

# AMC

**Boletín informativo de la Academia Mexicana de Ciencias**

**Número 61 / Febrero 2017**



**Mares mexicanos, arrecifes y biodiversidad  
Parte I**

# AMC

Boletín informativo de la  
Academia Mexicana de Ciencias

## COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN

Fabiola Trelles Ramírez  
Coordinadora

Elizabeth Ruiz Jaimes  
Jefa de información

Luz Olivia Badillo Badillo  
Edición y corrección

Moisés Lara Pallares  
Cómputo

Noemí Rodríguez González  
Elizabeth Ruiz Jaimes  
Luz Olivia Badillo Badillo  
Reporteras

Academia Mexicana de Ciencias  
Casa Tlalpan, km 23.5 de la Carretera  
Federal México-Cuernavaca,  
Col. San Andrés Totoltepec,  
México 14400, D.F.

Teléfono: 5849-4903  
www.amc.mx

Alejandra López Iriarte  
Diseño editorial

## CONSEJO DIRECTIVO

**Dr. Jaime Urrutia Fucugauchi**  
Presidente

**Dr. José Luis Morán López**  
Vicepresidente

**Dra. Georgina Hernández Delgado**  
Tesorera

**Dra. Erika Gabriela Pani Bano**  
Secretaria

**Dr. Felipe Tirado Segura**  
Secretario

**Mtra. Renata Villalba Cohen**  
Coordinadora Ejecutiva

## SECCIONES REGIONALES

Centro-Occidente  
**Dr. Alejandro Ricardo Femat Flores**  
Presidente

Sur-Sureste  
**Dr. Romeo Humberto de Coss Gómez**  
Presidente

Centro-Sur  
**Dra. Margarita Martínez Gómez**  
Presidenta

Noreste  
**Dr. Sergio Mejía Rosales**  
Presidente

Noroeste  
**Dr. Saúl Álvarez Borrego**  
Presidente

## Índice

### 5 Editorial

#### Mares mexicanos, arrecifes y biodiversidad.

##### Parte I

- 6 Pesca, silvicultura, agricultura y turismo, los temas en COPI3
- 8 Arrecife Limones, con abundante y sana cobertura del coral cuerno de alce
- 10 Necesario un mejor aprovechamiento de los recursos marinos
- 12 Corales, grandes prestadores de servicios ambientales
- 14 Hacia la conformación de un Corredor Arrecifal en el Suroeste del Golfo de México
- 16 Innovan procesos y productos para dar valor agregado al pez lisa y la jaiba
- 18 Documentan pérdida de arrecifes, cobertura vegetal y especies marinas en Mahahual
- 20 Mares profundos requieren de un marco legal para su gestión y conservación

##### Difusión científica

- 24 Favorece pulque microbiota benéfica en el ser humano
- 25 Mejoran textiles con nanotecnología

##### Noticias

- 26 Jalisco, Sonora y Michoacán, máximos ganadores de medallas de oro en *Olimpiada Nacional de Biología*
- 28 Entregan *Premio Jorge Lomnitz Adler y Medalla Marcos Moshinsky en Física Teórica*

##### 29 Breves informativas

##### 30 Anuncios

#### Créditos

Portada y página 4: *iStock*.

P. 22: El pez león es originario del océano Índico tropical y el Pacífico occidental, debido a las actividades humanas fue introducido en el mar del Caribe mexicano, su presencia ahí está relacionada con la desaparición de especies nativas. Foto: Octavio Aburto/Mares mexicanos.

P. 23: El bentos es la flora y fauna asociada a los arrecifes y sustratos rocosos del mar. Foto: regmurcia.com.

P. 27 Luz Olivia Badillo.

Breves informativas: imagen 1: AMC, foto 2: Luz Olivia Badillo y foto 3: Elizabeth Ruiz.





## Editorial

En las sociedades del conocimiento, la ciencia, la innovación y la tecnología son las bases y los motores del desarrollo de las naciones. La investigación científica está sustentada en la libertad y universalidad del conocimiento. La generación y consolidación de las capacidades de investigación, colaboración e innovación, fundamentadas en sistemas educativos de calidad, son objetivos compartidos e impulsados por las academias de ciencia.

La discusión y el libre intercambio de avances, descubrimientos, ideas y propuestas constituyen los elementos esenciales para el desarrollo de la ciencia. Los programas de colaboración, intercambio académico, movilidad de estudiantes en los programas de licenciatura y posgrado, proyectos científicos y tecnológicos, actividades conjuntas, congresos y simposios se han incrementado en las pasadas décadas. Uno de los problemas que enfrenta la comunidad científica es la implementación de políticas y acciones que restringen la cooperación y la movilidad entre países. Estas actividades son importantes y aportan beneficios a la sociedad; limitarlas o suspenderlas ocasionará problemas y daños a corto y largo plazo.

La Academia Mexicana de Ciencias mantiene programas conjuntos con las academias de ciencias, la Red Global de Academias de Ciencia, la Academia de Ciencias del Mundo TWAS y las redes regionales, incluyendo la Red Inter-Americana de Academias de Ciencia IANAS, La AMC refrenda su compromiso e interés para mantener y ampliar las acciones de colaboración, en un marco de respeto, igualdad y libertad, e intensificar sus actividades y programas de colaboración internacionales.

En diciembre de 2016, Mexico fue sede de la 13ª Conferencia de la Partes (COP), conformado por 196 países, con el objeto de integrar la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad en los planes, programas y políticas sectoriales e intersectoriales en las áreas agrícola, forestal, pesquero y turismo.

El gobierno federal declaró reservas de la biósfera al Caribe Mexicano, la Sierra de Tamaulipas, el Pacífico Mexicano Profundo y las Islas del Pacífico. México tiene un millón 562 mil 500 hectáreas de lagunas, litorales y esteros y un mar patrimonial de 200 millas náuticas, lo que se traduce en un total de 2.8 millones de kilómetros cuadrados de mares, que representa una riqueza extraordinaria para conocer, cuidar y preservar.

Este número del *Boletín* está dedicado a los mares mexicanos, arrecifes y biodiversidad, e incluye la primera parte de artículos y entrevistas sobre la COP y otros temas relacionados. Asimismo, se incluye la convocatoria de la AMC sobre el concurso de fotografía científica que tiene como tema los "Océanos", y cuyas bases aparecen en la contraportada de esta publicación.

En este año la Academia Mexicana de Ciencias redoblará sus acciones de cooperación con las sociedades científicas, organizaciones e instituciones nacionales e internacionales de investigación y la comunidad académica.

Jaime Urrutia Fucugauchi  
Presidente



Logo oficial de la COP 13.

## Pesca, silvicultura, agricultura y turismo, los temas en COP13

México organizó del 2 al 17 de diciembre de 2016 en Cancún, Quintana Roo, la 13ª Conferencia de las Partes (COP), que integra a 196 países, con el objetivo de integrar la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad en los planes, programas y políticas sectoriales e intersectoriales en los sectores agrícola, forestal, pesquero y turismo.

En esta COP, que es el máximo órgano de gobierno del Convenio sobre la Diversidad Biológica, se estrecharon por primera vez relaciones con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial del Turismo (OMT), indicó Hesiquio Benítez Díaz, director general de Cooperación Internacional e Implementación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), organismo encargado de llevar los temas sustantivos de la reunión.

Durante los dos años previos a su realización, la agencia mexicana participó en diversos foros internacionales con el fin de llegar con una agenda puntual y presentar borradores de decisiones en Cancún ya trabajados con los países participantes, así como propiciar la participación de sociedad civil, comunidades indígenas, sector privado, etcétera, en atención al lema de la reunión “Integrando la Biodiversidad para el Bienestar”.

El directivo de Conabio comentó que acudió a la sede de la FAO en Roma, Italia, a las reuniones de los comités de agricultura, pesca y forestal —con la intermediación de la cancillería mexicana en aquel país— abogando porque empiece a haber una integración de esos temas a la biodiversidad. El resultado de ello fue que la FAO anunció en México la creación de un departamento dentro de dicha organización que abordará temas de biodiversidad, suelos, cambio climático y agua y su relación con tópicos que le son propios.

“Una vez concluida la COPI3 regresé a Roma para revisar con el grupo directivo de la FAO la manera en que todos sus comités establezcan una plataforma que incorpore información actual que sirva de vigilancia para los países que tienen embajadas permanentes en Roma sobre mejores prácticas en agricultura, pesca y forestal, así como evitar que continúe el avance agrícola sobre los ecosistemas y se reduzca el uso o se optimice el empleo de pesticidas y fertilizantes”.

Rumbo a la reunión en Cancún, Benítez Díaz se entrevistó en Egipto con Taleb Rifai, el secretario general de la OMT, en una reunión de su consejo ejecutivo con personal de la Secretaría de Turismo (Sectur). A su vez un equipo encabezado por Rifai participó en la COPI3 junto con las autoridades de la FAO “en un segmento de alto nivel donde por primera vez en la historia del Convenio, además de secretarios de medio ambiente de todo el mundo, tuvimos la presencia de secretarios de turismo, agricultura, bosques y pesca”, destacó.

Dos años antes de la reunión, personal de Conabio trabajó con los secretarios de la Comisión Nacional Forestal, el Instituto Nacional de Pesca, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca y la Sectur. Tras diversas juntas y con la validación de los titulares de dichas dependencias se pre-

sentaron en la COPI3 cuatro *Estrategias de integración para la conservación y el Uso Sustentable de la Biodiversidad* correspondientes a cada sector.

El siguiente paso, comentó el biólogo en entrevista para la AMC, es que las dependencias las difundan y promuevan entre empresarios del ramo turístico, pescadores, agricultores y dueños y poseedores de bosques, selvas, manglares, humedales y zonas áridas vinculados a las dependencias mencionadas para que las empleen.

“No podemos luchar solos por el medio ambiente para buscar la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad, tenemos que trabajar de la mano con otros sectores productivos que por mucho son más poderosos en términos de recursos financieros, presupuesto e impacto medioambiental. La agricultura, pesca, forestal y turismo son actividades económicas muy importantes, el reto es lograr que estos sectores integren en sus quehaceres cotidianos actividades de conservación y uso sustentable de la biodiversidad”.

En Cancún, el gobierno mexicano anunció la ampliación de reservas de la biósfera con el objetivo de que el 17% del territorio nacional esté bajo esa figura para 2020, también se presentó la *Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México y Plan de Acción 2016-2030* que se puede descargar en la liga <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/ENBM.html>.

“Lo que resta es la implementación nacional de esas decisiones. México participará en las determinaciones que se tomen en los próximos dos años pues trabajaremos con Egipto, país al que le toca la siguiente reunión de la COP, y estamos viendo que se agreguen los sectores de infraestructura, salud, manufacturas y energía (incluido minería)”, señaló Benítez Díaz.

Luz Olivia Badillo



Hesiquio Benítez Díaz, director general de Cooperación Internacional e Implementación de Conabio. Foto: Luz Badillo/AMC.

### Mares mexicanos en la COPI3

- El presidente Enrique Peña Nieto firmó cuatro decretos para declarar Reservas de la Biósfera el Caribe Mexicano, la Sierra de Tamaulipas, el Pacífico Mexicano Profundo y las Islas del Pacífico.
- Gobernadores de los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán firmaron el “Acuerdo para la Sustentabilidad de la Península de Yucatán”, que entre otras cosas propone que se restaure el 20% de las crestas arrecifales (54 km) y el 30% de los sistemas playa-duna costeras alterados por asentamientos humanos (80 km).

### Declaratoria de Cancún

- Se propone integrar el enfoque por ecosistemas en las políticas, programas y planes de pesca para promover la pesca y la acuicultura sostenibles y contribuir a la seguridad alimentaria y la nutrición;
- Adoptar medidas para la conservación y la utilización sostenible de los recursos pesqueros que aporten a la sostenibilidad de las poblaciones y la reducción de los impactos sobre las especies amenazadas y los ecosistemas acuáticos y que aseguren la viabilidad a largo plazo de este importante sector;
- Salvaguardar los medios de vida, los ingresos y el empleo de las comunidades pesqueras;
- Conservar los ecosistemas marinos, costeros y de aguas continentales, tomando en cuenta su papel como reservas de carbono y sumideros;
- Reforzar las acciones para reducir la contaminación, tales como el ruido y los materiales plásticos que pueden dañar los ecosistemas marinos, costeros y de aguas continentales;
- Intensificar los esfuerzos para desarrollar y utilizar innovaciones tecnológicas para el seguimiento, la trazabilidad y la gestión sostenible de la pesca y la acuicultura para reducir la captura incidental, los descartes y los residuos, y para mejorar los métodos y con ello garantizar su viabilidad a largo plazo;
- Promover y fomentar la acuicultura sostenible;
- Prevenir, controlar y erradicar adecuadamente las especies exóticas invasoras;
- Desarrollar estrategias para reducir la pesca ilegal, no regulada y no declarada;
- Fortalecer la aplicación del Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO.



Coral cuerno de alce (*Acropora palmata*) en el Arrecife Limones. Foto: Lorenzo Álvarez Filip.

### Arrecife Limones, con abundante y sana cobertura del coral cuerno de alce

En el año 2015 se realizó, a través de la Iniciativa Arrecifes Saludables, una evaluación del estado del Sistema Arrecifal Mesoamericano, también conocido como Gran Arrecife Maya, en el que se concluyó que del 70% al 80% de los arrecifes coralinos de los sitios estudiados se encuentran en un estado que va de regular a mal, solo el 9% presenta un buen estado, y uno de estos es el Arrecife Limones, ubicado en el Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos en Quintana Roo.

El Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) se extiende más de mil kilómetros a lo largo de las costas de México, Belice, Guatemala y Honduras, y es la segunda barrera arrecifal más grande del mundo. El SAM es una región caracterizada por arrecifes de borde, de barrera y atolones, además de cayos, islas, humedales costeros, lagunas arrecifales y costeras, praderas de pastos marinos y bosques de manglar.

Con el objetivo de conocer la situación de los arrecifes coralinos del SAM y las estrategias de manejo que se implementan para su conservación, se realizó el *Reporte del estado de salud del Sistema Arrecifal Mesoamericano*, en el que se evaluaron cuatro indicadores clave en 248 sitios —86 en México, 94 en Belice, 8 en Guatemala y 60 en Honduras—, los cuales fueron monitoreados entre 2013 y 2014.

Uno de los cuatro indicadores que conforman el Índice de Salud Arrecifal, que se desarrolló para este informe, es la cobertura de coral, ya que estos animales construyen los arrecifes, pero también son susceptibles a diversos factores de estrés como el cambio climático, el desarrollo costero o la contaminación. “Si hay menos corales disminuye la capacidad de construir arrecifes, proveer de hábitat a diversas especies y se pierden múltiples servicios ecosistémicos”, explicó el doctor Lorenzo Álvarez Filip, de la Unidad Académica de Sistemas Arrecifales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM.

Otro indicador es la cantidad de macroalgas que, si bien siempre han estado asociadas a los arrecifes, en las últimas décadas a lo largo del SAM y en general en el mar Caribe se han incrementado; lo anterior puede estar determinado por la contaminación, el aporte de materia orgánica proveniente del drenaje o de los fertilizantes, lo que favorece su crecimiento. Cuando en un arrecife el nivel de algas es alto, estas empiezan a dominar el espacio y no dejan que los corales crezcan o se recuperen. Reducir la contaminación y sobrepesca, especialmente de herbívoros como los peces loro que mantienen los arrecifes limpios, puede contribuir a la disminución de las macroalgas y promover el crecimiento coralino.

Otros dos indicadores tienen que ver con la cantidad de peces. El primero es la biomasa (peso estimado en relación al tamaño) de peces herbívoros que se comen las algas del arrecife. El segundo es la biomasa de peces de importancia comercial y peces carnívoros, ya que su presencia muestra la capacidad de los arrecifes para proveer recursos pesqueros. Un arrecife con peces de importancia comercial, como los meros o pargos, mantiene sus redes tróficas saludables.

Al integrar los cuatro indicadores se establecieron cinco calificaciones acerca del estado de salud del SAM: muy bien, bien, regular, mal y crítico. “En la categoría muy bien esperamos

ver muchos peces, coral y pocas algas, mientras que en un estado crítico muchas algas, pocos peces y poco coral”.

El informe del año 2015 concluye que en el SAM la cobertura de coral ha mejorado, sin embargo, las macroalgas han aumentado; mientras que los peces herbívoros siguen aumentando y la cantidad de peces de importancia comercial es mayor que en 2006. En lo que respecta al Arrecife Limones, señala que este tiene una de las más grandes y sanas coberturas del coral cuerno de alce en el SAM.

### El Arrecife Limones

El Arrecife Limones, ubicado en el Parque Nacional de Arrecife de Puerto Morelos, tiene una gran población del coral *Acropora palmata* conocido como cuerno de alce, especie que perdió durante los años ochenta cerca del 80% de su población a causa de dos grandes epidemias.

En el estudio *Assessment of Acropora palmata in the Mesoamerican Reef System*, en el que participó el doctor Álvarez Filip, se evaluó el estado de las poblaciones del coral cuerno de alce a lo largo de los más de mil kilómetros de longitud del Sistema Arrecifal Mesoamericano. “En este trabajo comparamos 107 arrecifes que componen el SAM e identificamos que este coral se encontraba en el 20% de los sitios estudiados. En el Arrecife Limones se hallaron poblaciones saludables y abundantes, con más del 30% del arrecife cubierto por colonias de *A. palmata*”.

El coral *A. palmata*, especie enlistada para protección en la Norma Oficial Mexicana 059 —que agrupa a las especies incluidas en alguna categoría de riesgo— y clasificada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza en peligro crítico, es el principal constructor de arrecifes someros en el mar Caribe.

Los arrecifes de coral de aguas someras son estructuras formadas por restos calcáreos de diferentes organismos, principalmente de corales pétreos, que al depositar su esqueleto forman estructuras submarinas complejas que ofrecen refugio y alimento a otras especies. En el caso de *A. palmata* crece de forma ramificada como un árbol, y construye arrecifes relativamente rápido.

Además, este coral crece en una zona conocida como cresta arrecifal, que sirve de barrera natural ante tormentas y huracanes. “Tener un arrecife en el que el coral cuerno de alce se encuentra de manera abundante y saludable, hace necesario que nos concentremos en entender las características que observamos y así poder replicar dichas condiciones en otros arrecifes coralinos, y lo más importante, conservarlo”.

### Amenazas locales

Los corales constructores de arrecifes mantienen una relación de simbiosis con organismos del grupo de los dinoflagelados, que les ayudan a calcificarse de manera eficiente; ante los cambios en la temperatura del agua esta simbiosis se rompe y el coral se queda sin la energía necesaria para construir arrecifes, y con el tiempo el coral puede tener dificultades para reproducirse. Aunque el cambio climático no necesariamente mata a los corales, sí los debilita.

En el caso de los arrecifes del Caribe mexicano, las amenazas locales que se suman al cambio climático son el desarrollo costero, la destrucción de hábitat asociado (pasos marinos, mangles, lagunas costeras) y en especial el inadecuado manejo de las aguas residuales.



Peces asociados al coral cuerno de alce en el Arrecife Limones.  
Foto: Lorenzo Álvarez Filip.

En este sentido, las Áreas Naturales Protegidas del Caribe mexicano protegen el mar, pero no controlan los efectos que vienen de la tierra, tal es el caso del desarrollo costero. Por ello, “tenemos que concentrarnos en disminuir las amenazas asociadas a la rápida tasa de desarrollo costero y al inadecuado manejo de las aguas residuales en la región; también debemos empezar a exigir los recursos y el personal necesario para garantizar la conservación de los arrecifes”, dijo el especialista en ecología y conservación de ecosistemas costeros en entrevista para la AMC.

En la actualidad, el investigador, quien colabora en la Iniciativa Arrecifes Saludables, trabaja en la reconstrucción histórica de los cambios en diferentes arrecifes del Caribe mexicano, incluido el Arrecife Limones, que ha sido designado como hábitat crítico y está cerrado al turismo y la pesca. Además, junto a otros especialistas, el doctor Álvarez Filip trabaja en el *Reporte del estado de salud del Sistema Arrecifal Mesoamericano 2017*. Noemí Rodríguez



Poblaciones de atún.  
Foto: iStock.

### **Necesario un mejor aprovechamiento de los recursos marinos**

México posee un millón 562 mil 500 hectáreas de lagunas, litorales y esteros. Su mar patrimonial es de 200 millas náuticas a partir de la costa lo que representa un total de 2.8 millones de kilómetros cuadrados de océano; sus aguas y la biodiversidad marina que ahí habita no han sido descritas en su totalidad ni se aprovechan todos los recursos con fines comestibles, es por ello que desde diversas áreas del conocimiento se estudia a estos ecosistemas en universidades y centros de investigación del país.

Nuestro país posee 11 mil 500 kilómetros de litoral, por lo que tiene un gran potencial pesquero. Según reporta la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad en el Pacífico mexicano se conocen poco más de mil 100 especies de peces, de las cuales, el 20% son aprovechadas comercialmente; mientras que en el Golfo de México y el Caribe mexicano se conocen alrededor de dos mil especies y se aprovecha el 11%.

Si bien esta cifra ha aumentado con los años, según ha documentado Juan Luis Cifuentes Lemus, biólogo marino y divulgador de la ciencia, pues entre los años 60 y 70 tenían importancia económica únicamente 20 especies de peces, dos de crustáceos y dos de moluscos, la pesca en nuestro país aún no se ha desarrollado lo suficiente. Esta es una de las razones por las cuales la pesca artesanal forma parte de la alimentación de las personas que viven en las costas, no debe abandonarse, aseguró Cifuentes.

Las especies más pescadas en el país son el atún, mojarra y camarón, mismos que se dan en casi todos los estados con litoral. A pesar del potencial pesquero de México, las familias destinan únicamente 2.8% de su gasto a la compra de estos alimentos, de acuerdo con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

“Conozcamos el mar, porque lo que se conoce se quiere y lo que se quiere se cuida”, es la frase con la cual, desde hace más de treinta años, Cifuentes Lemus, termina sus conferencias

sobre biodiversidad marina y sustentabilidad, para enfatizar ante su público la necesidad de conocer los recursos marinos que tiene México porque, asegura, solo se podrán aprovechar racionalmente si se cuenta con un cúmulo de conocimiento científico.

“Necesitamos impulsar la investigación para saber en dónde, cuándo y cuánto debemos aprovechar de nuestros recursos para seguir disfrutándolo sin dañarlos”.

Nuestro país se encuentra en el quinto lugar en materia de biodiversidad —solo después de Brasil, Colombia, China e Indonesia—, de acuerdo con el investigador y docente de la Universidad de Guadalajara desde 1992, quien además ha ocupado diferentes cargos públicos, entre ellos director del ahora Instituto Nacional de Pesca y del capítulo mexicano del Programa de Investigación y Fomento Pesquero de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. “La verdadera riqueza de un país es su cultura y su diversidad biológica, por eso México es muy rico”.

### Producto de exportación

En 2016 se cumplieron treinta años de la publicación del primer tomo del libro *El océano y sus recursos* del Fondo de Cultura Económica, el cual se convirtió en una serie de 12 volúmenes, del que Juan Luis Cifuentes es coautor. El investigador consideró que el panorama de las ciencias del mar ha cambiado desde ese entonces, lo cual ha hecho necesario actualizar parte de los contenidos de la publicación.

“Esta serie la iniciamos a raíz de nuestra participación en *Domingos en la Ciencia*, un programa de la AMC que tiene por objetivo divulgar la ciencia a través de conferencias dirigidas a público infantil y juvenil. El grueso de la información que se presentaban en las pláticas invitaba a condensarla y a plasmarla en libros, de manera que siempre pudiera estar a la mano del público”, señaló.

Hoy —dijo Cifuentes Lemus—, estamos actualizando esos contenidos porque varios aspectos que presentamos han cambiado, así como lo que ahora se pronostica para el futuro del mar. Uno de estos es la tecnología que se utiliza para estudiarlo, por ejemplo, los investigadores ya pueden descender hasta 11 mil metros de profundidad en el océano Pacífico donde están las fosas oceánicas más profundas, “y eso nos ha aportado mucha y nueva información; hace treinta años esto apenas iniciaba”.

El aprovechamiento del mar también ha dado un giro, no solo por el uso de nuevas tecnologías sino también por los nuevos intereses económicos, por ejemplo, cada vez se extrae más petróleo del mar y se perfora a profundidades

mayores, entonces es muy importante la investigación en estas áreas, sobre todo para países como el nuestro que dependen de la industria de hidrocarburos.

“Países que antes eran predadores del mar como Japón, ahora prefieren comprar recursos a naciones que han impulsado su acuicultura; hay lugares en México, como en Ensenada, Baja California, donde se cultiva atún que se vende a precios muy altos por la buena calidad de su carne, esto es necesario reescribirlo”. Alejandra Monsiváis



Juan Luis Cifuentes Lemus, investigador del Centro Universitario de la Costa de la UdeG. Foto: Alejandra Monsiváis/AMC.



Peces del Parque Nacional Cabo Pulmo en Baja California Sur. Foto: Octavio Aburto/Mares Mexicanos.



### Corales, grandes prestadores de servicios ambientales

Entre los servicios ambientales que proveen los arrecifes coralinos del Parque Nacional Cabo Pulmo están el secuestro de carbono de la atmósfera y ser barreras naturales que protegen de huracanes y tormentas tropicales. Foto: wordpress.com.

En México existen los arrecifes profundos y someros, estos últimos son estructuras carbonatadas, algunas de hasta cinco mil años —como es el caso del Arrecife Alacranes, ubicado en la costa del municipio de Progreso en Yucatán—, mismas que cuentan con una alta diversidad y ofrecen diferentes servicios ecosistémicos, por lo que juegan un papel económicamente relevante en el turismo y pesca.

Entre los servicios ambientales que los corales realizan están la protección de la costa de tormentas y huracanes porque evitan la erosión de la playa, además su formación favorece la presencia de diferentes organismos marinos, algunos de importancia comercial como langostas, peces y moluscos. Los corales, además, capturan el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de la atmósfera y lo fijan en sus esqueletos, este proceso hace de los arrecifes sitios de secuestro permanente del carbono atmosférico.

Al respecto, el investigador de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), Héctor Reyes Bonilla, consideró que, si bien son pocas las estimaciones económicas de los servicios ambientales que realizan los corales, en el caso del Parque Nacional Cabo Pulmo, en Baja California Sur, se calcula que el monto económico, producto de cuatro servicios ambientales, es de más de un millón de dólares al año.

En el estudio *Servicios Ambientales de Arrecifes Coralinos: El Caso del Parque Nacional Cabo Pulmo, Baja California Sur*, los especialistas, incluyendo a Reyes Bonilla, evaluaron cuatro servicios ambientales que provee el arrecife coralino que se encuentra al interior del Parque, entre ellos, el secuestro de carbono de la atmósfera y el turismo.

Otro indicador relacionado con los servicios ambientales es la biodiversidad. Para los investigadores es necesario conocer las características ecológicas de los arrecifes y de las comunidades coralinas, ya que les permite identificar la estabilidad de los ecosistemas, así como las manifestaciones que estos presentan ante las perturbaciones naturales y antropogénicas.

Para evaluar la riqueza y el estado de las especies de corales existen diversas metodologías, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas desarrolló sistemas de monitoreo en el Caribe, que se basan en los censos submarinos para conocer, en promedio, la cantidad de peces de corales y de algunos otros invertebrados como las estrellas de mar y los erizos. En el caso de las áreas protegidas del Pacífico mexicano, los investigadores han adoptado un sistema parecido, el cual está enfocado en la evaluación de la cobertura de coral, aunque el método también se usa para estudiar arrecifes donde hay pesquerías u otro tipo de actividades humanas, dijo el especialista en arrecifes coralinos e integrante de la AMC.

En nuestro país podemos encontrar, entre otros, sistemas arrecifales en franja, que crecen adyacentes a la costa y estructuralmente son sencillos; están los de barrera, que crecen de forma paralela a la costa, pero alejados de la misma por una laguna arrecifal, y los atolones o anillos de islas de coral, como el Arrecife Alacranes y el Banco Chinchorro, al sur de Quintana Roo.



Biodiversidad marina asociada a los corales. Foto: Claudio Contreras Koob/Conabio.

### A la salud de los corales

Los corales forman parte del grupo de los cnidarios (al que también pertenecen medusas y anémonas), son animales que forman colonias y que están compuestos de pólipos,

cada uno de estos desarrolla funciones propias como la alimentación y la reproducción. En cuanto a los arrecifes de coral de aguas someras, las estructuras están formadas por restos calcáreos de diferentes organismos, principalmente de corales pétreos, que al depositar su esqueleto forman estructuras submarinas complejas que ofrecen refugio y alimento a otras especies, a tal grado que los arrecifes son uno de los ecosistemas con mayor diversidad del planeta.

Entre las principales especies de corales constructores de arrecifes en México están las de los géneros *Acropora* y *Pocillopora*, los cuales mantienen una relación de simbiosis obligada con organismos del grupo de los dinoflagelados, que les ayudan a calcificarse de manera eficiente. En cuanto a las condiciones que los corales necesitan para vivir, están las aguas cálidas, poco profundas, con bajas concentraciones de nutrientes (especialmente fosfatos) y relativamente transparentes.

El indicio más evidente del efecto que tienen las perturbaciones naturales y antropogénicas en los sistemas coralinos es la muerte de los corales. Sin embargo, si el daño no es masivo, en ocasiones se presenta un recambio de especies, en el que otro tipo de especies de coral o diversos organismos del fondo, como algas carbonatadas o frondosas, llegan y ocupan el puesto de las especies que originalmente residían en el lugar. En consecuencia, las funciones del sistema se ven afectadas, ya que los corales que llegan no siempre son tan eficientes para producir carbonato, generar sedimentos o arenas, y sobre todo, para dar alimento o refugio a otras especies. “Aunque exista coral vivo el servicio ambiental no es el mismo”.

Al hablar de los factores que afectan la salud de los sistemas coralinos, se puede hacer referencia a la sobrepesca, al desarrollo portuario y costero, así como a la contaminación. Otro caso es cuando los sedimentos sólidos arrastrados por los ríos llegan al océano y ocasionan la turbidez del agua, lo que no permite a las algas asociadas a los corales realizar la fotosíntesis.

En este sentido, para el doctor Reyes Bonilla, cuando se pierden los servicios ambientales que realizan los corales — incluyendo ser zonas de refugio, crianza y alimentación de especies comerciales y atractivos turísticos— los daños económicos pueden ser significativos. “Aunque existen diversos reglamentos relacionados con la protección de los corales, se debe pensar en una norma oficial que se enfoque en la protección específica de los corales de México”.

Noemí Rodríguez



Arrecife no emergido en el arrecife Amarillos, Veracruz. Foto: Manuel Victoria, Dorado Buceo.

## Hacia la conformación de un Corredor Arrecifal en el Suroeste del Golfo de México

El descubrimiento de seis arrecifes coralinos no emergidos, ubicados dentro y fuera del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano por investigadores de la Universidad Veracruzana (UV), son muestra de que no se han identificado aún todos estos cuerpos en el Golfo de México y se suman a la evidencia de que existe un Corredor Arrecifal en el Suroeste del Golfo de México que tiene una longitud estimada de 800 kilómetros sobre la plataforma continental

y abarca de la Laguna de Tamiahua, en la frontera con Tamaulipas, hasta la desembocadura del río Coatzacoalcos en el estado de Veracruz.

El Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, el Sistema Arrecifal Veracruzano y los Arrecifes de los Tuxtles eran considerados hasta hace poco estructuras relativamente aisladas; no obstante, el oceanógrafo Leonardo Ortiz Lozano y un equipo multidisciplinario de la UV proponen, a la luz de los nuevos hallazgos, que los arrecifes no emergidos (difíciles de ver y por tanto de identificar) acortan las distancias entre esos grandes sistemas y que por ello son franjas físico-biológicas que conectan y permiten el movimiento de especies marinas.

“Llevamos seis nuevos arrecifes identificados, están entre el Puerto de Veracruz y la zona de Villa Rica. Al parecer, dentro de todo el corredor es mayor la superficie de arrecifes coralinos que la que se pensaba originalmente, lo que representa un gran reto pues queremos tener un inventario, lo más completo posible, de todos los arrecifes que componen ese corredor ecológico. Se trata de hasta un 30% más del tamaño de la superficie de lo que se conoce a la fecha”, comentó Ortiz Lozano.

Las dificultades técnicas para ubicar arrecifes no emergidos radican en que estos no se perciben en imágenes satelitales ni desde embarcaciones. Hay que usar métodos de eco-sondeo en los sitios donde se sospecha que pueden existir. Dado que no se puede hacer una batimetría de toda la plataforma continental por su elevado costo, hay que trabajar con comunidades de pescadores para que proporcionen coordenadas geográficas de los sitios donde pescan porque es donde se sospecha que se encuentran estos cuerpos.

Una vez que se obtienen las coordenadas, se acude al sitio con equipo oceanográfico para verificar la presencia de los arrecifes, después se hacen buceos y levantamientos bióticos.

El investigador, adscrito al Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías de la UV, detalló que se requiere de un equipo multidisciplinario para trabajar con pescadores con el fin de obtener información fidedigna, caracterizar las comunidades macrobentónicas (la comunidad de organismos marinos), para el uso de sistemas de información geográfica, así como para el manejo de áreas protegidas y sitios prioritarios de conservación.

El especialista en estrategias para el manejo de recursos en zonas costeras informó que en estos momentos se encuentran en la búsqueda de nuevos arrecifes y posteriormente se hará la exploración biológica, que consiste en describir la composición de las comunidades bióticas.

“Lo que queremos, después de haber hecho toda la investigación, es conseguir que se genere un esquema de protección o de administración de los recursos que hay en estos arrecifes no emergidos para garantizar que su uso sea sustentable, evitando la sobrepes-

ca con el fin de que la gente se beneficie más tiempo de estos ecosistemas”.

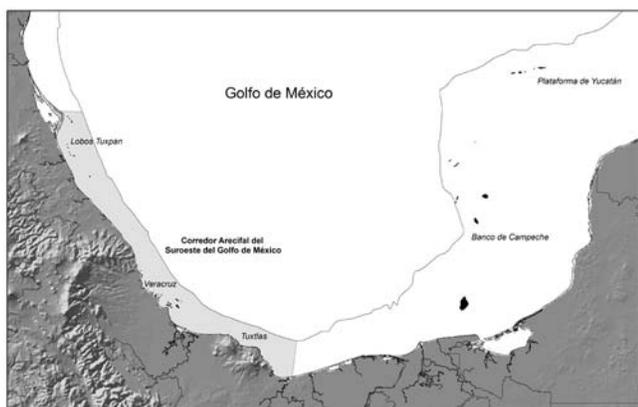
Los mares no tienen fronteras ni muros, es imposible acotar el flujo de materia, ya que las corrientes marinas fomentan el intercambio de organismos. Es necesario, señaló Ortiz Lozano, conocer el contexto espacial, las conexiones y las escalas de procesos y patrones para definir prioridades de conservación que garanticen la representación y persistencia de especies y hábitats dentro de estos ecosistemas marinos.

En ese sentido, al corroborarse la existencia de los arrecifes que den sustento a este corredor biológico, se reconocerían también los puntos de distribución de corales escleractinios, de la clase *Anthozoa*, que se caracterizan por tener un esqueleto duro, o de sustratos duros que son el hábitat de peces que se capturan para consumo humano.

### El Golfo de México, zona de explotación petrolera

El fondo submarino cuya profundidad es inferior a los 200 metros y se ubica cerca de la costa es conocido como plataforma continental. La que se encuentra en el Golfo de México frente a las costas de Veracruz es famosa por los recursos petroleros que posee y este es el principal riesgo al que se enfrentan los arrecifes de este corredor biológico.

“Se sabe que son zonas ricas en gas, más que en petróleo, y hay muchos polígonos de explotación que ya están delimitados y que se están poniendo a licitación (Rondas 0, 1 y 2), pero no sabemos qué efectos tendrán estas actividades en la pesca, el turismo y las playas veracruzanas porque están muy ligados a los arrecifes. Tenemos que abogar por contar con esquemas de protección porque una vez que se empiecen a desarrollar estas exploraciones podríamos tener un impacto ambiental severo”, comentó. Luz Olivia Badillo



Delimitación del Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México. Imagen: Leonardo Ortiz Lozano.



Corales escleractinos de la clase *Anthozoa* que se caracterizan por tener un esqueleto duro. Foto: Manuel Victoria, Dorado Buceo.



### Innovan procesos y productos para dar valor agregado al pez lisa y la jaiba

De acuerdo con el INEGI (2006) en México se capturan anualmente un promedio de nueve mil toneladas del pez lisa (*Mugil cephalus*). Foto: iStock.

Tamaulipas ocupa el octavo lugar nacional en volumen de producción pesquera y el cuarto por su valor comercial; tiene el primer lugar en producción de pez lisa, el tercer lugar en producción de camarón y el quinto lugar en captura de jaiba, trucha y huachinango. Con el fin de aprovechar los recursos pesqueros del estado, José Alberto Ramírez de León, investigador de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), busca alternativas para desarrollar métodos de conservación o procesamiento que den valor comercial agregado a los recursos pesqueros o que aumenten su calidad y vida en anaquel.

En el caso del pez lisa (*Mugil cephalus*), en México se capturan anualmente un promedio de nueve mil toneladas, de acuerdo con estadísticas del INEGI (2006). En Tamaulipas se captura principalmente en la Laguna Madre aproximadamente el 54% de ese volumen, lo que hace de la lisa un pescado siempre disponible y una de las especies más económicas.

A diferencia de la hueva de la lisa, apreciada a nivel internacional, el músculo de este pescado tiene bajo valor comercial, lo cual está asociado a su color rojo intenso, su aroma fuerte y que en ocasiones puede presentar un ligero sabor a lodo.

Por lo anterior, el grupo de investigación encabezado por Ramírez de León ha desarrollado alternativas para darle valor comercial agregado a este pescado. Entre estas opciones está la implementación de procesos tradicionales como el seco-salado de la hueva para introducirla en el mercado *gourmet* internacional existente, y el ahumado de la carne para mejorar su sabor y olor, combinados con métodos modernos de conservación utilizados en la comercialización de alimentos mínimamente procesados, como son: las altas presiones, el empacado al vacío y la congelación adecuada. Además, se pudo aprovechar el color y el sabor de la lisa para obtener jamón y salchicha de pescado, con coloración similar a la del cerdo, así como productos tipo hamburguesa, explicó el integrante de la AMC.

Los productos marinos como la lisa, el camarón o la jaiba presentan diferentes propiedades musculares a la de otros animales vertebrados empleados para el consumo humano, por lo cual lograr una consistencia agradable para el consumidor, por ejemplo, al elaborar jamón de pescado, requiere de diferentes procesos. Una vez que se le han retirado las vísceras y la cabeza, se procede a la separación del músculo, ya sea por fileteo o por separación mecánica, y se obtiene la pulpa.

En el caso de la lisa que puede tener un ligero sabor a lodo, este puede ser eliminado o disminuir drásticamente con tratamientos de lavado con agua fría; posteriormente a la pulpa se le agregan sal y condimentos para obtener una pasta cárnica que es embutida en moldes especiales y se lleva a un proceso térmico que le da la forma y consistencia final. Para darle mayor fuerza de ligado se le puede adicionar a la pasta cárnica la enzima transglutaminasa microbiana, que además mejora la textura del producto en general.



En Laguna Madre, Tamaulipas, se captura el 54% de lisa del total en el país. Foto: portalesca.com.

### Nuggets de jaiba

Otro de los proyectos de Ramírez de León está relacionado con el aprovechamiento de la jaiba azul (*Callinectes sapidus*), en específico en el desarrollo y la transferencia de procesos para la industrialización comercial de esta especie capturada en la Laguna Madre, Tamaulipas.



Jaiba blanca (*Callinectes sapidus*). Foto: iStock.

“Aunque la jaiba es un animal muy pequeño, en el mercado internacional se comercializa en forma de cortes, de manera similar al que se emplea con la res; cada parte tiene un valor en el mercado, entonces buscamos alternativas para darle plusvalía a los productos de este crustáceo que tienen menor costo. Cabe destacar que la jaiba azul es un producto de captura reducida en diferentes estados y en Tamaulipas no hay acuicultura en este sector”.

Para proponer un sistema que le diera valor agregado a la jaiba y además su aprovechamiento fuera sustentable, el especialista en el desarrollo de nuevos productos alimenticios junto con otros expertos de diferentes áreas, realizaron un estudio para describir el ciclo biológico de la especie, el volumen de la pesquería y las zonas reproductivas. Con los resultados de esta investigación se conformó el libro *Aprovechamiento de la jaiba azul (Callinectes sapidus) en la Laguna Madre de Tamaulipas*.

“En el caso de la jaiba, le hemos propuesto al Comité Sistema Producto Jaiba de Tamaulipas A.C. y al Comité Nacional Sistema Producto Jaiba un *nugget*, estamos desarrollando moldes específicos con empresas españolas y próximamente tendremos la patente de los procesos que desarrollaremos”.

Adicionalmente, Ramírez de León trabaja en un proyecto biotecnológico y busca, al lado de su grupo de investigación, producir la enzima transglutaminasa que se utiliza para elaborar productos reestructurados, como el jamón, ya que esta enzima es costosa y si se logra conformar un mercado nacional, su precio sería menor. Noemí Rodríguez



### Documentan pérdida de arrecifes, cobertura vegetal y especies marinas en Mahahual

La construcción de un muelle de crucero en Mahahual, Quintana Roo, contribuyó al deterioro de arrecifes coralinos, desaparición de mangle y especies marinas. Foto: Google Maps.

En el año 2000, el poblado de Mahahual, Quintana Roo, tenía apenas tres hoteles, y tras un proyecto para convertirlo en un sitio turístico, pasó en 2006 a 31 hoteles, diversos restaurantes y zonas urbanas para atender el arribo a la zona de 800 mil visitantes de cruceros turísticos. El cambio del uso de suelo para desarrollar infraestructura turística se vio reflejado en la pérdida de 85 hectáreas (ha) de cobertura vegetal costera, 43 ha de cobertura de coral y desaparición de 40 especies de peces locales asociadas a los corales.

En el artículo “*Quantifying the reefscape transformation of a coastal Caribbean coral reef during a phase shift and the associated coastal landscape change*”, publicado en agosto de 2015 en la revista *Marine Ecology*, se hizo un estudio del año 2000 a 2006 a los arrecifes coralinos ubicados en Mahahual donde se encuentra una de las barreras de arrecifes coralinos más grandes y hasta hace poco mejor conservadas del Caribe mexicano.

Un efecto asociado al desarrollo inmobiliario es la llegada al mar de nutrientes —desechos que se arrojan por las cañerías y que por no existir un eficiente sistema de drenaje llegan a los acuíferos, interconectados a su vez a los cenotes, cuyos conductos tienen salida al mar—, que fomentan el incremento de las macroalgas que pueden sobrecrecer la cobertura de los corales, interfiriendo en su crecimiento y fecundidad. La presencia de dichos nutrientes puede ocasionar, incluso, la muerte de corales y con ello la pérdida de bienes y servicios ecosistémicos. A este fenómeno se le conoce como cambio de fase.

Jesús Ernesto Arias González, coautor del estudio, ha monitoreado desde 1997 a los arrecifes coralinos de Quintana Roo, tanto los costeros como los insulares e indicó que desde entonces ya existían arrecifes con deterioro, sobre todo en la zona norte del estado por su cercanía a Cancún, donde los corales presentan signos evidentes de cambio de fase. Pero

conforme se avanzaba hacia el sur del estado el dominio de macroalgas o de corales era de un 50% aproximadamente. “Sobre todo Mahahual era el único lugar en términos generales que estaba más dominado por la cobertura de coral que por las macroalgas, un indicador de que los corales estaban en mejor estado de salud”.

En el Caribe mexicano las proporciones de macroalgas son extremadamente altas si se compara con el Arrecife Mesoamericano —la barrera arrecifal que se desarrolla a lo largo del litoral costero de México, Guatemala, Belice y Honduras—, el promedio es del 35% al 40% y en el Caribe mexicano llega a ser de hasta el 70%.

De 2000 a 2006 se observó en Mahahual el declive de la población de especies de peces asociadas a los corales. Esto se debió, de acuerdo con el ecólogo, a que se construyó un muelle de crucero turístico que trajo consigo tala de manglar, reducción de cobertura de corales, que se dragara la laguna arrecifal para obtener arena y crear una playa, y una zona alterna de desarrollo urbano y de hoteles. Además de que, en 2009, se observó la presencia del pez león (*Pterois volitans*) en el mar de la zona, una especie exótica que se relaciona con la desaparición de 20 de las 40 especies documentadas.

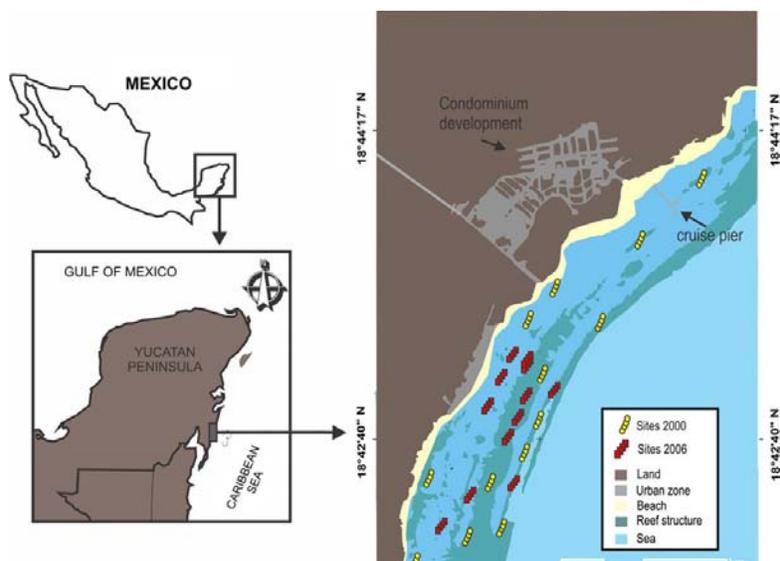
De las especies de peces que ya no se observan son el torito cornudo (*Acanthostracion quadricornis*), manta águila (*Aetobatus narinari*), jurel común (*Caranx hippos*), púrpura castañeta (*Chromis scotti*), doncella arcoíris (*Halichoeres pictus*), boquilla (*Haemulon parra*) y el payaso cabrilla (*Epinephelus adscensionis*), entre otras.

El investigador del Laboratorio de Ecología de Ecosistemas de Arrecifes Coralinos del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav) de Mérida, Yucatán, comentó que “no se declaran extintas porque en las zonas aledañas sí se pueden encontrar y es probable que esas especies puedan regresar por migración. Cuando las especies se extinguen localmente es por dos circunstancias: porque son sobre explotadas por la pesca o son muy raras ecológicamente. Aparentemente, el pez león, especie invasora e introducida al hábitat por el ser humano, ocasionó la desaparición de 20 especies de peces, adicionales al cambio de fase, y es lo que estamos estudiando actualmente”.

La mortalidad de corales en Quintana Roo se debe a que estos tienen sus bordes o crestas arrecifales muy cerca de la costa, desde los cien metros de distancia, y por lo tanto los desechos urbanos que contienen una gran cantidad de nutrientes entran muy fácilmente en contacto, favoreciendo el incremento de macroalgas, así como a la sobrepesca,

el incremento de la temperatura del mar debido al cambio climático y la acidificación del océano por las emisiones de dióxido de carbono.

“De ahí la explicación de la potencial pérdida de 43 ha de cobertura de coral en Mahahual en tan solo seis años, más la pérdida de especies de peces asociadas a la cobertura de coral e introducción del pez león. Pero esta pérdida de barrera arrecifal no ocurre solo en México, es un fenómeno global, algunos estudios estiman que para el año 2050 el 80% de los arrecifes coralinos pueden desaparecer en el mundo debido al impacto del cambio climático y desarrollo costero”, explicó el integrante de la AMC.



Mapa de los sitios de muestreo en Mahahual de 2000 a 2006. Imagen: Ernesto Arias González.

### Ecosistemas coralinos

“Los arrecifes coralinos son los ecosistemas marinos más diversos del planeta y las estructuras biogénicas más grandes jamás construidas por un ser vivo. La Gran Barrera de Coral de Australia y el Arrecife Mesoamericano son las estructuras vivientes más grandes del mundo, suman una extensión aproximada de 3 000 km y 1500 km de largo respectivamente”, indicó Arias González.

Por ello es que hay diversos esfuerzos por conservar los arrecifes coralinos de Quintana Roo, como es la iniciativa de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, pero es necesario un proyecto común en el que se conjunten las iniciativas del gobierno, organizaciones no gubernamentales, centros de investigación y asociaciones civiles, explicó el investigador.

Luz Olivia Badillo



### Mares profundos requieren de un marco legal para su gestión y conservación

Los bentos son la fauna asociada al sustrato marino; sus características como color, tamaño y fisiología tienen que ver con la obtención de alimento en el sedimento de los ambientes marinos.  
Foto: Claudio Contreras Koob/Mares Mexicanos.

A los organismos asociados a los fondos marinos se les conoce como bentos y tienen un papel relevante en los procesos primarios y los ciclos biogeoquímicos del mar; un ejemplo de esto son los corales que capturan carbono y participan en la regulación del clima del planeta, y “aunque los procesos que realiza el bentos son muy valiosos, no tienen un precio económico y no son apreciados lo suficiente”, dijo Elva Escobar Briones, directora del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM.

El bentos es la fauna y flora asociada —a lo largo de su ciclo de vida— al sustrato marino y por ello sus características, como son forma, color, tamaño y fisiología, van asociadas a la obtención de alimento en el sedimento de los ambientes marinos. El material que conforma el sedimento marino tiene origen en el continente o en el océano, y puede ser de naturaleza inorgánica, como los minerales, u orgánica como los restos de organismos. Al igual que las especies que habitan los fondos marinos, las características de los sedimentos dependen de las condiciones ambientales del lugar donde el material sedimentado se originó, así como por donde pasa y del lugar en el que se deposita.

Cuando se habla de ecosistemas bentónicos, casi todos los hábitats pueden considerarse vulnerables, por ello las acciones y esfuerzos requeridos a futuro en la conservación de las comunidades bentónicas deben incluir estudios de ciencia básica, explicó la también integrante de la AMC.

Los hábitats bentónicos están asociados al fondo marino y dependen de los procesos que se llevan a cabo en el subsuelo y en la interfase sedimento-agua. En los primeros 10 centímetros

superficiales de sedimento, arenoso o lodoso, habitan organismos que realizan servicios ecosistémicos como es el reciclaje de la materia orgánica para integrarla a los ciclos del carbono, nitrógeno, azufre y fósforo, o la bioturbación que promueve la oxigenación del sedimento. Además, la fauna que habita en los fondos es una fuente de alimento para especies de interés económico como lenguados, cangrejos, langostas y otros.

En cuanto a los hábitats rocosos del fondo del mar, éstos dan complejidad arquitectónica, promueven la rugosidad, son el sustrato de especies sésiles —fijas al fondo—, y refugio de muchas otras como camarones, langostas, moluscos, estrellas, esponjas y pepinos de mar.

La especialista, que ha estudiado el bentos del Golfo de México, considera que los hábitats bentónicos de esta región son poco conocidos y vulnerables ante diferentes actividades, ya sea de origen natural o antropogénico, que lo modifican o destruyen. Tal es el caso del dragado continuo de sedimentos en la zona costera para la navegación, el relleno de playas, la minería y la pesca de arrastre que afecta la diversidad y con ello a potenciales recursos bentónicos.

### El mar profundo, su gestión y su conservación

El mar profundo describe a los ecosistemas de agua y de fondos marinos a profundidades mayores a 200 metros, los cuales se caracterizan por la ausencia de luz, mayor presión y baja temperatura conforme aumenta la profundidad, y en algunas regiones se presenta una reducción del oxígeno disuelto.

Los fondos marinos son resultado de la tectónica de placas que se expresa en las diferentes formas del relieve oceánico cuya clasificación está englobada en cinco regiones: tres mayores y que comprenden las cordilleras meso-oceánicas, el piso de cuencas oceánicas y el margen continental; y dos menores, los arcos de islas y el mar marginal. Todas son, en su origen, rocosas y a lo largo de millones de años quedaron cubiertas por un fino manto de sedimento, razón por la cual los fondos de roca que no han sido cubiertos, son raros y a la vez valiosos para la vida marina, ejemplo de ellos son los fondos de nódulos polimetálicos.

Entre las principales amenazas para el mar profundo en México se encuentran el desecho de basura industrial y urbana, la pesca profunda, la extracción de minerales, petróleo y gas. Por ello, para poder utilizar los recursos del mar profundo de manera sustentable y con conocimiento científico, 28 expertos de 14 instituciones académicas de los cinco continentes crearon la “Iniciativa de Gestión del Mar Profundo”

(DOSI, por las siglas en inglés de *Deep Ocean Stewardship Initiative*).

“Durante mucho tiempo el mar profundo permitió a la humanidad soñar y explorar para tener nuevos descubrimientos. Hace años se le atribuyó a los fondos marinos la existencia de recursos minerales y las expediciones permitieron reconocer la vastedad de vida asociada a los fondos marinos, aunque aún conocemos muy poco acerca de ella”.



Elva Escobar Briones, directora del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Foto: Elizabeth Ruiz/AMC.

La especialista en ecología y biodiversidad acuática señaló que después de 1994 las concesiones para explorar minerales en el fondo marino eran ocho, y al día de hoy las solicitudes de concesión han incrementado a 26, y siguen aumentando en áreas fuera de la jurisdicción nacional. Éste es un patrimonio común de la humanidad y con la iniciativa de mar profundo DOSI, lo que se busca es invitar al mayor número de interesados en los recursos y servicios del mar profundo, para establecer un marco para su gestión y conservación.

“DOSI está a favor de cuidar lo que tenemos, y proteger el mar profundo es equivalente a guardar un bosque para el futuro, y así poder utilizar los recursos de los fondos marinos cuando tengamos el mejor conocimiento y la tecnología para hacerlo de manera sustentable”. Noemí Rodríguez





# Favorece pulque microbiota benéfica en el ser humano

La biología molecular ha hecho posible conocer la diversidad de la microbiota en nuestro organismo, en especial de las bacterias que viven en el tracto digestivo y que dependen de la región, del clima, de la edad, de la historia individual, de los hábitos y en particular de la dieta. El antiguo paradigma de generar bacterias como alimento ha cambiado, ya que lo que se necesita es alimentar a las bacterias benéficas para la salud de nuestro organismo, sostuvo Agustín López Munguía Canales, investigador en el Instituto de Biotecnología de la UNAM.

“Estamos habitados por una gran cantidad de microorganismos, los cuales tienen un papel relevante en nuestra salud, ya que contribuyen con más de la mitad de las funciones fisiológicas en el ser humano. Existe un campo emergente, la sociomicrobiología, que se refiere a los aspectos que nos permiten tener una convivencia adecuada con la microbiota”, explicó en la conferencia “Enzimas, bacterias y salud alimentaria”, que formó parte del “Ciclo de Conferencias Premios Nacionales” en la UAM-Cuajimalpa.

Se requiere de una dieta rica en fibras que favorezca a la población de bacterias benéficas. En este contexto el investigador ha trabajado con las inulinas, polímeros de fructosa sintetizados a partir de sacarosa, a las cuales se les han asociado una serie de funciones en pro de la salud, dentro de las que destaca su efecto como fibra soluble y como prebiótico, ya que estimulan selectivamente el crecimiento y la actividad de bacterias benéficas para el organismo.

Existen varios tipos de inulina, su origen puede ser vegetal o microbiano y dependiendo de ello su estructura puede ser lineal o ramificada. Las inulinas de agave, las cuales estudia el doctor López Munguía, son estructuras complejas tanto por ser ramificadas como por combinar diversos tipos de enlace entre las moléculas de fructosa.

Paradójicamente, señaló, se ha satanizado a la fructosa libre o en forma de monosacárido porque se le ha asociado con la obesidad, dado los excesos en el consumo de los jarabes fructosados y de la sacarosa —donde la fructosa está unida a una molécula de glucosa—, “pero promovemos su consumo siempre y cuando se encuentre enlazada a estas moléculas de fructana o de

fructo-oligosacáridos, ya que se convierte en un elemento benéfico en nuestra dieta”.

Cuando consumimos la inulina se liberan fructo-oligosacáridos durante la digestión, estimulando el crecimiento de los microorganismos pobladores del intestino que favorecen nuestra salud. El investigador eligió estudiar el pulque que contiene moléculas de inulina, no solo del agave, sino también de las bacterias que lo fermentan; esta bebida se considera un alimento funcional porque tiene fibra —la inulina que viene de los agaves y que no se terminó de fermentar— y bacterias lácticas que producen oligosacáridos y polisacáridos prebióticos —que son nutrientes para bacterias benéficas—, pero incluso las propias bacterias lácticas pueden llegar al intestino y actuar como probióticos.

En el caso del pulque, el proceso de fermentación inicia en la planta de agave, dentro del corazón en el que se acumula el aguamiel y donde se encuentran microorganismos como levaduras, bacterias lácticas, bacterias productoras de etanol y bacterias productoras de oligosacáridos.

Lo que se sabe del pulque en términos históricos y microbiológicos es que su proceso de fermentación es extremadamente complejo, por lo que no ha podido ser industrializado. El proceso de producción del pulque está conformado por diversos tipos de fermentación: ácida, alcohólica, acética y viscosa, que dan lugar al incremento de las poblaciones de bacterias que producen ácido láctico, etanol y muchos compuestos que confieren sabor, además de los oligosacáridos —que promueven la actividad prebiótica—, como la levana, la inulina o la dextrana, que dan al pulque un

aspecto viscoso que no resulta agradable para muchos consumidores, explicó el doctor en ingeniería química.

Además, existen otros elementos acerca del proceso de fermentación del pulque que hasta la fecha son desconocidos, entre ellos los microorganismos clave involucrados en el proceso, por ello el científico colabora con otros grupos de investigación en la caracterización de las bacterias de pulque de distintos lugares y de esta manera trata de definir una microbiota esencial para llevar a cabo la fermentación del aguamiel.

Noemí Rodríguez



El pulque contiene fibra y bacterias lácticas.  
Foto: arboldelabebida.com.

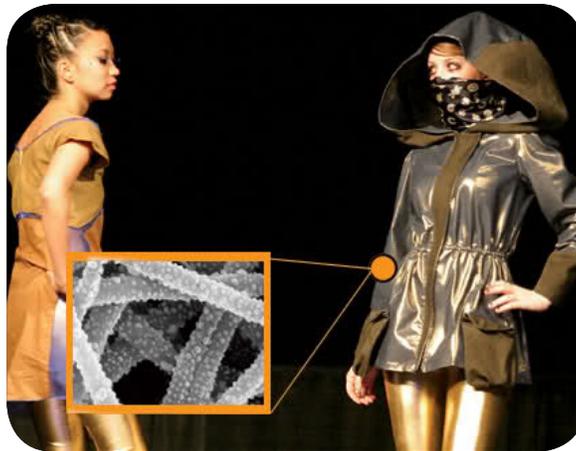
## Mejoran textiles con nanotecnología

Modificar fibras para conseguir protección contra el fuego y que al mismo tiempo sean livianas, o utilizar partículas de metales con el fin de que un textil tenga color sin utilizar colorantes y que al usar un campo eléctrico la ropa cambie de color, son algunas de las ideas realizadas en la última década en el Laboratorio de Nanotecnología de Textiles de la Universidad de Cornell, Nueva York, por Juan Paulo Hinestroza.

El trabajo del director de dicho laboratorio está enfocado a explorar fenómenos a nanoescala relacionados con fibras y polímeros, su investigación está encaminada, por tanto, a modificar y crear materiales fibrosos, así como desarrollar técnicas de medición para entender estos materiales a escalas menores a 100 nanómetros (1 nanómetro equivale a la millonésima parte de un milímetro). “Hemos logrado la creación de textiles con propiedades antibacteriales, detección de gases tóxicos —armas químicas—, cambio de color, hilos capaces de conducir electricidad y estos desarrollos tecnológicos que se han realizado en el laboratorio se han vendido a empresas que ya lo comercializan”.

El doctor en Ingeniería Química y Biomolecular tiene interés en combinar los desarrollos en nanotecnología, en el sentido de ensamblar átomo por átomo y molécula por molécula, con la habilidad de la manufactura textil de crear grandes superficies de manera rápida y reproducible no solo con aplicaciones en la moda. Igualmente ha pensado en contribuciones a la salud, al explorar ideas sobre la factibilidad de que una tela libere un tipo de insecticida para combatir moscos, lo que le ha acercado a fundaciones que impulsan el combate a la malaria en países africanos, “pero también tenemos pláticas con grupos interesados en Latinoamérica para enfrentar el problema de Chikungunya y Zika”, dijo.

El grupo de investigación del doctor Hinestroza tiene como objetivo la comprensión de fenómenos complejos a nanoescala para modificar y mejorar materiales existentes, así como crear fibras con propiedades catalíticas, magnéticas y eléctricas únicas con la intención de crear nuevos textiles que mantengan confort y flexibilidad, que a su vez



Textiles con propiedades antibacteriales, detección de gases tóxicos, cambio de color, entre otras propiedades. Foto: human.cornell.edu.

ganen nuevas propiedades sin que el usuario lo note, lo cual es resultado de utilizar materiales nanoestructurados de bajo peso y posicionados con precisión nanométrica en la superficie de los textiles sin necesidad de usar excesos de colorantes, acabados y modificadores que son generalmente añadidos en procesos poco amigables al ambiente.

Reconocido como pionero en la exploración de nuevas vías para la creación de fibras multifuncionales a través de la manipulación de los fenómenos

a nanoescala, el científico se ha centrado principalmente en la interacción entre materiales sintéticos —estructuras metal-orgánicas— y orgánicos con aplicación en el área de fibras o textiles multifuncionales.

Con alrededor de 15 patentes, el doctor Juan Paulo Hinestroza expresó que su interés primordial es seguir haciendo ciencia y formar científicos, disfrutar de la investigación, crear cosas nuevas en beneficio de la sociedad y continuar modificando textiles.

Comentó que el camino para llegar a la modificación textil comienza con tener una idea e imaginar qué propiedades se buscan en el material. Después viene el proceso de síntesis química, en el que se exploran diferentes rutas químicas para crear dichas características, finalmente se da el proceso de prueba y análisis donde se verifica si las propiedades obtenidas son las mismas que se deseaban.

Paulo Hinestroza visitó el Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM donde brindó la conferencia “La nanotecnología en apoyo a las modas textiles. Ejemplos sobre la ciencia de fibras y el diseño de modas”, la cual fue posible gracias al Programa de Visita de Profesores Distinguidos que apoya la AMC y la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia, cuyo requisito es que los investigadores cuenten con una reconocida trayectoria científica internacional, que residan en Estados Unidos y que su visita fomente el establecimiento de colaboraciones, así como el acercamiento con estudiantes de posgrado a través de cursos, seminarios, conferencias, entre otras actividades. Elizabeth Ruiz

## Jalisco, Sonora y Michoacán, máximos ganadores de medallas de oro en *Olimpiada Nacional de Biología*

En la ciudad de San Francisco Campeche, Campeche, se llevó a cabo del 22 al 26 de enero la *XXVI Olimpiada Nacional de Biología (ONB)*, que organiza la AMC y en la que participaron esta ocasión 172 jóvenes de nivel bachillerato.

Las medallas de oro se otorgaron a 14 estudiantes de Jalisco, Sonora y Michoacán, estados que se convirtieron en los máximos ganadores con tres insignias cada uno; mientras que Baja California, Durango, Guerrero, Guanajuato y Veracruz se llevaron una respectivamente. El comité organizador hizo entrega además de 24 preseas de plata y 29 de bronce.

En la ceremonia de clausura, Cristina Revilla Monsalve, coordinadora nacional de la ONB, dijo ante los estudiantes reunidos en el Cine Teatro Universitario “Joaquín Lanz” que “gracias a su dedicación ya son unos triunfadores al representar orgullosamente a su estado en este concurso nacional, y de eso deben estar muy orgullosos”.

Erick Navarro Delgado, ganador de medalla de oro en la *Olimpiada Iberoamericana de Biología* el año pasado, compartió su experiencia como participante olímpico. Para el joven, más que las distinciones obtenidas en las etapas nacional e iberoamericana, lo realmente importante ha sido cada momento, satisfacción personal, amistades, paseos y muchas risas.

Aconsejó a los asistentes a interesar y apasionar a otras personas por la biología como a ellos alguien les inspiró y apoyó.

A nombre de Gerardo Montero Pérez, rector de la Universidad Autónoma de Campeche (UAC), la casa



Foto oficial de la *XXVI ONB* en las escalinatas del Centro de Convenciones Campeche XXI, sede de la inauguración y del examen teórico. Foto: Luz Badillo/AMC.

de estudios que abrió sus puertas para recibir a la ONB 2016, asistió Fernando Medina Blum, secretario general de la UAC, quien comentó que la actividad resulta necesaria para ampliar los conocimientos en flora y fauna que requiere la nación. Felicitó a los participantes y organizadores y declaró clausurada la *XXVI ONB*.

De los 172 concursantes que hicieron examen teórico, provenientes de 29 entidades del país, 79 avanzaron a la prueba práctica que se realizó en laboratorios de la Facultad de Ciencias Químico Biológicas, campus I en la UAC. El examen tuvo una duración de ocho horas, un mayor tiempo de ejecución del que se tenía planeado.

Los jóvenes que pasaron a la siguiente etapa realizaron cuatro prácticas: sobre ecología del suelo en la que identificaron su textura, tipo y dinámica poblacional; trabajaron con cultivos de hongos filamentosos en los que determinaron la velocidad de crecimiento, diámetro de las colonias, etcétera; en otra prueba identificaron

adaptaciones morfológicas de la jaiba y camarón, y en la última señalaron en embriones de rata aspectos sobre biología de la reproducción y desarrollo.

Revilla Monsalve agradeció al delegado de la entidad, Carlos Iván Buenfil Gómez, por haber realizado las gestiones necesarias para que se llevara a cabo la ONB, y le hizo entrega de un reconocimiento por su valiosa labor. De igual forma, mostró su gratitud al rector de la UAC, quien no asistió por cuestiones de agenda, a los delegados estatales, al comité organizador, así como a Guadalupe Maldonado Vázquez, directora de la Facultad donde se realizaron los exámenes prácticos, y a Juan Antonio Renedo Dorantes, decano de la UAC.

Cabe añadir que también se contó con la presencia durante el certámen de Diego Echánove Cuevas, merecedor de la medalla de plata en la competencia iberoamericana en 2016, quien dio un discurso en la ceremonia de inauguración de la competencia.

Luz Olivia Badillo



## Entregan Premio Jorge Lomnitz Adler y Medalla Marcos Moshinsky en Física Teórica

El Instituto de Física de la UNAM (IF) y la AMC entregaron el 25 de enero el Premio Jorge Lomnitz Adler 2016 y la Medalla Marcos Moshinsky 2016, el primero fue otorgado a Ruben Fossion Yvan Maarten, del Instituto de Ciencias Nucleares, y la segunda a Gerardo García Naumis, del IF.

En una ceremonia realizada en el auditorio “Alejandra Jaidar”, el primero en ser galardonado fue el doctor Fossion “por sus notables aportaciones en las áreas de dinámica no lineal, fenómenos colectivos y sistemas complejos”.

Al respecto, el presidente de la AMC, Jaime Urrutia Fucugauchi, destacó que el Premio es uno de los grandes aciertos de la institución que preside porque se reconoce a los investigadores jóvenes.

El trabajo de Ruben Fossion se conecta con la AMC, resaltó Urrutia, porque tiene una de las becas de inter-

cambio del Fondo Newton promovido por el gobierno del Reino Unido a través de las Academias de Ciencias Británicas, la AMC y el Conacyt.

La presentación del trabajo del galardonado con el Premio Jorge Lomnitz Adler, instaurado en 1996, estuvo a cargo de Thomas Seligman, del Instituto de Ciencias Físicas, quien recordó que en sus inicios, antes de llegar a México, el doctor Fossion realizó contribuciones a la física nuclear y se distinguió en ese campo, y destacó que en su actual trabajo, en el área de la física médica, también ha hecho aportaciones.

Luego de la entrega del Premio, Ruben Fossion dijo sentirse halagado por el reconocimiento a su trabajo de investigación, “el cual me apasiona”. Aprovechó para agradecer el apoyo de diferentes instituciones e investigadores durante los casi diez años que lleva como investigador en nuestro país. “En México me enteré de nuevos temas de investigación, entre ellos los sistemas complejos, series de tiempos y sus aplicaciones a la medicina y la fisiología”.

### Medalla Marcos Moshinsky

El segundo investigador galardonado fue el doctor Gerardo García Naumis, miembro de la AMC, reconocido por su aporte al desarrollo de la física teórica. La presentación estuvo a cargo de Julia Tagüeña Parga, directora adjunta de Desarrollo Científico del Conacyt, quien comentó que “es un gran placer recordar a dos grandes físicos, Marcos Moshinsky, maestro de todos, y al amigo entrañable Jorge Lomnitz, a la memoria de ellos dos y de sus familias reconocemos hoy a dos jóvenes investigadores talentosos”.

García Naumis, quien también dirigió unas palabras, expresó que “vivimos y viviremos tiempos difíciles, marcados por la incertidumbre de amenazas internas y externas, pero estoy seguro de que al seguir caminos imaginados y pensados por nosotros mismos, encontraremos la fortaleza y la confianza necesaria para remontar las vicisitudes propias de estos tiempos”.

El director del IF, Manuel Torres Labansat, apuntó que la ceremonia para la entrega de estas dos distinciones “es una oportunidad para reconocer y evocar a dos queridos investigadores”. Agradeció el apoyo continuo y el interés de la AMC para otorgar el Premio Lomnitz. Agregó que “desgraciadamente vivimos tiempos difíciles, por ello recordar a personajes como Marcos Moshinsky es muy pertinente, ya que él llegó a México en un contexto de pocas oportunidades, aun así su disciplina en el trabajo lo hizo salir adelante junto con sus estudiantes, la institución creció con él, y es lo que debemos tomar como ejemplo para enfrentar la actual situación del país”.

La Medalla Marcos Moshinsky en Física Teórica fue instaurada en 1993 por el Instituto de Física para distinguir las aportaciones notables de científicos nacionales a este campo.

Al evento asistieron invitados especiales como la doctora Larissa Adler, investigadora emérita de la UNAM y madre del doctor Jorge Lomnitz Adler; Estela y Ruth Moshinsky hermanas del científico Marcos Moshinsky, así como investigadores, estudiantes y medios de comunicación.

Noemí Rodríguez y Elizabeth Ruiz



Ruben Fossion y Gerardo García. Foto: Elizabeth Ruiz/AMC

## Breves informativas



### Convoca AMC a concurso de videoclip “Maravillas de la Ciencia”

Con el objetivo de interesar a un mayor número de jóvenes por la ciencia, la AMC busca propiciar la participación de estudiantes en las actividades de investigación y desarrollo que se realizan en el país a través del Concurso de videoclip de la AMC “Maravillas de la Ciencia”. Podrán participar estudiantes de licenciatura y posgrado de las áreas de ciencias naturales y ciencias exactas que cursen sus estudios en instituciones de educación superior del país y estén interesados en la divulgación de temas científicos en los diferentes campos del conocimiento. La participación será individual o en equipos integrados por un máximo de tres personas. Para mayor información consultar las bases en la página: [www.videoclip.amc.mx](http://www.videoclip.amc.mx).



### Egresan profesores del diplomado La Ciencia en Tu Escuela 2016

Durante 24 sábados profesores de preescolar, primaria y secundaria regresaron al aula para tocar, ver, analizar, formular hipótesis, experimentar y llegar a conclusiones como parte de las actividades académicas del programa de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC) La Ciencia en tu Escuela (LCE).

Un total de 146 maestros recibieron el diploma correspondiente a la modalidad presencial de este programa que se realiza con apoyos de la Secretaría de Educación Pública (SEP) y de Bécals de Televisa. El diplomado tiene como objetivo elevar la calidad de la enseñanza que imparten los profesores en sus centros educativos en temas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas a niños y adolescentes. En esta ocasión fueron reconocidos 27 docentes de preescolar, 70 de primaria y 49 de secundaria, durante una ceremonia realizada el pasado sábado en el auditorio “Galileo Galilei” dentro de las instalaciones de la AMC.



### México y Francia fortalecen lazos a través de sus colegios

El Colegio Nacional (ECN) y el *Collège de France* firmaron el 10 de enero un convenio de colaboración a través de sus respectivos presidentes, Francisco Bolívar Zapata, (en turno), y Alain Prochiantz, para fomentar el intercambio entre ambas naciones y difundir las artes, cultura, educación, ciencia y tecnología. Entre los acuerdos destaca que ECN invitará cada año de uno a tres maestros del *Collège de France* a impartir cursos o seminarios en las instalaciones de la institución mexicana; por su parte, en el mismo periodo, el *Collège de France* hará lo propio con los miembros de ECN. En México, el doctor Ranulfo Romo, integrante de El Colegio Nacional y de la AMC, fungirá como coordinador científico responsable del seguimiento del convenio y por el lado francés será Philippe Descola.

## Concurso de fotografía científica de la AMC

En el marco de las actividades de fomento y promoción de la ciencia, tecnología e innovación que desarrolla la Academia Mexicana de Ciencias, se convoca al **Segundo Concurso de Fotografía Científica** que en esta ocasión tendrá como tema los **Océanos**, con el propósito de reconocer el talento de jóvenes estudiantes que expresen por medio de la fotografía la importancia de los océanos para la humanidad.

### SE CONVOCA

a estudiantes de licenciatura y posgrado a someter trabajos en temas relacionados con los Océanos, conforme a las siguientes bases:

#### BASES GENERALES:

##### A. DE LOS PARTICIPANTES.

- I. Podrán participar estudiantes de licenciatura o posgrado, que cursen sus estudios en instituciones de educación superior de México, interesados en la temática de Océanos
- II. La participación será individual.

##### B. DEL CONCURSO.

- I. Los trabajos presentados deberán estar relacionados con los Océanos.
- II. Se podrán presentar como máximo un trabajo por participante.
- III. Los trabajos deberán ser creados para este fin, por lo que no deberán haber sido previamente publicados o presentados en otro concurso y deberán ser propiedad de quien los envía.
- IV. Si la fotografía incluye personas, se debe contar con su consentimiento por escrito especificando que es de su conocimiento que serán sometidas a un concurso, así como sujetas a difusión.
- V. El Jurado determinará un primer, segundo y tercer lugar. También se podrán distinguir fotografías con Mención Honorífica. El Jurado podrá declarar desierta la entrega de alguno de los Premios.
- VI. Los resultados serán dados a conocer en el sitio oficial de este concurso.
- VII. Las decisiones del Jurado serán inapelables.

##### C. DEL REGISTRO Y ENVÍO DEL VIDEO.

- I. Las personas interesadas en participar y que cumplan con las bases generales expuestas en esta convocatoria, deberán realizar su registro en el sitio oficial del concurso [www.fotografiacientifica.amc.mx](http://www.fotografiacientifica.amc.mx), en el periodo del 10 de marzo al 10 de abril de 2017.
- II. Cada fotografía deberá entregarse impresa y en formato digital (jpg, tiff, png o gif), a 300 dpi (1500 x 1500 pixeles) en CD y se debe subir la fotografía al registro en línea del concurso.

Además anexas al CD un archivo PDF con los siguientes elementos:

- a) Título de la fotografía
- b) Descripción o reseña de la fotografía
- c) Comprobante de escolaridad vigente
- e) Copia de identificación oficial f) Autorización para que la Academia Mexicana de Ciencias utilice el material en actividades de promoción, fomento o divulgación de ciencia y tecnología, las cuales se desarrollarán sin fines de lucro. El formato de dicha autorización se puede consultar en la siguiente liga electrónica:  
[www.fotografiacientifica.amc.mx/formadeautorizacion.pdf](http://www.fotografiacientifica.amc.mx/formadeautorizacion.pdf)

IV. El material fotográfico y los documentos señalados en el punto anterior deberán entregarse o enviarse a las oficinas de la Academia Mexicana de Ciencias, ubicadas en km 23.5 de la Carretera Federal México - Cuernavaca, Casa Tlalpan, Avenida Cipreses s/n, col. San Andrés Totoltepec, delegación Tlalpan, C.P. 14400, Ciudad de México, México.

V. La fecha límite para la recepción del material y documentos será el 13 de abril de 2017. En el caso que sea enviado por servicio de paquetería, se considerará la fecha de envío del paquete. No deberá utilizarse correo certificado ni tampoco correo ordinario.

##### D. DEL PREMIO.

- I. Al primer lugar se otorgará un Diploma y un Ipad mini 4 con 128Gb, al segundo lugar se otorgará un Diploma y un Ipad mini 4 con 32Gb, al tercer lugar se otorgará un Diploma y un Ipad mini 2 con 32Gb.
- II. Se podrá otorgar Mención Honorífica a algunos de los participantes.
- III. Los materiales fotográficos podrán ser difundidos por los medios que la AMC considere pertinentes.

##### E. DEL JURADO.

I. La Academia Mexicana de Ciencias conformará al Jurado, el cual estará integrado por investigadores de instituciones de educación superior del país.

##### F. DEL CALENDARIO.

- Registro en línea: 10 de marzo al 10 de abril 2017.
- Envío de materiales y documentos: 10 de marzo al 13 de abril de 2017
- El nombre de los ganadores así como la fecha en la que se llevará a cabo la ceremonia oficial de premiación serán anunciados en el sitio oficial del concurso.

##### G. GENERALIDADES.

- I. La participación en el concurso implica la aceptación de todas y cada una de estas bases. Cualquier asunto no previsto en esta convocatoria será resuelto por la AMC.
- II. Al participar en la presente convocatoria, el autor acepta que los organizadores del concurso publiquen su obra en cualquier medio o formato conocido y por conocerse, dando el crédito correspondiente.

ACADEMIA MEXICANA DE CIENCIAS  
México D.F., 27 de enero de 2017

