



La importancia de estudiar la biodiversidad del mar profundo

Elva Escobar-Briones

Este texto busca introducir al lector el por qué es trascendental realizar campañas oceanográficas en mar profundo. Así mismo narra la importancia de estudiar la biodiversidad de los fondos marinos a más de 200 metros de profundidad, zona a la cual los ecosistemas se encuentran en penumbra y oscuridad total. El mar profundo es un tema que no solo ha inspirado numerosos libros de aventuras, ha promovido e impulsado importantes descubrimientos científicos como son las ventilas hidrotermales en el Golfo de California, las infiltraciones de metano y su biota en el sur del Golfo de México (Figura 1) y el desarrollo de tecnologías avanzadas para estudiarlo. También es un tema vigente en el debate de los foros internacionales y políticos.





Figura 1. *Biota asociada al fondo marino en una infiltración de metano de mar profundo en el sur del Golfo de México. Imagen compartida por Heiko Sahling.*

En el sistema solar, la posibilidad de vida se asocia a la presencia de océanos. En nuestro planeta, además se asocia a la presencia de la energía lumínica del sol que permite la fotosíntesis y guía los ritmos biológicos. La luz solar se absorbe rápidamente en el océano. La longitud de onda larga (roja y anaranjada), es absorbida en la superficie y se transforma en calor. La longitud de onda corta (azul) se dispersa con la profundidad. El proceso de fotosíntesis lo realizan los organismos fotosintéticos, como los bosques costeros, las macro y microalgas que incluyen diatomeas, cianobacterias, dinoflagelados y cocolitofóridos, a través de la fijación de dióxido de carbono en compuestos orgánicos. Éstos crean biomasa en un primer nivel trófico (productores primarios). Esta biomasa, compuesta de carbono, es energía vía la ingestión y transformación por los siguientes niveles tróficos (herbívoros, detritívoros, carnívoros) y es transferida a través de cadenas alimenticias entrelazadas, conocidas en su conjunto como trama trófica.

La luz separa térmicamente a la superficie bien iluminada de las zonas de transición, y la profunda (Figura 2), que es oscura y fría al no recibir luz solar perennemente. El estudiar la vida en el océano profundo es un gran tema actual de la ciencia y del desarrollo tecnológico. Por una parte, la vida ha evolucionado a lo largo de 3,500 millones de años y cuenta con adaptaciones fisiológicas a la elevada presión, a la oscuridad, a la baja temperatura, al escaso alimento, a paisajes químicos y sonoros únicos con los que se comunican los organismos; a agua bien oxigenada y muy transparente que le permite establecer interacciones biológicas vía la bioluminiscencia.





Figura 2. Ilustración del cambio de la penetración de luz en la columna de agua y elementos asociados al fondo marino. Proyecto Cultura Oceánica PAPIME UNAM PE217620 ilustración Columna de agua y fondo marino por Diana Maybeth Vega Salgado, 2020
<https://www.icmyl.unam.mx/CulturaOceanica/index.html>

La percepción de quienes vivimos alejados de la costa, ya sea en las ciudades, en la alta montaña, el desierto, o la selva tropical, olvidamos con frecuencia que el océano ocupa el 71% de la superficie de nuestro planeta. En el caso del territorio nacional con una extensión total de 5,120,679 km², la extensión de la superficie oceánica representa el 67% del espacio geográfico, fluido, que incluye el mar territorial, la zona económica exclusiva y la plataforma continental extendida en el polígono occidental del golfo de México. El océano profundo, agua y fondos marinos a más de 200 m de profundidad representan casi el 95% del océano del país (Figura 3). Este espacio geográfico, 300 veces mayor, es difícil de imaginar por su magnitud, su extensión y profundidad con respecto al espacio que ocupamos en tierra.



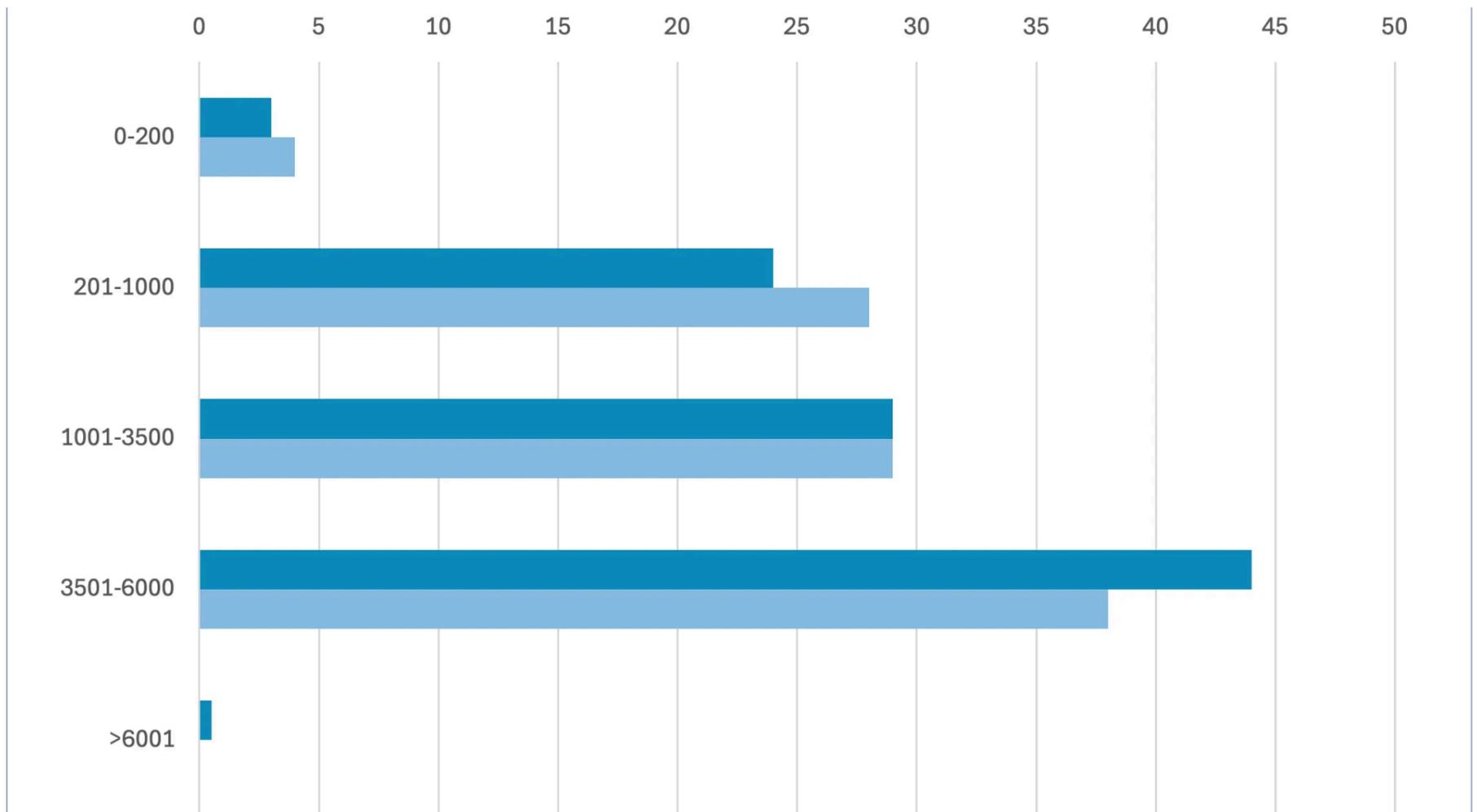


Figura 3. Gráfica de barras de la distribución porcentual de los intervalos batimétricos con base en el volumen de columna de agua para cada una de las dos regiones oceográficas del país. Eje Y: intervalo de profundidad en metros, datos provenientes de UNINMAR
<http://uninmar.icmyl.unam.mx/>

Al estudiar su diversidad biológica, adaptada a oscuridad total, elevada presión, escaso alimento (Figura 4), en este gran volumen de agua y de fondo marino, hemos hecho grandes descubrimientos de especies nuevas, nuevos hábitats y ecosistemas sostenidos por procesos biológicos novedosos.



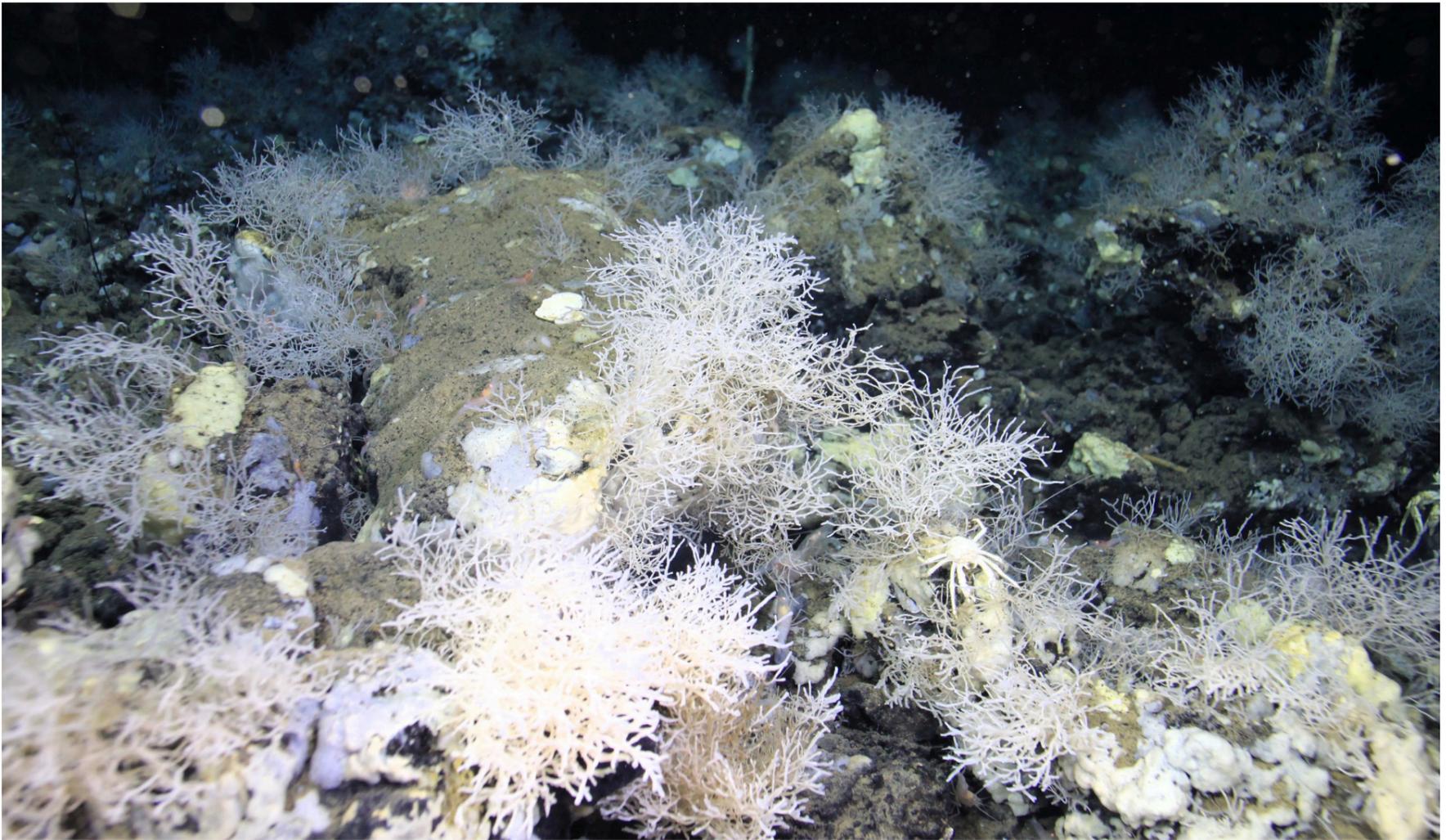


Figura 4. Fondo marino abisal de esponjas del sur del Golfo de México. Imagen de la campaña M114 en colaboración UNAM-MARUM.

Rara vez nos ponemos a pensar en la edad del océano. Éste ha estado presente en el planeta desde hace casi 3,800 millones de años. La presencia del océano le proporciona estabilidad a las condiciones climáticas del planeta. A más de 200 metros de profundidad las condiciones ambientales han sido constantes, con cambios muy sutiles, y en periodos de tiempo muy grandes. La constancia y estabilidad ambiental son responsables de la gran diversidad biológica del mar y en particular del mar profundo. La diversidad marina en mar profundo incluye biota microscópica (micras) y macroscópica (metros), de vida muy corta (horas a días) o muy longeva (cientos a miles de años) que interactúa en el espacio acuático en ausencia de luz solar y en el fondo marino. En el mar profundo ocurren procesos biogeoquímicos diversos y únicos que llevan a cabo los microorganismos (Figura 5) que son fundamentales en el funcionamiento del océano, como son la oxidación anaeróbica de amonio y la quimiosíntesis (como una fuente de energía en ausencia de luz).



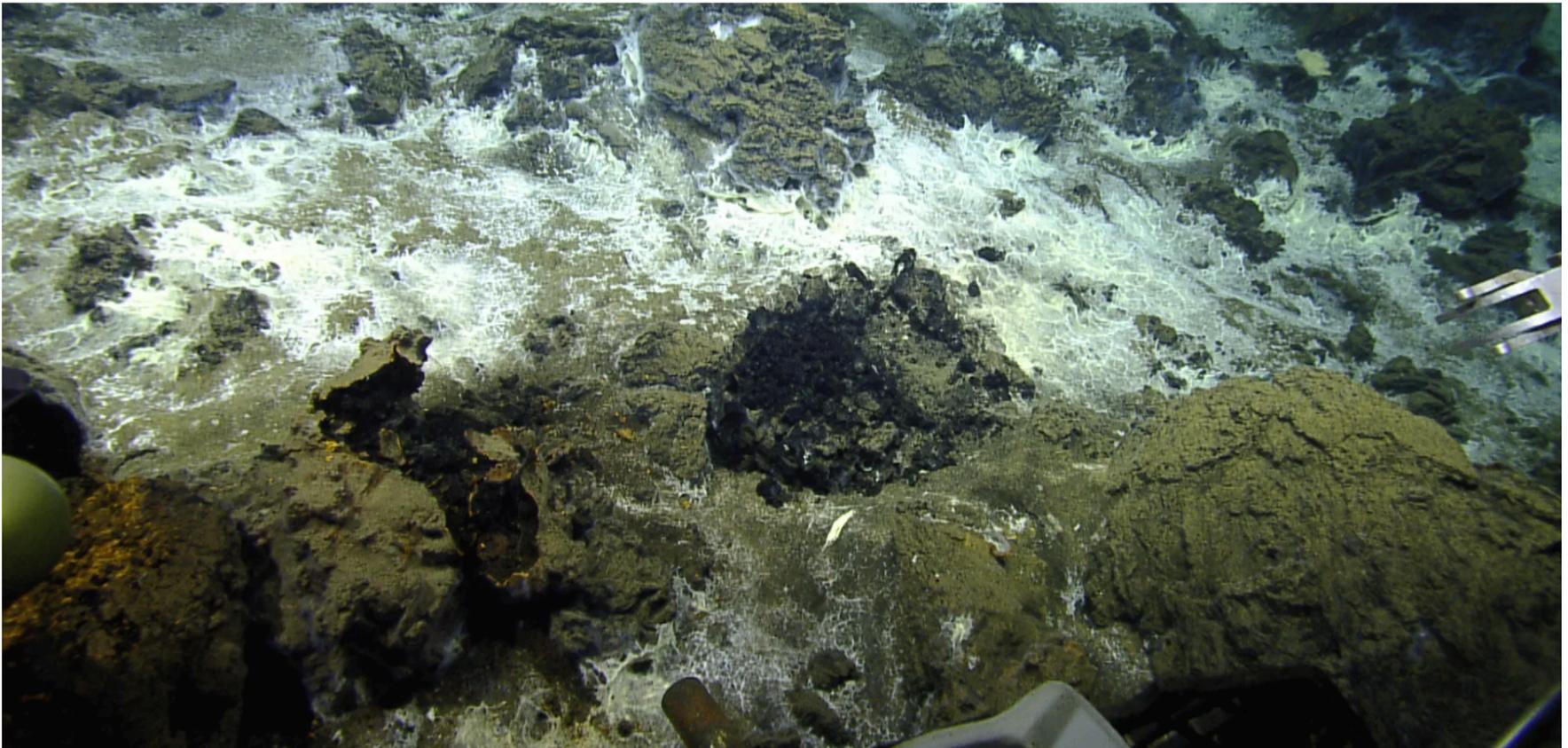
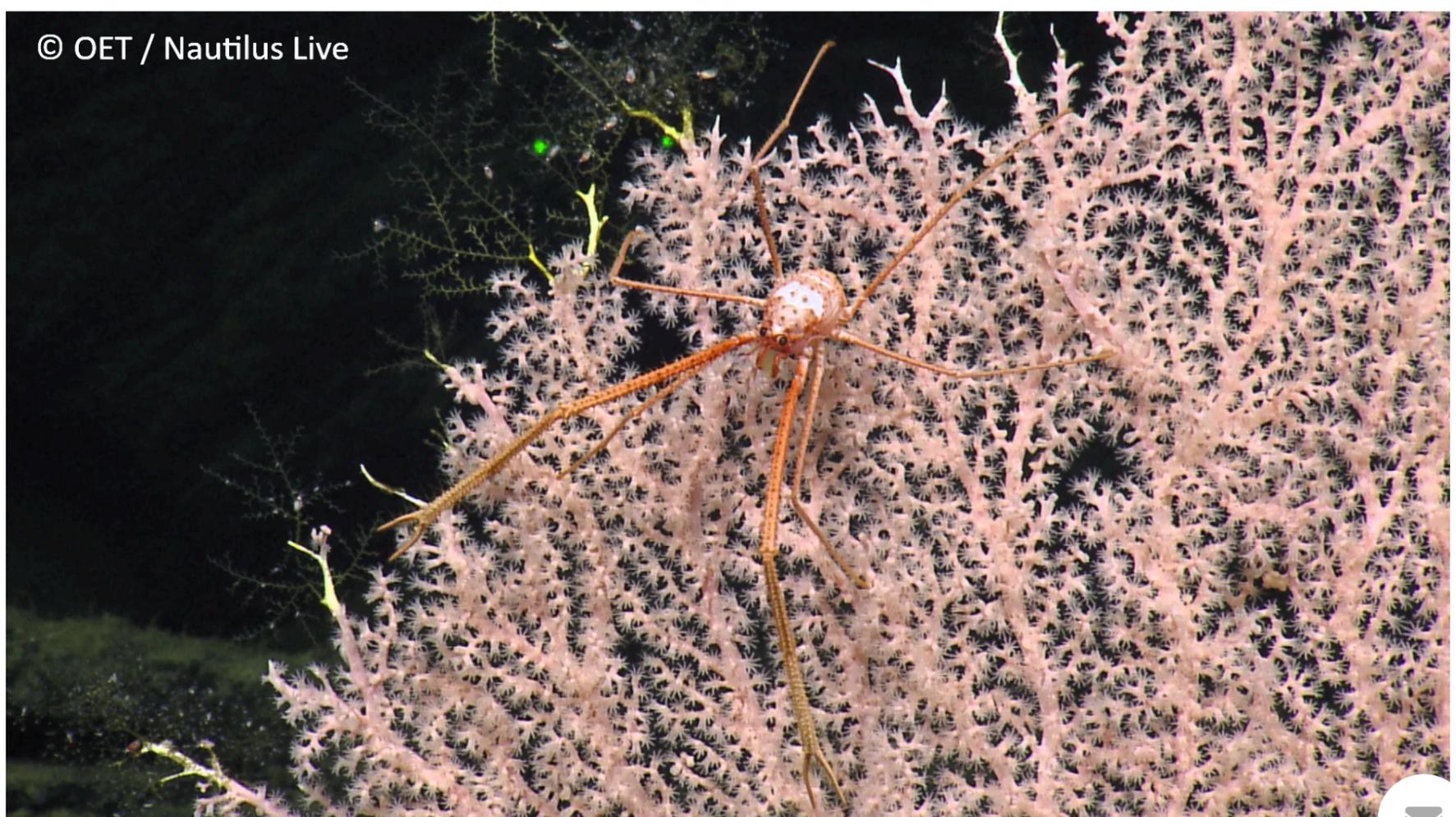


Figura 5. Tapetes de microorganismos (en blanco) asociados al sedimento marino de una infiltración hidrotermal en el fondo marino de Pacífico Oriental Tropical y que utilizan compuestos reducidos en la interfase agua y sedimento. Imagen tomada por Ocean Exploration Trust (cam1_20171111041512).

La superficie del océano está íntimamente conectada con el fondo marino a través del flujo de partículas de materia orgánica, como son los organismos muertos o fragmentos de éstos y heces que, en su caída al fondo marino, son degradadas por distintos microorganismos. Las partículas pequeñas son filtradas por organismos gelatinosos en la columna de agua y por organismos fijados al sustrato como son las esponjas, anémonas y corales o por organismos móviles que recorren el fondo marino. Este material filtrado en la columna de agua es empacado en heces facilitando su depósito al fondo marino. En este las partículas son la fuente de alimento de los organismos que las capturan o recogen en el mar profundo seleccionando diferentes tamaños, forma o composición química. Esta labor contribuye a retirar, almacenar y secuestrar el carbono (por más de 100 años) al interior del sedimento (Figura 6).





Los organismos también se especializan en la forma de recoger estas partículas del sustrato donde las fragmentan, ingieren y excretan, promoviendo la colonización, reutilización y degradación por diversos microorganismos. Algunos organismos (Figura 7) se especializan en partículas recién depositadas, más frágiles, cuyo contenido es más fácil de digerir y no requieren de microorganismos para degradarlas. Mientras que otros, apoyados por microorganismos que coexisten cercanamente en su tracto digestivo o que tienen la capacidad de producir sustancias químicas, pueden degradar partículas y materiales orgánicos e inorgánicos de difícil digestión. Esto ocurre especialmente en los primeros 10 cm del sedimento, donde el sustrato está menos compactado, donde hay espacios intersticiales entre los granos de sedimento con agua oxigenada y la biota multicelular participa conjuntamente con los microorganismos en el proceso de reciclaje de la materia orgánica, lo que se llama “remineralización”. Esta es una función ecológica que se lleva a cabo en mar profundo y que se vincula con la superficie al sostener la producción primaria que llevan a cabo el fitoplancton y algas. Otra función de la fauna en el sedimento del mar profundo es la captura y consecuente secuestro de carbono, procesos que son cruciales para mitigar el cambio climático. Estas funciones, su papel en la captura y participación en el ciclo del carbono, benefician a la sociedad por el valor económico que proporcionan al ayudar a mantener el equilibrio de los ciclos biogeoquímicos en el océano ya que son fundamentales para sostener la vida marina y la vida en el planeta.



Figura 7. Fondo marino con estrellas quebradizas especializadas en capturar partículas que caen hacia el fondo marino. Imagen de la campaña BIG en Cuenca de Guaymas.

El mar profundo contiene recursos sumamente valiosos, derivados de importantes procesos biológicos. Ejemplo de éstos son depósitos de sílice, precipitaciones carbonatadas, hidrocarburos, gas, hidratos de metano, costras de cobalto enriquecidas en hierro, nódulos polimetálicos. Algunos de ellos han sido y continúan siendo explotados, como los hidrocarburos y el gas natural. Otros recursos menos conocidos, de gran valor, son los que poseen diversos organismos de mar profundo, representados por sus genes, enzimas, metabolitos, exudados, y compuestos bioactivos y que son de gran interés económico, por ejemplo, para el tratamiento de diferentes enfermedades y se agrupan bajo el nombre recursos genéticos marinos. 



contaminantes y compuestos sintéticos como el plástico. En los próximos años, los productos derivados de procesos biológicos o los componentes de la biodiversidad de mar profundo serán los actores principales de la investigación científica, en pruebas y usos pre-clínicos, la producción de farmacéuticos y la toma de decisiones. Fuera del territorio nacional su extracción se prevé sea bajo una política de distribución equitativa de los beneficios en patentes y ganancias.

El uso del océano se extiende cada día más lejos y más profundo. La exploración y explotación de los recursos que ofrece el océano debe ser cuidadosamente gestionada para que la biodiversidad, que es tan vulnerable a los impactos ambientales adversos, no desaparezca antes de conocerla. El uso sustentable y responsable de los recursos del fondo marino requerirá de expertos en múltiples disciplinas. De lo contrario, su recuperación tomaría miles de años por la lentitud en que se lleva a cabo el reducido depósito de partículas al fondo marino y con ello, la restauración de los procesos que ocurren en condiciones de elevada presión y baja temperatura.

Un desafío grande para el estudio del mar profundo es el reto técnico para documentar las diferentes escalas de la diversidad biológica y sus procesos, para lo cual son necesarios infraestructura (ver un ejemplo en la Figura 8), equipos y personal altamente especializado quienes requieren operar los equipos sin alterar las condiciones ambientales.





Figura 8. Ejemplo de infraestructura requerida para la exploración de la biodiversidad del mar profundo. En esta imagen se ilustra, suspendido desde el marco A de la popa del buque uno de los 6 sumergibles tripulados que operan a profundidades de hasta 6 km. El sumergible en esta imagen consta de la esfera de 2.10 m de diámetro cubierta por su carcasa amarilla, los tres ojos de buey para ver al exterior, lámparas cuya iluminación en la profundidad dan una visión de hasta 15 m de distancia, los dos brazos robóticos y cámaras. En cubierta el sumergible es recibido por la tripulación para colocarlo en su base y desplazarlo posteriormente al hangar (Imagen E. Escobar).



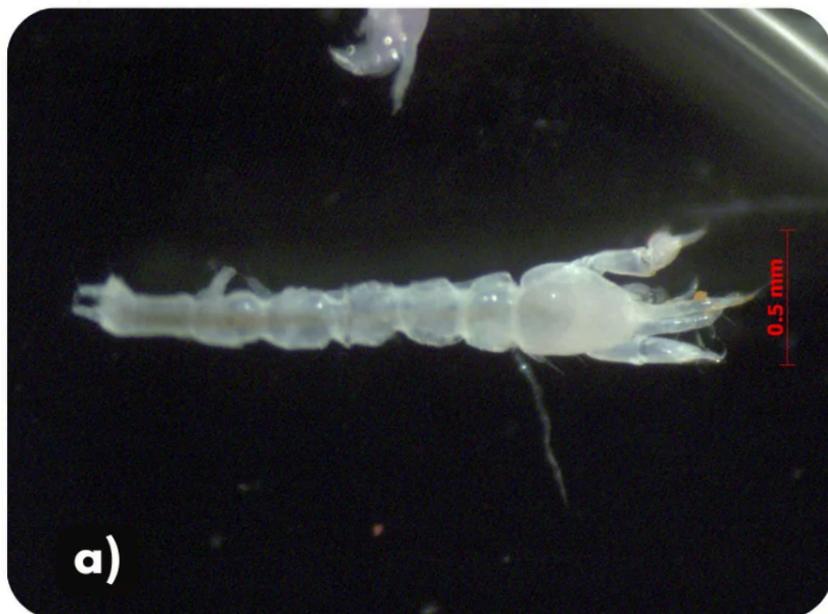


exploración del mar profundo, el elevado costo para adquirirla y operarla en alta mar y la necesidad de contar de los cuadros técnicos altamente especializados, a la fecha se estima que solo conocemos el 0.0001% de su biodiversidad.

Dado que la biodiversidad del fondo marino es el resultado de su evolución a lo largo del tiempo, de su estabilidad ambiental, de la competencia entre especies por recursos limitados, y de la alta especialización a las condiciones ambientales y energéticas, su estudio puede abordarse desde múltiples disciplinas, como la genética las ciencias ómicas, la bioquímica, taxonomía, o ecología. Otras disciplinas de las ingenierías, las humanidades y artes son también necesarias.

La biodiversidad del mar profundo está representada por microorganismos, invertebrados y vertebrados. Éstos presentan **enanismo**, por ejemplo, crustáceos de talla micrométrica (Figura 9a) o tiburones adultos de 10 centímetros (Figura 9b); **gigantismo**, como es el caso de crustáceos con casi medio metro, arañas de mar de un metro, organismos gelatinosos que forman colonias flotantes de varios metros; o **longevos**, como las esponjas y corales con edades de 11 mil y 7 mil años, tiburones con 400 años, y gusanos de tubos con edades de 500 años (Figura 9c), todos ellos vivos al día de hoy.

Diversas teorías como es la baja cantidad de alimento que llega al fondo marino profundo, la baja temperatura, la ausencia de depredadores o el aislamiento, explican estos extremos en talla y edad.





de tubo en el fondo marino abisal del Golfo de México (Imagen de la campaña M114 en colaboración UNAM-MARUM).

La diversidad de mar profundo tiene interacciones biológicas complejas. Éstas van desde la producción de compuestos químicos diversos o la emisión de luz o sonido que facilitan la comunicación entre organismos de la misma especie y con otras especies. La colaboración entre vertebrados o invertebrados con los microorganismos les facilita el uso del escaso y poco nutritivo alimento o la comunicación en ausencia de luz. Todas estas interacciones y colaboraciones biológicas están pobremente descritas. Estudiar la biodiversidad del mar profundo es importante y ofrece una gran oportunidad de hallazgos en la frontera del conocimiento que requiere del desarrollo de tecnología, innovación y colaboraciones diversas.

El papel de la biodiversidad de los fondos marinos de mar profundo es importante para el bienestar de la sociedad. Para mí ha sido una gran pasión estudiarla por más de 40 años. Mi esperanza es que este texto haya introducido al lector en los desafíos que presenta el estudio del mar profundo y las oportunidades que ofrece a los jóvenes investigadores a descubrir nuevas especies y nuevos procesos para mantener la salud del mar y para la vida en el planeta. Así mismo deseo que inspire a los jóvenes a estudiarla desde las diferentes disciplinas y que en un próximo viaje a bordo del B/O *Justo Sierra* de la UNAM (Figura 10) sean quienes me acompañen para conocer cómo se estudia y cómo son las muestras de las que he hablado en este escrito.



Figura 10. Recuperación de muestras de sedimento colectado con el multinucleador con apoyo del marco A en la popa del B/O *Justo Sierra* de la UNAM. Imagen Coordinación de Plataformas Oceanográficas.

Lecturas recomendadas

- Escobar-Briones, E. (2023) El Océano: Fundamental para el sistema climático del planeta (Espejo) *Obsidiana* (Ciencia y Cultura por México) Vol Océano y Cambio Climático Año 1 Núm 7 Octubre, 2023. p. 6 y 7 <https://amc.mx/Obsidiana/Numero-7-OceanosyCambioClimatico.pdf>
- Tapia de la O, Y. & Escobar-Briones, E. (2023). Armadas para una batalla: desafío de las estrellas quebradizas en total oscuridad. *Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología* Vol. 3(8):42-50 <https://www.flipsnack.com/8D6766CC5A8/volumen-3-n-mero-8-octubre-2023/full-view.html>.
- DOSI (2022) Redefinición de la Influencia de los Ecosistemas Quimiosintéticos para su Gestión Ambiental Efectiva. <https://www.dosi-project.org/wp-content/uploads/Ecosistemas-Quimiosinteticos-Informe-de-Policas.pdf>
- Escobar-Briones, E. 2014. ¿Qué es el mar profundo? Pp. 1-10. In. A. Low Pfeng & E. M Peters Recagno (Eds.) *La Frontera Final: El Océano Profundo*. 305 pp SEMARNAT- INECC. ISBN 978-607-8246-70-0. <https://www.researchgate.net/publication/290392150LaFronteraFinalElOceanoProfundo>
- Escobar-Briones, E. 2014. Efectos de las actividades humanas sobre el mar profundo; tendencias mundiales y estado actual del conocimiento en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de México. Pp. 287-304. In. A. Low Pfeng & E. M Peters Recagno (Eds.) *La Frontera*. 



sedimento a los presupuestos de carbono en la planicie abisal del Golfo de México. Pp. 545- 551. Capítulo 2.10. Ecosistemas Acuáticos In: Fernando Paz & Rosa M. Cuevas (Editores) Estado Actual del Conocimiento del Ciclo del Carbono y sus Interacciones en México Síntesis a 2011. 890 pp. Programa Mexicano del Carbono, Universidad Autónoma del Estado de México e Instituto Nacional de Ecología. Texcoco, Estado de México, México. ISBN 978-607-715-085-5 PDF: <https://pmcarbono.org/pmc/publicaciones/SintesisNacional2011.pdf>

Comparte este artículo en redes sociales

[Share](#)[Tweet](#)[Pin](#)[Email](#)[Share](#)

Artículo Anterior

[Comunicar ciencia desde altamar](#)

Artículo Siguiente

[Un laboratorio navegante para descifrar los misterios de bacterias marinas](#)





BIOTECNOLOGÍA EN MOVIMIENTO

REVISTA DE DIVULGACIÓN DEL INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA DE LA UNAM



BIOTECNOLOGÍA A BORDO

Comunicar
ciencia
desde altamar

El arte
y el mar

Un laboratorio
navegante



UNAM
La Universidad
de la Nación



Instituto de
Biotecnología

Acerca de la autora:

Elva Escobar-Briones es investigadora del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, directora de 2011 a 2019, y docente de la UNAM. Fue reconocida con los premios Naturaleza 1977 y Club Primera Plana-Novartis 2000 de Divulgación de la Ciencia. Ella realiza investigación en biodiversidad de los fondos marinos profundos a bordo de los buques oceanográficos desde hace 45 años. Portada de Ciencias Marinas





BiotecMov

[Suscribirse](#)

[Ultimo número](#)

[Números especiales](#)

[Preguntas frecuentes](#)

Sitio

[Blog](#)

[Mapa del Sitio](#)

[Aviso de Privacidad](#)

[Codigo de ética](#)

Contribuir

[Comité editorial](#)

[Instrucciones](#)

[Registro](#)



Biotecnología en Movimiento. Publicación trimestral editada por la Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad 3000, Col. U.N.A.M.-C.U. Alc. Coyoacán, 04510 CdMx, a través del Instituto de Biotecnología (IBt-UNAM), Av. Universidad 2001, Col. Chamilpa, 62210, Cuernavaca, Mor. Tel. 777-329-16 71 X 38122; correo-e: biotecmov@ibt.unam.mx. Editores responsables: Enrique Galindo y Mónica Pineda. WebMaster: Walter Santos. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título Núm. 04-2015-060211444700-102 (Indautor) ISSN: 2954-4718. Certificado de Licitud de Título y Contenido No. 16692 (STCCPRI-SEGOB). Distribuida en formato digital y electrónico por el IBt-UNAM. | Hecho en México. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). | Copyright © Todos los derechos reservados Esta página puede ser reproducida con fines no lucrativos, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica, y no se mutile; de otra forma requiere permiso previo por escrito de la institución.
Con tecnología de Walter Santos (walt@waltsantos.com)

