargo, en el suelo de un manglar normalmente hay poco, debido a la inundación. Por ello, el mangle negro, por ejemplo, desarrolla unas estructuras llamadas neumatóforos, que crecen en las raíces en forma vertical; éstas emergen del suelo y superan el nivel del agua para poder respirar. Justo como cuando vamos a nadar y usamos un esnórquel para poder respirar debajo del agua (figura 3).

El mangle rojo desarrolla unas raíces que crecen desde su tronco o ramas, y se extienden hasta el suelo. A estas raíces se les conoce como zancos y le dan su forma tan característica a esta especie. Este tipo de raíces, que crece por encima del suelo tiene unos orificios muy pequeños en su superficie





Figura 2. Hoja de mangle negro (*A. germinans*) con granos de sal en su superficie. Foto: Alejandro Corona.



Figura 4. Raíces de mangle rojo (*R. mangle*) con lenticelas que permiten la entrada de aire. Foto: Alejandro Corona.

llamados lenticelas, que dejan entrar el aire y permiten que se difunda a través del tejido esponjoso de la raíz (figura 4).

Los cambios en la marea y el flujo del agua son muy importantes para la reproducción de los mangles, por ello, muchas especies son vivíparas, es decir, producen semillas que germinan antes de separarse de la planta madre; la pequeña planta crece aún adherida a su madre para luego caer al agua

en donde es transportada por la corriente hasta alcanzar un sitio adecuado; esta estrategia le da una mayor posibilidad de sobrevivir, pues mientras más grandes sean las plántulas, mayor es su posibilidad de anclarse al suelo, crecer por encima del nivel de agua sin ahogarse y competir con otras plantas que crecen a su alrededor. Todas estas adaptaciones les han dado a los mangles una gran ventaja para dominar las costas tropicales y vivir entre la tierra y el mar. **H**



Figura 3. Neumatóforos de mangle negro (*A. germinans*) en Tampamachoco, Veracruz. Foto: Alejandro Corona.



# Arrecifes artificiales, ¿cómo se colonizan?

M. en C. **Angélica Vázquez-Machorro** / [angelica\\_v\\_m@yahoo.com](mailto:angelica_v_m@yahoo.com)  
Universidad Nacional Autónoma de México  
**Dr. Horacio Pérez-España** / [hspana@uv.com](mailto:hspana@uv.com)  
Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías | Universidad Veracruzana

**E**n el mar, los ecosistemas con mayor diversidad son los arrecifes de coral. Sin embargo, muchas de las actividades humanas los afectan de manera directa (pesca, turismo, anclaje de embarcaciones) o indirecta (desechos de las grandes urbes, cambio climático o acidificación de los océanos). Una manera de ayudar a estos ecosistemas naturales es crear estructuras artificiales; estos sustratos son hechos por el ser humano y pueden formar arrecifes artificiales debido a la gran cantidad de vida que se alberga en ellos; aunque las especies pueden ser muy similares entre las estructuras naturales y artificiales, estas últimas jamás igualarán a la de un arrecife de coral; sin embargo, pueden disminuir la presión en ellos ya que puede practicarse la pesca o el buceo en los arrecifes artificiales, que pueden ser fabricados de materiales duros (granito, concreto prefabricado, cascos de aviones, carros o barcos) o semiduros (neumáticos o madera).



Figura 1. Poliquetos colonizadores del barco hundido Comodoro Manuel Azueta, México. Foto: Emilio Vélez.

Toda la diversidad que estas estructuras artificiales pueden llegar a albergar comienza con el establecimiento de las primeras especies, en un proceso conocido como “colonización”. Una vez que se han colocado sobre el fondo marino, existe sustrato disponible para muchos organismos colonizadores que comenzarán a establecerse después de las primeras horas. A esta comunidad se le denomina biopelícula y está compuesta por organismos microscópicos.





Después de algunas semanas, incluso meses, la comunidad inicial sirve de alimento para otros invertebrados, por lo que comenzarán a establecerse los primeros organismos macroscópicos, como son las larvas de invertebrados: hidroides, briozoos, esponjas, gastrópodos, bivalvos, ascidias, poliquetos, entre otros. Esta comunidad se va a caracterizar por estar formada de organismos pequeños, de crecimiento rápido, ciclos de vida cortos y simples, con tramas tróficas lineales donde predominan los herbívoros, la diversidad es baja y existe el oportunismo.

### Asimismo, muchas de las estructuras calcáreas de estos organismos servirán como sustrato duro para el establecimiento de las posteriores comunidades.

Con el paso del tiempo y el desarrollo de la comunidad de macroinvertebrados, se establecerán organismos de mayor tamaño, crecimiento más lento, con ciclos de vida largos y complejos, las tramas tróficas ya no son lineales sino en forma de red y predominan los detritos, además de que son buenos competidores y la diversidad de especies es alta. En esta comunidad se encuentran organismos como los corales, esponjas, moluscos, crustáceos, poliquetos, equinodermos, entre otros.

El desarrollo de estas comunidades está influenciado por la temperatura, salinidad, corrientes, sedimentación y luz en el agua, las interacciones entre las diferentes especies que habitan el sustrato artificial y el material con que está elaborado. Esto se observó en las costas de Fort Lauderdale, en Florida, donde se colocaron más de dos millones de neumáticos, generando un desastre ecológico ya que los organismos no se establecieron, además de que acabaron contaminando los arrecifes cercanos y las playas. Asimismo, se han observado casos de éxito como el barco Thunderbolt en Florida y el barco Manuel Azueta en México (figura 1).

En el mundo, hasta el año 2016, se ha registrado el establecimiento de 1907 arrecifes artificiales, de los cuales, 91% se localiza en Estados Unidos; mientras que en México sólo existe 0.10%, sin contar el último que se hundió en el año 2017.



Finalmente, los arrecifes artificiales son importantes porque ofrecen refugio y espacio para establecer diferentes especies, pueden funcionar como estructuras de protección a la línea de costa y generan diferentes beneficios socioeconómicos; son importantes en la restauración y mitigación de impactos negativos en los arrecifes naturales. **H**



Briozoos (izquierda) e hidroides (derecha) del barco hundido Comodoro Manuel Azueta, México. Foto: Manuel Victoria.



Comunidad macrobentónica colonizadora del barco hundido Comodoro Manuel Azueta, México. Foto: Manuel Victoria.





Foto: André-Ph. D. Picard

Mielcio de los hongos ectomicorrizicos (blanco) asociados con las raíces del pino *Picea glauca* (marrón).

# Relaciones bajo el suelo

Ing. Ana Laura Cornelio Rodríguez / [laucornelioo@outlook.com](mailto:laucornelioo@outlook.com)  
Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato A.C. (CESAVEG)

La zona alrededor de las raíces de las plantas concentra una gran fracción de la biodiversidad total de la tierra, siendo probablemente el hábitat más dinámico del planeta, denominado como rizosfera; en este se producen un sin fin de interacciones entre microorganismos e invertebrados; en dicha región del suelo, adyacente a las raíces, se genera un microhábitat enriquecido con nutrientes inorgánicos provenientes de los exudados de las raíces de las plantas, los cuales son de muy diversa naturaleza química y poseen distintas funciones biológicas, además de que el tipo y cantidad de exudados está determinado por la especie de planta, edad y estado fenológico.

Las raíces liberan considerables cantidades de carbono orgánico dentro de la rizosfera. Este carbono es adquirido por la planta por el proceso de fotosíntesis y una gran porción de este es fijado (entre 30 a 60 % en plantas de especies anuales) y transportado al sistema de raíz.

Todas las especies vegetales interactúan con una gran variedad de microorganismos, así la nutrición vegetal ocurre



dentro de un sistema complejo de planta-sustrato y microorganismos; de este modo, la liberación de estos compuestos orgánicos por las raíces, además de suponer una fuente de energía necesaria para el desarrollo de comunidades activas de microorganismos, actúan como señales químicas con diferentes respuestas; esto puede ocurrir a nivel raíz-raíz o raíz-microorganismos.





Cultivo de un niscal o robellón (*Lactarius deliciosus*), un hongo ectomicorrízico, en una placa de Petri.

A partir de estas relaciones entre plantas y microorganismos del suelo, estos se dividen en tres grandes grupos: a) *saprófitos*, que utilizan compuestos orgánicos procedentes de residuos de animales, vegetales o microbianos; b) *patógenos*, causantes de enfermedades a las plantas y c) *simbiontes*, la relación de dos o más organismos que viven juntos.

## Simbiosis mutualista

Una de las habilidades más eficaces de las plantas para afrontar situaciones que limitan su alimentación es el asociarse a ciertos hongos especializados propios del suelo; las funciones de estos son múltiples: degradan la materia vegetal, benefician a las plantas asociándose a sus raíces y algunos de ellos les producen enfermedades.

Las raíces de la mayoría de las plantas superiores están infectadas por hongos y, en consecuencia, la raíz es modificada estructuralmente de una manera característica. La estructura compuesta raíz-hongo se denomina micorriza: una asociación de las raíces de las plantas con algunos grupos de hongos; son, en general, simbiosis de



Plántulas de roble (*Quercus robur*) colonizadas por micorrizas. La apariencia blanca ocurre porque el hongo se envuelve fuertemente sobre los diminutos pelos de las raíces. Imagen: Plant Design Online.

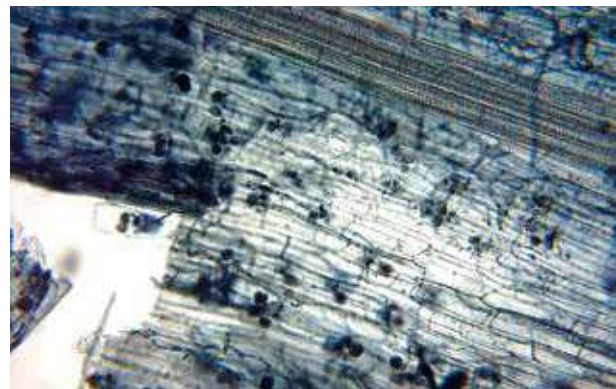
carácter mutualista en las que el hongo proporciona a la planta nutrientes, minerales y agua procedente del suelo y, a cambio, la planta le cede al hongo hidratos de carbono derivados de la fotosíntesis; más de 90% de especies vegetales están asociadas a estos hongos.

Existen tres tipos de micorrizas que vienen definidas por planta-hongo y por la estructura simbiótica: **1) ectomicorrizas:** se desarrollan intercelularmente dentro del córtex radical sin que se produzca una penetración intracelular, el hongo forma un manto de hifas alrededor de las raíces que se puede ver a simple vista; **2) endomicorrizas o micorrizas arbusculares:** no forman un manto externo y el hongo penetra en las células del córtex produciéndose un intercambio de nutrientes; y **3) ectendomicorrizas:** presentan características de ambos tipos.

Las endomicorrizas son las más abundantes y dentro de ellas están las micorrizas arbusculares, llamadas también micorrizas glomeromicota, que son las asociaciones más comunes y más ampliamente distribuidas; esta asociación de plantas-hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) data de más de 400 millones de años. Los hongos *Glomeromycota* tienen la capacidad de desarrollar una red de hifas fuera de la raíz que se extiende en el suelo que proporciona una superficie extra de absorción de nutrientes a la misma.

Son considerados simbióticos obligados, es decir no pueden completar su ciclo de vida, sin establecer simbiosis con la raíz de una planta y su función principal es facilitar a la planta la absorción de agua, fósforo y nitrógeno, además de mejorar las propiedades físicoquímicas del suelo y la formación de agregados por medio de la adhesión de partículas debida a una proteína exudada por el micelio llamada glomalina, además mejora la estructura y estabilidad, aumentan la capacidad de retención de agua y reduce la erosión del suelo.

La importancia de las micorrizas en la nutrición mineral de las plantas es uno de los aspectos más estudiados de la simbiosis por su repercusión en el desarrollo vegetal, jugando un papel vital en la toma del fósforo presente en los suelos. **H**



Vista microscópica de una micorriza arbuscular. Imagen: MS Turmel, University of Manitoba.





# Tacos ancestrales

Dra. Margarita Mondragón Chaparro | [mmondragon@ipn.mx](mailto:mmondragon@ipn.mx)  
Instituto Politécnico Nacional (IPN), CIIDIR-Unidad Oaxaca

Los tacos se han convertido en un alimento común en gran parte del mundo, por su fácil preparación y gran variedad de sabores. Aunque se han reportado las características nutricionales de los tacos con los ingredientes más conocidos, como tacos de lengua, al pastor o de bistec, dichas características no se han evaluado en tacos de hortalizas ancestrales de México, a pesar de que son deliciosos y merece la pena probarlos e incluirlos en nuestra dieta. El quintonil es una de estas hortalizas comestibles que suele consumirse en caldo o en tacos cuando sus hojas, en forma de punta de lanza, están verdes y frescas.

Para su preparación en tacos, el quintonil se fríe con cebolla y con o sin jitomate: se trata de las plantas de *Amaranthus* o amaranto que crecen como maleza de otros cultivos o son cultivadas y que al ser usada a manera de hortaliza reciben el nombre de quintonil.

Las especies del género *Amaranthus* no son exclusivas de México; de 79 especies, 40 son americanas y 29 se distribuyen en



Estados Unidos y México, entre las cuales hay once variedades mexicanas y sólo dos de ellas producen granos.

**Debido a sus características, el quintonil también puede ser considerado un quelite, ya que la voz náhuatl para denominar a las hierbas verdes comestibles es *quilitl*.**

En México, el consumo del amaranto como alimento existe desde la época prehispánica; documentado en un amplio registro arqueológico y literario; de acuerdo con pruebas arqueológicas en el Valle de Tehuacán, el consumo del amaranto como grano y hortaliza data de entre el 5200 y 3400 a.C. Aun así, solamente en fechas recientes se ha evaluado su calidad nutricional, encontrándose altos niveles de proteína, entre 16.3% y 26.7% de su peso seco, lo que lo coloca como una fuente reconocida de proteína vegetal que puede proporcionar casi 25% de la proteína diaria recomendada cuando se consume el equivalente a 100 g de hoja seca. La tortilla de maíz, como elemento base de los tacos, contiene solamente 5.4 g de proteína por 100 g de muestra, inferior al contenido del quintonil.

El contenido de calcio del quintonil (951.8 miligramos/100 g peso fresco) es mayor en comparación con otra hortaliza muy consumida por los mexicanos, las verdolagas (512.7 mg/100 g peso fresco). Los niveles de los minerales fósforo (P), hierro (Fe), calcio (Ca) y zinc (Zn) superan a los de otras hortalizas como la acelga, el apio y la espinaca y también contiene vitaminas A, B1, B2, B3, B6, C y E.

Aunque no se conoce la alteración de la calidad nutricional (% proteínas) al ser cocidas, manera en que se utilizan en los

tacos, podemos decir, sin embargo, que suelen cocinarse con cebolla, de la cual se han reportado propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias e inclusive anticarcinogénicas, además de proporcionar vitamina B, C y E, aminoácidos y fibra. Aunado a los beneficios de las tortillas de maíz, las cuales son ricas en fibra y calcio y que aportan vitaminas A, B y C, así como proteínas vegetales, resulta ser que los tacos de quintonil son un alimento con alto valor nutricional. **H**





Dra. Samantha E. Bautista Marín / [samantha.bautista@uaq.mx](mailto:samantha.bautista@uaq.mx)  
Dr. Konisgmar Escobar García / [konisgmar.escobar@uaq.mx](mailto:konisgmar.escobar@uaq.mx)  
Facultad de Ciencias Naturales  
Universidad Autónoma de Querétaro

# Hongos o antibióticos

## ¿Cómo evitar que se enfermen los lechones?

Figura 1. Lechones en área de maternidad.

Foto: Smithfield Foods, Inc.

**L**a producción porcina no solo reproduce y engorda animales; este trabajo conlleva mucha responsabilidad, tal como mantener a los animales libres de enfermedades a través de la medicina preventiva, procurar su bienestar cubriendo necesidades de alojamiento y nutrición, así como conservarlos en un ambiente sano, lo que redundará en un beneficio productivo. Dicho lo anterior, el más importante de estos factores es la nutrición animal, ya que aproximadamente entre 65 y 85 % de los costos de producción se deben a este rubro y tiene una gran influencia en la salud de los animales.

Cuando las hembras son llevadas al área de maternidad, es muy importante la limpieza y desinfección, pues de esto depende su estado sanitario y el de los lechones próximos a nacer. Durante las primeras 12 horas de vida, los lechones deben ingerir calostro, la primera leche de la madre, que les proveerá anticuerpos, nutrientes necesarios para que puedan estar

protegidos contra los microorganismos del medio ambiente, puedan tener la energía y proteína necesarias para moverse y mantener su temperatura corporal (figura 1).

## Destete

Los lechones se mantendrán con su madre y hermanos hasta el destete, que se refiere al período en que finaliza la lactancia, utilizando alimentos complementarios, el cual se realiza entre los 21 a 28 días de edad (figura 2). Esta etapa es la más crítica de su vida, ya que sufren cambios sociales, ambientales y nutricionales. El que más impacta es el nutricional, puesto que los lechones pasan de estar tomando leche materna, que está compuesta por proteínas de origen



animal de fácil digestión, a consumir un alimento sólido, conformado mayormente por proteínas de origen vegetal, las cuales son más difíciles de digerir causándoles severos problemas gastrointestinales que les provocan diarreas, lo que deriva en pérdidas considerables.

El problema de las diarreas en esta importante etapa se ha atacado por medio de antibióticos, los cuales controlan el desarrollo de microbios en el intestino, favoreciendo a las bacterias benéficas y eliminando a las potencialmente patógenas, sirviendo como promotores de crecimiento en los lechones.

Los especialistas en nutrición animal han buscado alternativas al uso de los antibióticos, ya que en varios países se han prohibido debido a los problemas de resistencia bacteriana que se ha convertido en un problema de salud pública.

## ¿Cuál sería la alternativa a los antibióticos?

El camino durante esta búsqueda ha sido muy complicado, pues muchos resultados no han sido favorables y aún no se ha logrado encontrar una alternativa que sea comparable a los antibióticos; sin embargo, un tipo de hongo, las levaduras probióticas del género *Saccharomyces spp* han mostrado ventajas en varios estudios, pues estabilizan el ambiente intestinal controlando la inflamación, disminuyendo la presencia y la severidad de las diarreas; con lo que se evitan los daños intestinales, favorece y restaura el balance intestinal y por ende mejora la salud de los lechones.

Una especie de estas levaduras (*S. boulardii*) ejerce un efecto benéfico en la nutrición de los lechones recién destetados, ya que se ha visto que aumenta la altura de las vellosidades intestinales y con esto mejora la absorción de nutrientes.

**Además, ayuda a controlar y disminuir la inflamación en caso de diarreas, mejora la función intestinal; también ayuda a aumentar el consumo de alimento de los lechones, mejora la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia.**

Es por esto que esta especie de levaduras son una alternativa interesante en la nutrición de cerdos para mejorar la producción, y aunque no se lleguen a tener los resultados comparables con el uso de antibióticos, los productores evitan de esta manera las grandes pérdidas observadas durante el destete, que redundará en ganancias económicas y, lo más importante, la salud tanto de los animales como de los consumidores finales que somos los humanos. **H**



Figura 2. Lechones recién destetados.  
Imagen: Samantha Bautista, 2022.

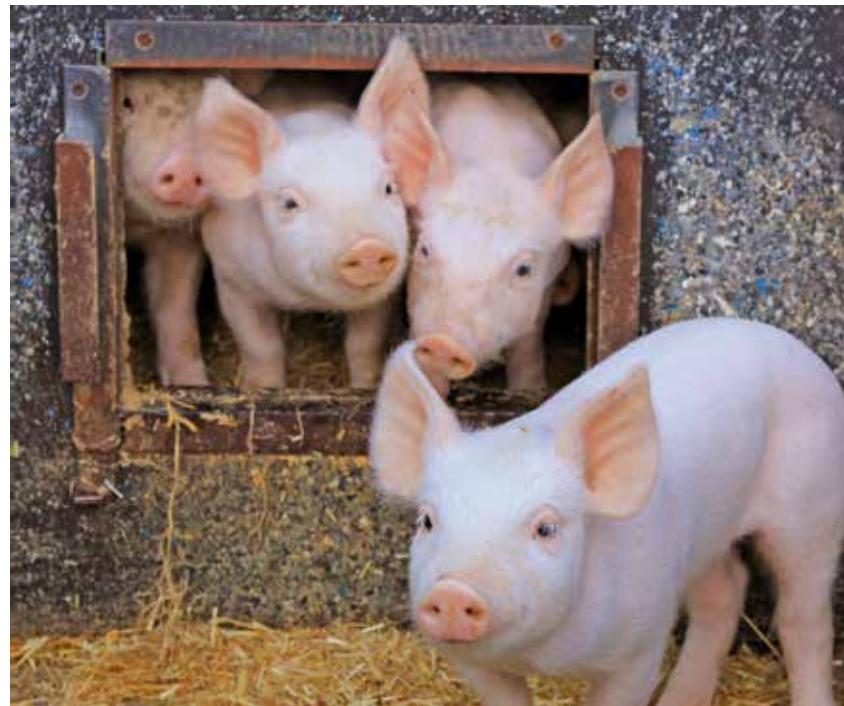


Figura 3. Lechones en área de destete.  
Imagen: Ayné Sánchez, 2022.



# Balance hídrico:

## una manera de conocer la disponibilidad de agua

**MCSA Pamela E. Zúñiga Bello** | [pamela.zunigab@uaem.edu.mx](mailto:pamela.zunigab@uaem.edu.mx)  
 Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería  
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos  
**Dr. Hugo Saldarriaga Noreña** | [hsaldarriaga@uaem.mx](mailto:hsaldarriaga@uaem.mx)  
 Centro de Investigaciones Químicas  
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos

**E**l agua es uno de los principales recursos naturales del cual depende la vida de este planeta; es utilizado fundamentalmente para la producción y procesamiento de alimentos, actividades domésticas, generación de energía, procesos industriales, producción pecuaria y recreación; sin embargo, su consumo también implica contaminación e impactos negativos en el ciclo del agua.

A través del tiempo, la demanda del agua se ha incrementado, ocasionando escasez, lo que es preocupante en sitios con mayor vulnerabilidad al cambio climático que, como ya se

sabe, es la variación en los patrones del clima que persisten a lo largo del tiempo debido al aumento de la temperatura, lo que trae consigo diversas alteraciones como tormentas de mayor intensidad y frecuencia, sequías, inundaciones, incremento en el nivel del mar, pérdida de recursos naturales, entre otras.

Debido a esta situación, se ha recurrido a diversos métodos que permiten cuantificar la cantidad de agua disponible en determinado lugar, considerando características como la temperatura, precipitación, humedad y uso de suelo. Uno de estos métodos es el balance hídrico, que contabiliza la cantidad de agua que ingresa y se extrae de las cuencas y, a su vez, considera la forma en que se reintegra al medio ambiente a través del tiempo.

## ¿Cómo realizar un balance hídrico?

Para poder llevar a cabo esta evaluación es necesario elegir un lugar de estudio que disponga de la información necesaria; algunos sitios cuentan con estaciones de monitoreo meteorológico en funcionamiento, pertenecientes a instituciones educativas, a la Comisión Nacional del Agua o al Servicio Meteorológico Nacional, las cuales a través del tiempo miden la temperatura, la precipitación, la radiación solar y la velocidad del viento; posteriormente, se debe evaluar el comportamiento de la temperatura y la precipitación a lo largo del periodo de estudio; es decir, si hace más calor o frío,

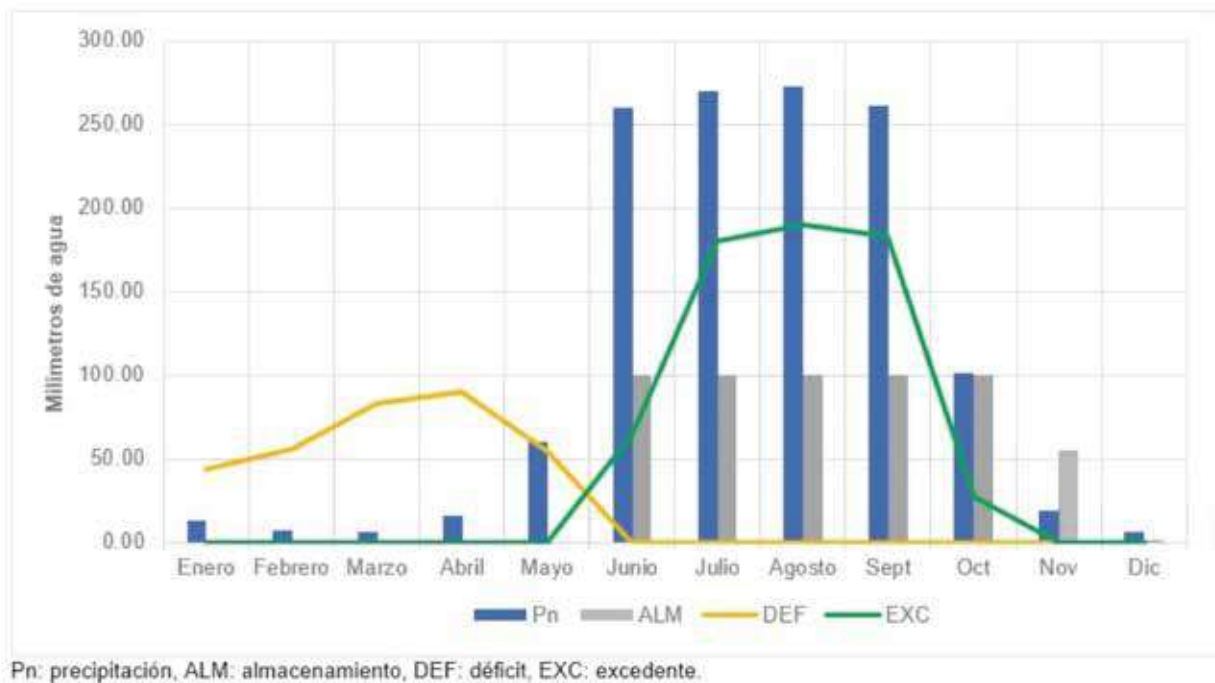


Figura 1. Balance hídrico calculado para el municipio de Cuernavaca (periodo 1955-2016). Fuente: Zúñiga y Saldarriaga, 2022.







si llueve en mayor cantidad o, por el contrario, se presentan sequías; lo que dará una idea del comportamiento del clima en dicho lugar.

Por medio de diversos cálculos y tomando en cuenta las horas de sol en la zona de estudio, pondrás en práctica tus conocimientos matemáticos, pero no te asustes, no es nada que no hayas hecho antes, solo se requiere realizar algunas sumas, restas, promedios mensuales y anuales, multiplicaciones y divisiones; todo esto te permitirá determinar el comportamiento de temperaturas y precipitaciones mensuales y anuales, la cantidad de agua disponible y la que se evapora, la cantidad de agua que se reintegra al suelo y es requerida por la vegetación, la pérdida o exceso de agua de acuerdo con las estaciones del año, qué tan húmedo o árido es el sitio y qué tan grave puede ser una sequía.

## Cambio climático y acciones por considerar

El balance hídrico también te permite identificar algunos impactos del cambio climático en la disponibilidad de agua. Actualmente, expertos en el tema proyectan un incremento en la temperatura, provocando cambios en la precipitación, lo que podría reflejarse en una mayor evaporación del agua o disminución de los recursos hídricos.

Aunque toda evaluación es perfectible, el balance hídrico ayuda a tener un panorama más preciso sobre la cantidad de agua en escenarios presentes y futuros, lo que permite tomar acciones que eviten su escasez, la pérdida de ecosistemas y



especies; el impacto en el rendimiento de la agricultura o la disponibilidad de alimentos, entre otros. Además, marcará la pauta a seguir sobre medidas de uso eficiente, saneamiento, captación pluvial, desalinización, tratamiento de aguas residuales y reutilización, de tal forma que todos seamos responsables y al mismo tiempo conscientes de que no es posible continuar con su uso desmedido e irracional. **H**





## Sonríe a la vida: salud bucal

Dra. Josefina Durán Bedolla / josefina.duran@insp.mx  
C.D. Mariana García Torres / marigat\_81@hotmail.com  
Dr. Humberto Barrios Camacho / humberto.barrios@insp.mx  
Centro de Investigación sobre Enfermedades Infecciosas  
Instituto Nacional de Salud Pública

**E**l 20 de marzo se celebró el Día Mundial de la Salud Bucodental, cuyo objetivo es concientizar a la población sobre la importancia de su cuidado; la Organización Mundial de la Salud ha definido como salud bucodental a la ausencia de dolor, caries, pérdida de dientes, lesiones en mucosas y encías, defectos congénitos y trastornos que afectan la cavidad bucal; las enfermedades bucodentales son un grave problema de salud pública; se estima que afectan a 45% de la población mundial (3.5 billones); además, 3 de 4 personas afectadas vive en países de ingresos medio-bajo.

En 2019, el *Reporte Mundial de Salud Bucodental* indicó que entre las principales enfermedades están la caries dentales permanentes, con 2 mil millones de casos; la enfermedad periodontal grave, con mil millones de casos; la caries de dientes temporales, con 510 millones de casos y la pérdida total o parcial de una pieza dental permanente, con 350 millones de casos, aproximadamente.

En México, más de 50% de los niños entre dos y cinco años (cerca de 10 millones) padecen caries en los dientes primarios, asociado a la falta de higiene bucal después de la alimentación.

**Estos dientes son guía de los dientes permanentes, lo cual representa un grave problema de salud desde edades tempranas.**





## La boca es un lugar donde habita gran cantidad de bacterias que forman parte de la microbiota oral.

Entre 50-100 billones de bacterias pertenecientes a más de 700 especies, pueden encontrarse en las mucosas y dientes formando la placa dentobacteriana, entre las cuales está una bacteria conocida como estreptococo (*Streptococcus mutans*).

Menos de 1% de las bacterias que forman la microbiota oral son patógenas, el resto son comensales que previenen la colonización de patógenos, digieren alimentos y estimulan al sistema inmune; sin embargo, diversos factores como una pobre higiene bucal, el uso de antibióticos, enjuagues bucales, fumar y consumo excesivo de azúcares producen un desequilibrio y favorecen la proliferación de bacterias patógenas.

Una enfermedad bucodental muy frecuente es la caries, usualmente identificada en las fosas y fisuras dentales y su aparición se ha asociado a la presencia de dos estreptococos (*Streptococcus mutans* y *Streptococcus sobrinus*); estas bacterias metabolizan azúcares (glucosa, sacarosa y fructosa) que se encuentran en las frutas, vegetales, miel, leche, azúcar refinada y producen ácidos (como el láctico y acético), los cuales circulan por la capa dental y disuelven rápidamente el mineral del esmalte produciendo daño en los dientes.

Las enfermedades bucodentales no tratadas tienen consecuencias en las personas que van desde los síntomas físicos, una masticación inadecuada, limitaciones funcionales en la digestión, el habla, estigmatización e impacto emocional, social y económico; además, para los casos que pueden tener tratamiento, los costos pueden ser altos y de difícil acceso.



Más aún, las bacterias patógenas orales pueden pasar a través de lesiones en encías o dientes no tratados al torrente sanguíneo y asociarse al desarrollo de enfermedades fuera de la boca como cirrosis y abscesos hepáticos, inflamación intestinal, síndrome de ovario poliquístico y problemas en el embarazo, infecciones en tejidos blandos, abscesos en el cerebro, endocarditis, cáncer de páncreas, artritis reumatoide, entre otros.

La mayoría de estas enfermedades son prevenibles a través del autocuidado o con medidas sencillas que ayudarían a reducir significativamente la morbilidad y limitar los efectos negativos en la salud.

Para una buena salud bucal se recomienda mantener en buenas condiciones la microbiota oral, a través de un alto consumo de frutas y verduras, cepillar los dientes después de ingerir alimentos, disminuir el consumo de azúcares, alcohol y tabaco, evitar los antibióticos, enjuagues bucales y visitar al dentista periódicamente. **H**

**Mantener una buena salud bucal contribuye a tener una buena calidad de vida.**





Figura 1. Garrapata de ganado *Rhipicephalus microplus*, a) garrapatas adheridas a la piel del bovino alimentándose de sangre; b) garrapatas repletas de sangre; c) garrapata hembra.

## ¿Anticonceptivos para el control de las garrapatas?

Dr. Hugo Aguilar Díaz / [aguilar.hugo@inifap.gob.mx](mailto:aguilar.hugo@inifap.gob.mx)  
 Dra. Rosa Estela Quiroz Castañeda / [quiroz.rosa@inifap.gob.mx](mailto:quiroz.rosa@inifap.gob.mx)  
 Centro de Investigación Interdisciplinaria en Salud Animal e Inocuidad | Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Las garrapatas de ganado se alimentan de la sangre de vacas y toros (figura 1), afectan la salud y economía de la ganadería en México porque constituyen un riesgo para la producción de carne, leche y productos derivados, además de ser importantes transmisores de enfermedades como bacterias, virus y parásitos; las garrapatas, se restringían a regiones tropicales y subtropicales, sin embargo, el aumento de la temperatura por el cambio climático ha propiciado su migración y adaptación a nuevos ambientes. El principal método para controlar a las garrapatas en animales ha sido la aplicación de acaricidas en la piel o rociar el pasto con estos productos químicos, no obstante, el uso inadecuado y sin control ha facilitado la aparición de poblaciones de garrapatas resistentes a su efecto mortal, en consecuencia, cada vez es más difícil su control.

Una interrogante en el estudio de la garrapata, es el mecanismo involucrado en la relación que establece con los animales del ganado; el conocimiento de esta interacción permitiría identificar diversas moléculas que podrían actuar como blancos terapéuticos que puedan bloquear completa o parcialmente el ciclo de vida de la garrapata.

Debido a la estrecha relación entre las garrapatas y el ganado, es posible que existan componentes de la sangre animal que pudieran tener un papel importante en procesos vitales de la garrapata, como el desarrollo, diferenciación, proliferación, infestación en el animal, o incluso, en su capacidad de resistencia; dentro de los componentes sanguíneos del animal se incluyen células blancas y glóbulos rojos, nutrientes,

proteínas, algunas hormonas como estrógenos, progesterona y testosterona, elementos comunes en la sangre de todos los mamíferos.

En este sentido, el estudio del papel de las hormonas de los bovinos sobre el ciclo biológico de la garrapata, con énfasis en los procesos de reproducción, diferenciación sexual (macho-hembra), en la relación que guarda con el sistema inmune y con la capacidad de transmitir otras infecciones, es una línea de investigación que actualmente se desarrolla en el Centro de Investigación Interdisciplinaria en Salud Animal e Inocuidad del INIFAP, en el estado de Morelos.

Hemos identificado proteínas receptoras en la garrapata que reconocen a las hormonas en la sangre del animal que parasitan; estas uniones entre receptores hormonales y hormonas podrían ser utilizadas por las garrapatas para su reproducción, desarrollo y producción de huevos; además, se ha sugerido que las hormonas animales podrían tener un efecto en la determinación del sexo de las garrapatas, es decir, podrían desarrollar un macho o una hembra.

El interés en las moléculas parecidas a las hormonas animales tiene la finalidad de impedir que estas se unan a los receptores en las garrapatas y que sí se unan moléculas sintetizadas por nosotros e impedir la proliferación y desarrollo de los huevos de la garrapata; de esta forma, se desarrollaría un método de control de natalidad de las garrapatas, parecido al mecanismo de una pastilla anticonceptiva, tal y como funciona en humanos.

La idea es generar parches que se coloquen sobre la piel de los animales que liberen de manera prolongada una molécula sintética similar a la hormona animal, para que cuando la garrapata se alimente de la sangre del bovino la ingiera y una vez dentro de esta, el efecto hormonal se bloquee por la unión de la molécula sintética al sitio de unión de la hormona; de lograrse esto, se disminuiría el número de individuos que una garrapata hembra produce y reducirá las poblaciones que infestan a los animales. El avance en el uso de nuevas estrategias para el control de garrapatas nos acerca más al desarrollo de productos que bloqueen sus ciclos de vida y favorecerá la salud animal y humana. **H**



# Fauna silvestre y bienestar social en Sierra de Huautla

M. en M.R.N. Raúl Valle Marquina / rvallemarquina@hotmail.es

Investigador independiente

Dr. Alejandro García Flores / alejandro.garcia@uaem.mx

Centro de Investigaciones Biológicas

Universidad Autónoma del Estado de Morelos

**L**o primero que observamos en bosques y selvas es la vegetación que se compone de árboles, arbustos y hierbas; sin embargo, en ella se encuentra otro elemento clave sin el cual no podría existir tal y como la conocemos: los animales silvestres que, en sus interacciones con las plantas, cumplen importantes funciones como polinizadores, dispersores de semillas o controladores biológicos, pero también proveen de productos a los grupos humanos; desde la época prehispánica han sido aprovechados para diferentes fines como alimento o medicina; estas formas de uso han persistido hasta la actualidad, principalmente en comunidades rurales en las que existen superficies de bosques y selvas conservados donde habitan diversas especies de fauna.

## ¡Si corre o vuela... a la cazuela!

Los estudios etnozoológicos hechos en el Laboratorio de Ecología del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos muestran que, en comunidades de Sierra de Huautla, se aprovechan más de 40 especies de vertebrados silvestres mediante la cacería de subsistencia (figura 1); esta actividad está culturalmente arraigada en las comunidades y aporta a su bienestar, pues provee especies de uso alimentario, medicinal, ornamental, de amuleto, de compañía o de materiales para la fabricación de herramientas (figura 2).

En México existe un refrán que dice “todo lo que anda, corre o vuela va a la cazuela” y en Sierra de Huautla esto no es la excepción; el mayor porcentaje de especies aprovechadas tiene como finalidad conseguir alimento; con la carne del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), iguanas (*Ctenosaura pectinata*), tejón (*Nasua narica*), paloma de alas blancas (*Zenaida asiática*), huilota (*Zenaida macroura*), tórtola (*Columbina inca*) y conejo (*Sylvilagus cunicularius*) se elaboran platillos de la cocina regional como caldos, salsas, barbacoa, guaxmole, bistecs, carne seca, carne frita o asadura.

Otros animales se utilizan en la medicina tradicional para el tratamiento de padecimientos, por ejemplo, la carne de

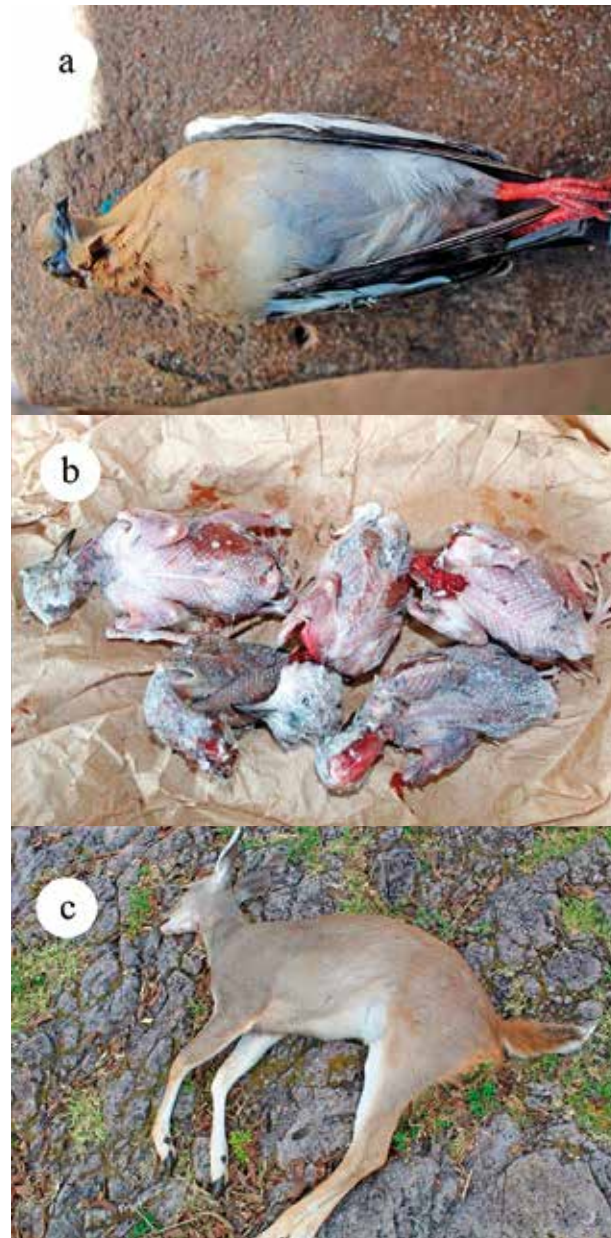


Figura 1. Animales con uso en Sierra de Huautla: a) paloma de alas blancas, b) tórtolas, c) venado.

Imagen: Raúl Valle.

iguana se consume para evitar la anemia y mejorar la vista; en tanto la grasa de venado se emplea para afecciones respiratorias como asma y dolor en articulaciones; el consumo de la carne de zorrillos (*Mephitis macroura*, *Conepatus leuconotus*) es para el tratamiento de acné y alergias cutáneas; las estructuras animales como pieles, astas, patas, cabezas y caparazones son utilizadas en la elaboración de adornos para los hogares.

**Otras, como patas o colmillos, en un contexto simbólico, sirven para elaborar amuletos.**





Figura 2. Formas de uso de la fauna en Sierra de Huautla. Imagen: Raúl Valle.

La cabeza de venado se emplea como trofeo de caza; sus astas se utilizan como agujas para componer las monturas de los caballos y su piel como tapetes o para elaborar correas, mientras sus patas son la materia prima para la elaboración de fuetes para caballos y percheros. Otra forma de uso de la fauna en la región es como animales de compañía, donde se capturan crías de tejones, patos (*Anas spp.*), tórtolas o codornices (*Philortyx fasciatus*) para mantenerlos en los hogares.

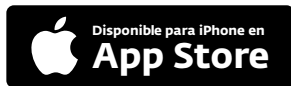
## ¿Cazar o no cazar?, he ahí el dilema

Aunque estudios en otras regiones de México han mostrado que el aprovechamiento excesivo de la fauna puede disminuir sus poblaciones, su uso también es importante en el bienestar social de comunidades rurales como en Sierra de Huautla; la cacería es una actividad estigmatizada por la falta de comprensión de su importancia en la subsistencia campesina como aprovechamiento integral de sus recursos; las estrategias de conservación deben considerar estos aspectos sociales en el manejo de la fauna silvestre. **H**





Acompáñanos en este recorrido virtual para conocer el **Museo de las Ciencias de Morelos** y visítanos para disfrutar de nuestras instalaciones.



No olvides descargar nuestra aplicación de **realidad aumentada**.

SELECCIONE UN LUGAR

PARQUE ECOLÓGICO



# Museo de Ciencias de Morelos



Casa de la  
**Tierra**

**f MUSEOCIENCIASMOR**

- Martes a viernes de 9:30 a 17:00 horas
- Sábados, domingos y días festivos de 10:00 a 17:00 horas

**INFORMES**

777 312 3979, extensión 8

**PARQUE SAN MIGUEL  
ACAPANTZINGO**

Calle La Ronda #13, colonia Acapantzingo,  
Cuernavaca, Morelos, CP 62440.



Hypatia en el catálogo de  
**latindex**  
latindex.org

