

Meiofauna, esos pequeños desconocidos de los ambientes marinos

Meiofauna, those little-known organisms of marine environments

Diana C. Martínez-Fabián

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México

cristelmartz23@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0008-0707-2134>

Recepción: 6 de septiembre de 2024

Aprobación: 7 de marzo de 2025



Norma A. Santibañez-Aguascalientes

Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla CU2, México

norma.santibanez@correo.buap.mx

 <https://orcid.org/0000-0002-1342-5185>

Pedro-Luis Ardisson*

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México

pedro.ardisson@cinvestav.mx

 <https://orcid.org/0000-0002-3544-1178>

RESUMEN

La meiofauna en los ecosistemas marinos es poco conocida, aunque el interés por su estudio se ha incrementado en los últimos años. La meiofauna, parte de la comunidad bentónica, representa un conjunto de organismos que participan en los procesos biogeoquímicos y en las redes tróficas de los ambientes sedimentarios. Se explica la relevancia ecológica de este grupo de organismos, así como el interés en utilizar el conocimiento generado sobre él con fines de diagnóstico ambiental. La información recopilada proviene de portales bibliográficos como Web of Science, Scopus y TESIUNAM y pone énfasis en la composición, abundancia, distribución geográfica y uso de la meiofauna como indicadores ecológicos de estrés, particularmente en México. El diseño de herramientas de diagnóstico ambiental ayuda a la toma de decisiones sobre el estado ecológico de los fondos marinos.

PALABRAS CLAVE: fauna bentónica, distribución, nematodos, fondos marinos, bioindicadores.

ABSTRACT

Meiofauna in marine ecosystems is little known, although interest in its study has increased recently. Meiofauna, an integral part of the benthic community, represents a set of organisms that actively participate in the biogeochemical processes and trophic web of sedimentary environments. This paper explains the ecological relevance of this group of organisms and the interest in using the knowledge generated about it for environmental diagnosis purposes. The information collected comes from bibliographic portals such as Web of Science, Scopus, and TESIUNAM, emphasizing its composition, abundance, geographical distribution, and use as ecological stress indicators, particularly in Mexico. The design of environmental diagnostic tools constitutes valuable support for decision-making on the ecological status of the seabed.

KEYWORDS: benthic fauna, distribution, nematodes, seafloor, bioindicators.

INTRODUCCIÓN

Es conocido que los océanos cubren el 71% de la superficie de la Tierra, pero menos conocido es el estado de los fondos marinos que quedan bajo las aguas que los recubren. El entorno ecológico de los fondos marinos constituye el hábitat de organismos colectivamente conocidos como *bentos*. Este espacio está poco explorado, con base en que solo 24.9% de los fondos oceánicos ha sido cartografiado,^[1] aunque no necesariamente muestreado de manera física. Así, por ejemplo, se estima que solo el 0.01% de los fondos marinos de ambientes profundos ha sido muestreado, observado y estudiado con detenimiento (Johannes *et al.*, 2023). En ellos se encuentra la mayor reserva de carbono orgánico y la mayor diversidad de especies (Seibold y Berger, 2017). De las especies marinas, el 98% de ellas vive

*AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

pedro.ardisson@cinvestav.mx

sobre o al interior del sustrato, por lo general en sedimentos suaves. Entre las especies animales que viven en los sedimentos se encuentra la meiofauna, un grupo de organismos poco conocido entre el público no especializado. El término *meiofauna* tiene raíces etimológicas en el griego y el latín: *Meio* proviene del griego $\mu\epsilon\iota\omicron$ - (*meio*), que significa “pequeño” o “menor”, en referencia a la talla reducida de los organismos que componen el grupo; *Fauna* por su parte deriva del latín “fauna”, que se refiere a los animales de una región o ecosistema, y se les clasifica de acuerdo con su talla (entre 63 y 500 micrómetros); es decir, todos aquellos organismos que pueden ser retenidos en un tamiz con abertura de malla inferior al grosor de un cabello humano (figura 1) (Giere y Schratzberger, 2023; Higgins y Thiel, 1988).

Este artículo está lejos de ser exhaustivo y no constituye un trabajo científico de revisión, por lo que, en el estado actual del conocimiento sobre este grupo diverso e importante de invertebrados bentónicos, se requiere desarrollar un amplio esfuerzo de síntesis de la información existente, no solo sobre nematodos sino sobre la totalidad de los grupos taxonómicos que integran la meiofauna ampliando la búsqueda al mayor número de bases de datos posible^[2] y desarrollando nuevas líneas de investigación para su estudio. En relación con los antecedentes y en el plano de la divulgación, una perspectiva reciente, paralela a la aquí presentada, es la de García-Vázquez y Gómez (2024). Sobre el plano de los trabajos de investigación, la atención al tema por parte de la comunidad científica se ha incrementado, prueba de ellos son los trabajos recientes de Sautya *et al.* (2025), Frontalini *et al.* (2025) y Martínez *et al.* (2025), que extienden su estudio a los ambientes marinos de transición, como estuarios y playas arenosas y continúan abundando en el desarrollo de aproximaciones metodológicas para su estudio a través del uso de bioindicadores de calidad ecológica y de herramientas moleculares y genéticas.

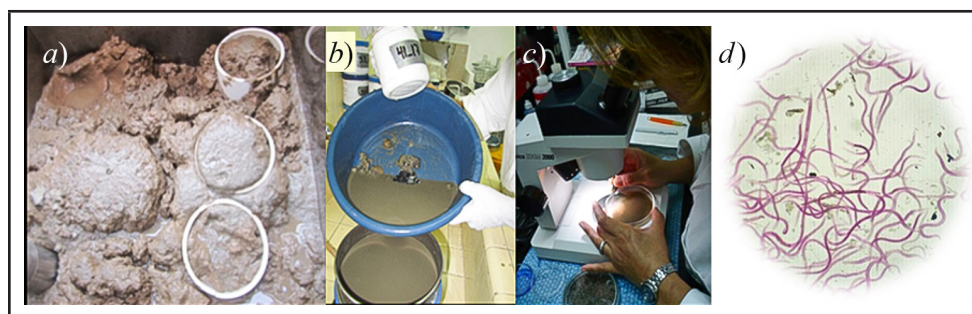


FIGURA 1

Proceso de separación de organismos de una muestra de sedimento

Fuente: elaboración propia.

Nota: a) obtención de submuestras con tres núcleos de PVC (10 cm de diámetro y 5 cm de altura), b) tamizado de la muestra a través de una malla de 63 μm de abertura, c) separación de organismos bajo un microscopio estereoscópico, d) especímenes de meiofauna en un campo óptico.

1. COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA MEIOFAUNA

De los aproximadamente 35 *phyla* o grandes grupos de metazoarios vivos, 34 son o tienen representantes marinos, uno de ellos vertebrado (peces) y el resto invertebrados. Entre estos últimos, la mayor parte forma parte tanto de la meiofauna como de la macrofauna (la clase de talla inmediatamente superior a la de la meiofauna), y solo siete de ellos son exclusivos de la meiofauna: Loricifera, Kinorhyncha, Tardigrada, Gnathostomulida, Micrognathozoa, Gastrotricha y Cycliophora (Giere, 2009; Peralta-Maraver *et al.*, 2023; Worsaae *et al.*, 2023). Por *metazooario* entendemos todo grupo animal que posea un cuerpo compuesto por células diferenciadas en tejidos y órganos y una cavidad digestiva revestida de células especializadas. Del conjunto de grupos constituyentes de la meiofauna, el grupo dominante, en términos de abundancia y número de especies, es Nematoda, la mayor parte de las cuales es de vida libre, por lo que es el mejor documentado en la literatura reciente

(Vargas-Espositos *et al.*, 2024). La abundancia relativa y absoluta de cada grupo varía sensiblemente según el hábitat que ocupa; en particular, el hábitat sedimentario es el más abundante. Cada hábitat bentónico tiene un régimen biogeoquímico distinto, el cual depende en gran medida de su contenido de materia orgánica, de oxígeno disuelto, así como de la condición de su comunidad microbiana (Giere y Schratzberger, 2023). Aunque variable, en ambientes ricos en materia orgánica, la abundancia de nematodos alcanza valores del orden de millones de individuos por metro cuadrado (Pascal *et al.*, 2008; Veit-Köhler *et al.*, 2018).

Un artículo reciente (Sapir, 2021) propone que la combinación única de cinco características explicaría la adaptación exitosa de los nematodos a hábitats extremos, como su plan corporal simple, cilíndrico y sin apéndices, su adaptabilidad a bajas concentraciones de oxígeno disuelto, sus mínimos requerimientos dietéticos, su capacidad para entrar en letargo o en animación suspendida, así como la preadaptación y la tolerancia a los factores de estrés. De acuerdo con Giere (2009), la talla corporal pequeña determina en gran medida su modo de desarrollo, que no favorece la producción de abundantes gametos. Otros rasgos del ciclo de vida que influyen con fuerza en la distribución de los individuos, por mencionar solo dos, son la tendencia a abreviar la ontogenia (proceso completo de crecimiento y desarrollo de un ser vivo), con la consiguiente presencia de neotenia (retención de rasgos juveniles en organismos adultos) y el enquistamiento (latencia) que les ayuda a sobrevivir durante periodos de condiciones ambientales severas.

Entre las funciones ecológicas de la meiofauna destacan las siguientes: *a*) modifican las propiedades físicas y químicas de los sedimentos mediante la bioturbación, es decir, al movimiento y transporte de partículas del sedimento (Bonaglia *et al.*, 2014); *b*) participan e influyen en los procesos biogeoquímicos, cuya ausencia ocasiona un descontrol en la regulación de las fuentes de nitrógeno y fósforo que genera una mayor expansión de las zonas mínimas de oxígeno disuelto (Diaz y Rosenberg, 2008); *c*) forman parte de la red trófica bentónica, ya que estimulan el crecimiento microbiano para descomponer y hacer disponible los nutrientes a las bacterias, e integran parte de la dieta de organismos de niveles tróficos superiores (Coull, 1973; Carpentier *et al.*, 2014). Como resultado de su elevada abundancia, amplia distribución, tiempos generacionales cortos y altas tasas metabólicas, la meiofauna desempeña un papel clave en la funcionalidad de los ecosistemas (Schratzberger e Ingels, 2018).

La meiofauna muestra una sorprendente adaptación a los factores ambientales y a las fuentes de estrés, por ejemplo a la descarga de aguas residuales (Bertocci *et al.*, 2019) y a la contaminación por hidrocarburos aromáticos policíclicos (Moreno *et al.*, 2008), lo que denota una alta capacidad de recuperación y resiliencia, como ocurrió en el caso del derrame de petróleo del pozo *Deepwater Horizon* (Schwing *et al.*, 2020). En este sentido, el estudio de la meiofauna resulta relevante para los programas de diagnóstico ambiental y de monitoreo de los fondos marinos. El diagnóstico ambiental es una herramienta analítica y sistemática que evalúa las condiciones ambientales de un área o sistema específico a partir de la identificación de sus características, problemáticas y riesgos potenciales, con el fin de establecer estrategias de gestión, conservación o remediación. Su objetivo principal es proporcionar información detallada y fundamentada para la toma de decisiones en materia de gestión sostenible del entorno. El monitoreo, por su parte, es el proceso continuo y sistemático de recolección, medición y análisis de datos sobre las condiciones y parámetros del medioambiente para analizar su estado, detectar cambios, identificar tendencias y verificar el cumplimiento de normas ambientales o de objetivos de gestión. Teniendo esto en mente, este artículo describe los aspectos más relevantes de la meiofauna como su distribución geográfica y su uso como indicadores ecológicos con el propósito de evaluar el estado y las tendencias de la investigación sobre este tema, en México en particular. La información obtenida resulta útil para apoyar la toma de decisiones que favorezcan el desarrollo sostenible de los ecosistemas bentónicos.

Este grupo heterogéneo de organismos presenta una amplia distribución que abarca, latitudinalmente, desde el ecuador hasta los polos y, en el gradiente vertical, desde la zona intermareal hasta el mar profundo (Bertocci *et al.*, 2019; Zhao *et al.*, 2020). El grupo cuenta con una amplia capacidad para colonizar ambientes, desde los más estables hasta los más dinámicos y extremos, como manglares, latitudes polares, áreas de deshielo, hábitats hiperhalinos, hipóxicos y anóxicos, así como cuevas submarinas y ventilas hidrotermales (Danovaro, 2010; Zeppilli *et al.*, 2018). En la mayoría de los ambientes marinos, la distribución horizontal de la meiofauna es

discontinua; es decir, se presenta en forma agregada (Findlay, 1981). Esto puede deberse a que la abundancia y la distribución de las especies son reguladas por factores como la disponibilidad de alimento, el comportamiento y los factores ambientales (Rosli *et al.*, 2018). La profundidad de la columna de agua también ejerce un control sobre la abundancia (a mayor profundidad, menor abundancia) debido a que solo entre el 2% y el 0.5% de la producción primaria neta llega a los ambientes profundos (Buesseler *et al.*, 2007). No obstante, aún en sitios profundos (profundidades iguales o mayores a 200 m), la abundancia puede aumentar por la presencia de compuestos biogénicos en los sedimentos, por la topografía del fondo marino y por cómo se acumula en estos la materia orgánica (Wang *et al.*, 2019).

Los organismos de la meiofauna se caracterizan por un cuerpo fusiforme, lo que les permite adaptarse a los espacios intersticiales estrechos e irregulares entre los granos del sedimento. La combinación de una talla pequeña y la ausencia de una larva pelágica provoca que su dispersión y, en consecuencia, su distribución, sean restringidas. Existen, no obstante, numerosas especies con una amplia distribución, por lo que se les denomina *cosmopolitas*. A esta contradicción aparente se le conoce como la “paradoja de la meiofauna”. Esto es: ¿Por qué hay especies tan similares en áreas tan distantes? Una de las razones es que las especies presentan un alto grado de divergencia molecular a pesar de no haber una diferenciación morfológica reconocible, lo que las caracteriza como *especies crípticas*, producto de fenómenos como la especiación reciente, el paralelismo, la convergencia y la estasis morfológica. Errores o artefactos de muestreo inducen cambios en la percepción de una especie como cosmopolita, ya que el registro de especies en áreas poco estudiadas se basa con frecuencia en el uso inadecuado de claves taxonómicas, por lo que, idealmente, la determinación taxonómica de la identidad de las especies debería complementarse y corroborarse con información molecular (Cerca *et al.*, 2018).

Una pregunta relevante relacionada con la distribución es: dado que su ciclo de vida carece de fase larvaria, ¿cómo es posible que la meiofauna haya logrado dispersarse por todos los océanos del mundo y habitar ambientes diversos? Si bien es cierto que la presencia de larvas pelágicas juega un papel fundamental en la dispersión y distribución de las especies, también lo es que la dispersión sin fase larvaria sea posible realizarla por medio de la dispersión de huevos fertilizados, del transporte por deriva de objetos o estructuras flotantes –troncos o embarcaciones–, organismos como macroalgas, hielo o material orgánico particulado (Ingels *et al.*, 2020), lo que obliga a considerar los rasgos biológicos y la historia de vida de los organismos involucrados. Asimismo, la especiación vicariante, es decir la separación de especies por barreras geográficas, también explicaría la distribución de las especies meiofaunales (Cerca *et al.*, 2018).

2. EL USO DE LA MEIOFAUNA COMO INDICADORES ECOLÓGICOS

En los últimos años, los estudios sobre la meiofauna como indicadores ecológicos han aumentado debido al reconocimiento de su valor en programas de monitoreo ambiental, así como a su capacidad para responder a diversos impactos antropogénicos (Liñero Arana *et al.*, 2013). En ecología, el término *indicador* se refiere a un componente o medida de fenómenos ambientales relevantes que evalúan los cambios en el estado del ecosistema (Dauvin *et al.*, 2010). A diferencia de los parámetros fisicoquímicos, los indicadores ecológicos constituyen una medida acumulada e integrada en el tiempo, producto de su adaptación local y de su respuesta temporal ante las variaciones del ecosistema (Birk *et al.*, 2012).

Aunque la meiofauna es un buen bioindicador de estrés ambiental –cambio climático, por ejemplo, y de impactos ocasionados por las actividades humanas– su respuesta varía dependiendo del grupo de especies de que se trate. Por ejemplo, los foraminíferos y copépodos son sensitivos a cambios ambientales, mientras que algunas especies de nematodos son tolerantes al estrés (Schwing *et al.*, 2020). Los nematodos se ven favorecidos por condiciones extremas, por ejemplo bajas concentraciones de oxígeno disuelto, lo que constituye una señal de advertencia de cambio que puede ser utilizada como herramienta de detección (Zeppilli *et al.*, 2018). En casos de contaminación por metales pesados, los nematodos toleran altas concentraciones de Cu, Cd, Zn y Pb (Van der Wurff *et al.*, 2007), aunque la magnitud y naturaleza de la respuesta varía según la especie (Moens *et al.*, 2014); así, por ejemplo, *Monhystera* suele ser dominante en sitios contaminados en comparación con *Enoplus* y *Halalaimus*.

que son sensibles a metales pesados (Howell, 1983; Vranken *et al.*, 1991; Zeppilli *et al.*, 2018). Por lo tanto, la presencia de contaminantes se posiciona como un factor que regula la distribución y composición de especies.

Otros grupos meiofaunales también son propuestos como herramientas útiles para evaluar el enriquecimiento orgánico en ambientes marinos, como los quinorrincos y copépodos que son sensibles a los sulfitos y a la contaminación por petróleo, respectivamente (Dal Zotto *et al.*, 2016; Sciberras *et al.* 2022). En cambio, los tardígrados proliferan en condiciones con alta carga de nutrientes (*e. g.* aguas residuales) (Jakubowska-Krepska *et al.*, 2018). No obstante, aún falta mucho para conocer el nivel de sensibilidad y tolerancia del resto de los grupos, como es el caso de los gastrotricos que muestran una amplia gama de respuestas a diferentes parámetros ambientales, los cuales definen sus nichos ecológicos (Balsamo *et al.*, 2020). Hacia finales del siglo pasado, en el ámbito de la ecología poblacional se desarrolló el uso de los rasgos biológicos del ciclo de vida de los organismos como forma de representar su respuesta funcional ante los factores ambientales que operan, por lo general, como factores de estrés. Dos de estos trabajos, conducidos en el sur del Golfo de México, son representativos del uso de los rasgos biológicos en el ámbito del estudio de la meiofauna, el de Santibañez-Aguascalientes *et al.* (2024) y el de Vargas-Espositos *et al.* (2024).

3. ESTUDIOS DE LA MEIOFAUNA DE MÉXICO

En México los estudios sobre meiofauna se han desarrollado en su mayoría para los ambientes marinos del Golfo de México, en comparación con los del Pacífico. Los primeros estudios sobre meiofauna se llevaron a cabo en la Sonda de Campeche, los cuales estuvieron enfocados en la taxonomía de nematodos (Castillo-Fernandez y Lamshead, 1990; De Jesús-Navarrete, 1993). En cuanto a aspectos ecológicos, se han examinado la distribución espacial, la composición, la densidad y la biomasa (Escobar *et al.*, 1997; Guzmán, 2015). En relación con la industria petrolera, se ha documentado que los foraminíferos se ven influenciados por las áreas de filtración de petróleo y las descargas de ríos, y se ha encontrado que estos organismos son resistentes a los impactos tanto naturales como antropogénicos (Machain-Castillo *et al.*, 2019, 2020). Algunos otros han abordado el estudio de la meiofauna desde la perspectiva metapoblacional de sedimentos de mar profundo y la modelación de la estructura trófica de ambientes lagunares costeros (Cisterna-Céliz *et al.*, 2018; Rosado-Solórzano y Guzmán del Prío, 1998). También se ha demostrado la función de los nematodos como bioturbadores en comunidades de microbialitos (ecosistemas microbianos) en el lago de Bacalar (De Jesús-Navarrete *et al.*, 2021). De acuerdo con las campañas oceanográficas realizadas por el Cinvestav Unidad Mérida en el sur del Golfo de México durante el periodo (1999-2020), los nematodos más frecuentes pertenecen a los géneros *Dorylaimopsis*, *Sphaerolaimus* y a la familia Chromadoridae (figura 2) (Cinvestav, 2020). Para esta misma región, y a través de una amplia red de estaciones, tres trabajos examinaron los ensamblajes de nematodos, su biomasa y espectro de tallas a través del gradiente de profundidad (Armenteros *et al.*, 2022; De Jesús-Navarrete *et al.*, 2022; Vargas-Espositos *et al.* 2023). Por su parte, Cardoso Neves *et al.* (2022) reportaron la primera descripción de loricíferos en el sur del Golfo de México.



FIGURA 2

Nematodos frecuentes en una muestra de sedimento del Golfo de México

Fuente: elaboración propia.

Nota: a) *Dorylaimopsis*, b) *Sphaerolaimus*, c) Chromadoridae.

En la vertiente pacífica del país se han realizado estudios de carácter taxonómico sobre nematodos (Mundo-Ocampo y Rosas-Acevedo, 2020). En específico, en la región del Golfo de California se han conducido estudios sobre la diversidad de copépodos harpaticóideos de mar profundo (Gómez y Morales-Serna, 2012). En la porción norte del Golfo, se estudió la composición y distribución espacial de la meiofauna, dominada por nematodos, copépodos harpaticóideos, poliquetos y quinorrincos en relación con variables ambientales en un intervalo de profundidad de 39 a 237 m (Álvarez-Castillo *et al.*, 2015, 2018, 2023).

De acuerdo con el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB),^[3] se cuenta con 7 496 registros de especies de la meiofauna reportadas para la zona costera y marina en México en los últimos 74 años (1944-2018). El grupo taxonómico más estudiado ha sido el de los nematodos (63% de los registros), seguido de los quetognatos (35%) y, en menor grado, de otros grupos como braquiópodos, quinorrincos, priapulidos, tardígrados y xenacoelomorfos (<1%). Por cuenca oceánica y en orden decreciente, el número de registros corresponde al Golfo de México (44%), al mar Caribe (25%) y al océano Pacífico (<19%). Más de la mitad de los registros (57%) ha sido proporcionada por instituciones académicas nacionales como Cinvestav y ECOSUR, localizadas en la península de Yucatán (Ardisson, 2005; De Jesús-Navarrete, 2016). En cuanto a la UNAM, los registros corresponden a sitios profundos del Golfo de México (Escobar-Briones, 2006) y de la Cuenca Pacífica, incluyendo registros del Golfo de California (Gómez y Morales-Serna, 2012; Mundo-Ocampo y Rosas-Acevedo, 2020; Álvarez-Castillo *et al.*, 2015, 2018, 2023). Por su parte, instituciones extranjeras han reportado registros en sitios profundos (mayores a 200 m de profundidad) del Golfo de México y del Golfo de California (OBIS Secretariat, 2018; Martínez Arbizu *et al.*, 2024) (figura 3).

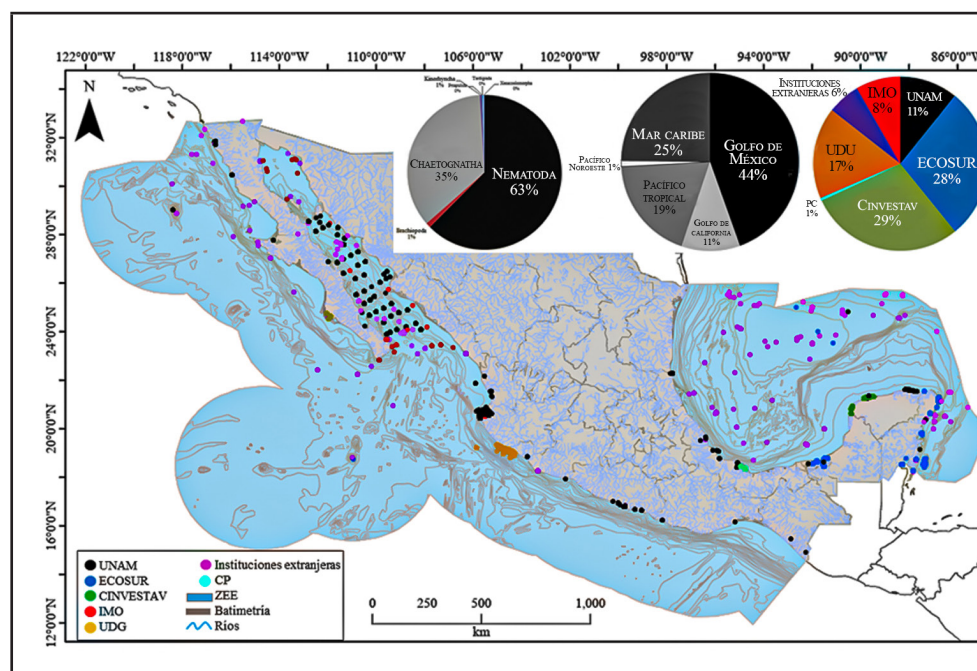


FIGURA 3

Registros de especies de la meiofauna en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México

Fuente: elaboración propia.

Nota: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Cinvestav; Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR; Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM; Universidad de Concepción e Instituto Milenio de Oceanografía, IMO; Universidad de Guadalajara, UDG; Colegio de Postgraduados, CP. Instituciones extranjeras: Smithsonian Institution, California Academy of Sciences, Canadian Museum of Nature, University of Chicago, Museum of Natural History, Harvard University, University of Florida, Natural History Museum, University of Copenhagen, Texas A&M University, University of California.

El conjunto de la información aportada por estos registros posee el potencial para ser sometida a análisis e interpretación ecológica constituyéndose en una base invaluable, complementada con resultados de investigación original, para el diseño de herramientas de evaluación diagnóstica sobre el estado de salud de los fondos marinos de los ambientes costeros y oceánicos de nuestro país.

PROSPECTIVA

Sobre la base de sus tolerancias, las especies se utilizan como bioindicadores para evaluar el estado de salud de los ecosistemas marinos al responder a diversas presiones humanas, como la pesca de fondo, el vertimiento de aguas residuales y el derrame de hidrocarburos (Montagna *et al.*, 2002; Riera *et al.*, 2011; Zeppilli *et al.*, 2018). La implementación de métodos que incluyan a la meiofauna, sin embargo, presenta limitaciones vinculadas, sobre todo, a la taxonomía de las especies, ya que su identificación requiere personal especializado y protocolos de laboratorio controlados (Schratzberger *et al.*, 2000). Por ello, algunos científicos han optado por recurrir al uso complementario de herramientas moleculares y a la secuenciación masiva (metabarcodificación del ADN) como apoyo a una identificación taxonómica rigurosa, rápida (72% menor en tiempo) y económica (55% más económica) (Aylagas *et al.*, 2018). Estas herramientas ayudan a obtener secuencias moleculares para alimentar bases de datos públicas en las que se generan códigos de barras de referencia para futuros trabajos (Avó *et al.*, 2017). Adicionalmente, el uso de rasgos funcionales, es decir de características morfológicas, fenológicas o comportamentales de los organismos, contribuye a detectar las respuestas ecológicas de las especies ante perturbaciones antropogénicas (Semprucci *et al.*, 2022). El conocimiento, acceso y uso de las diversas bases de datos del SNIB [5] permiten diseñar e implementar nuevas metodologías de evaluación ambiental (*e. g.* índices bentónicos) y estrategias de gestión para fundamentar la toma de decisiones.

CONCLUSIONES

Los organismos de la meiofauna son excelentes indicadores ecológicos debido a su sensibilidad a los cambios ambientales, sus ciclos de vida cortos y su amplia distribución en los ecosistemas marinos. La composición y abundancia de sus comunidades responden rápidamente a perturbaciones como la contaminación, la eutrofización y las alteraciones del hábitat, lo que las hace valiosas para evaluar la salud de los ecosistemas y monitorear los impactos ambientales. Además, el papel de la meiofauna en el ciclo de nutrientes y en las interacciones tróficas aumenta su utilidad para comprender la dinámica ecológica y detectar cambios en el funcionamiento de los ecosistemas. La meiofauna es un grupo de organismos bentónicos presente en todos los océanos del mundo que, aunque relevante, es poco conocida. Entre los diversos grupos que componen la meiofauna, el de los nematodos es el más abundante y diverso, seguido, en orden decreciente de abundancia, por copépodos, quinorrincos, tardígrados, poliquetos, gastrotricos, rotíferos, ostrácodos y turbelarios. En México las investigaciones se han centrado principalmente en conocer la identidad y la composición taxonómica de la fauna, con base en criterios morfológicos, así como su distribución a lo largo del gradiente de profundidad. Se requiere impulsar su estudio mediante la síntesis de la información existente y el desarrollo, en paralelo, de nuevas líneas de investigación. Más allá del conocimiento de su identidad y distribución, se requiere documentar sus rasgos biológicos, historias de vida, umbrales de tolerancia y de sensibilidad ante los factores de estrés. El conjunto de esta información facultaría el uso de este grupo como indicador en programas de diagnóstico y monitoreo de la calidad ambiental de los fondos marinos. En el corto plazo, se requiere mejorar el conocimiento sobre su biodiversidad mediante la incorporación de herramientas de diagnóstico, tanto morfológicas como moleculares, de biología básica y de las interacciones con otras especies y con su entorno. Solo entonces podría considerarse viable la estructuración de un programa de monitoreo que permita detectar los cambios ambientales en los fondos marinos a fin de facilitar su preservación y aprovechamiento en beneficio de la sociedad y de las generaciones futuras.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la contribución de tres árbitros anónimos, quienes contribuyeron a mejorar el manuscrito, y a María Teresa Herrera-Dorantes, auxiliar de investigación del Laboratorio de Bentos del Cinvestav Unidad Mérida, por las imágenes ilustrativas del procesamiento de muestras y de las especies características que integran la meiofauna bentónica del Golfo de México.

REFERENCIAS

- Álvarez-Castillo, L., Hermoso-Salazar, M., Estradas-Romero, A., Prol-Ledesma, R. M., & Pardos, F. (2015). First records of Kinorhyncha from the Gulf of California: Horizontal and vertical distribution of four genera in shallow basins with CO₂ venting activity. *Cahiers de Biologie Marine*, 56(3), 271-281. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/35427>
- Álvarez-Castillo, L., Hermoso-Salazar, M., Estradas-Romero, A., Rivas, G., & Prol-Ledesma, R. M. (2018). Composition and spatial distribution of the meiofauna in the Wagner and Consag basins, Gulf of California, Mexico. *Cahiers de Biologie Marine*, 59, 245-256. <https://doi.org/10.21411/CBM.A.AC-D5ED1C>
- Álvarez-Castillo, L., Hermoso-Salazar, M., Rivas, G., Estradas-Romero, A., & Prol-Ledesma, R. M. (2023). Effect of high temperature on the meiofauna composition, abundance, and biomass in a zone of geophysical anomalies. *Marine Ecology*, 44(4), e12751. <https://doi.org/10.1111/maec.12751>
- Ardissón, P.-L. (2005). *Diversidad bentónica del ambiente intermareal e infralitoral somero de Progreso, Yucatán*. Mérida: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Mérida, Departamento de Recursos del Mar Laboratorio de Bentos, CONABIO.
- Armenteros, M., Quintanar-Retama, O., & Gracia, A. (2022). Depth-related patterns and regional diversity of free-living nematodes in the deep-sea Southwestern Gulf of Mexico. *Frontiers in Marine Science*, 9, 1023996. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.1023996>
- Avó, A. P., Daniell, T. J., Neilson, R., Oliveira, S., Branco, J., & Adão, H. (2017). DNA Barcoding and morphological identification of benthic nematodes assemblages of estuarine intertidal sediments: Advances in molecular tools for biodiversity assessment. *Frontiers in Marine Science*, 4, 250251. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00066>
- Aylagas, E., Borja, Á., Muxika, I., & Rodríguez-Ezpeleta, N. (2018). Adapting metabarcoding-based benthic biomonitoring into routine marine ecological status assessment networks. *Ecological Indicators*, 95 Part 1, 194-202. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.07.044>
- Balsamo, M., Artois, T., Smith, J. P., Todaro, M. A., Guidi, L., Leander, B. S., & Van Steenkiste, N. W. (2020). The curious and neglected soft-bodied meiofauna: Rouphozoa (Gastrotricha and Platyhelminthes). *Hydrobiologia*, 847(12), 2613-2644. <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04287-x>
- Bertocci, I., Dell'Anno, A., Musco, L., Gambi, C., Saggiomo, V., Cannavacciuolo, Lo Martire, M., A. Passarelli, A., G. Zazo, G., & Danovaro, R. (2019). Multiple human pressures in coastal habitats: variation of meiofaunal assemblages associated with sewage discharge in a post-industrial area. *Science of the Total Environment*, 655, 1218-1231. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.121>
- Birk, S., Bonne, W., Borja, A., Brucet, S., Courrat, A., Poikane, Solimini, A., Van de Bund, W., Zampoukas, N., & Hering, D. (2012). Three hundred ways to assess Europe's surface waters: An almost complete overview of biological methods to implement the Water Framework Directive. *Ecological Indicators*, 18, 31-41. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.10.009>

- Bonaglia, S., Nascimento, F. J. A., Bartoli, M., Klawonn, I., & Bruchet, V. (2014). Meiofauna increases bacterial denitrification in marine sediments. *Nature Communications*, 5, 5133. <https://doi.org/10.1038/ncomms6133>
- Buesseler, K. O., Lamborg, C. H., Boyd, P. W., Lam, P. J., Trull, T. W., Bidigare, R. R., James K. B. Bishop, J. K. B., Casciotti, ... & Elskens, M. (2007). Revisiting carbon flux through the ocean's twilight zone. *Science*, 316, 567-570. <https://doi.org/10.1126/science.1137959>
- Cardoso Neves, R., Kristensen, R. M., Rocha-Olivares, A., & Rivas, G. (2022). A first look at the biodiversity of Loricifera in the southern Gulf of Mexico. *Frontiers in Marine Science*, 9, 944795. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.944795>
- Carpentier, A., Como, S., Dupuy, C., Lefrançois, C., & Feunteun, E. (2014). Feeding ecology of *Liza* spp. in a tidal flat: Evidence of the importance of primary production (biofilm) and associated meiofauna. *Journal of Sea Research*, 92, 86-91.
- Castillo-Fernandez, D., & Lambshhead, P. J. D. (1990). Revision of the genus *Elzalia* Gerlach, 1957 (Nematoda: Xyalidae) including three new species from an oil producing zone in the Gulf of Mexico, with a discussion of the sibling species problem. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Zoology*, 56, 63-71. <https://biostor.org/reference/107024>
- Cerca, J., Purschke, G., & Struck, T. (2018). Marine connectivity dynamics: clarifying cosmopolitan distributions of marine interstitial invertebrates and the meiofauna paradox. *Marine Biology*, 165, 123. <https://doi.org/10.1007/s00227-018-3383-2>
- Cinvestav (2020). *Campaña Oceanográfica 2020*. PEMEX Exploración y Producción RMNE/Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional-Unidad Mérida (Reporte técnico).
- Cisterna-Céliz, J. A., Marcelino-Barros, M., Herguera, J. C., & Rocha-Olivares, A. (2018). Metacomunity analysis of meiobenthos of deep-sea sediments from the Gulf of Mexico. *Marine Biodiversity*, 49, 1217-1231. <https://doi.org/10.1007/s12526-018-0899-0>
- Coull, B. C. (1973). Estuarine meiofauna: a review: trophic relationships and microbial interactions. In H. Stevenson & R. R. Colwell (Eds.), *Estuarine Microbial Ecology* (pp. 499-512). Columbia: University of South Carolina Press.
- Dal Zotto, M., Santulli, A., Simonini, R., & Todaro, M. A. (2016). Organic enrichment effects on a marine meiofauna community, with focus on *Kinorhyncha*. *Zoologischer Anzeiger - A Journal of Comparative Zoology*, 265, 127-140. <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2016.03.013>
- Danovaro, R. (2010). *Methods for the Study of Deep-Sea Sediments, Their Functioning and Biodiversity*. Boca Raton: CRC Press.
- Dauvin, J.-C., Bellan, G., & Bellan-Santini, D. (2010). Benthic indicators: from subjectivity to objectivity – Where is the line? *Marine Pollution Bulletin*, 60, 947-953. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.03.028>
- De Jesús-Navarrete, A. (1993). Distribución, abundancia y diversidad de los nematodos (Phylum Nematoda) bénticos de la Sonda de Campeche, México. Enero 1987. *Revista de Biología Tropical*, 41(1), 57-63.
- De Jesús-Navarrete, A., Prado, B. y Pozo, C. (2016). Fortalecimiento de las colecciones de ECOSUR. Primera fase. *El Colegio de la Frontera Sur. Bases de datos SNIB-CONABIO (colección de nematodos acuáticos de Chetumal), proyectos ME006, FM023 y H096*. Ciudad de México: CONABIO.
- De Jesús-Navarrete, A., Yanez-Montalvo, A., Falcón, L. I., & Vargas-Espósitos, A. (2021). Nematode fauna associated with freshwater microbialites in Bacalar Lake, Quintana Roo, Mexico. *Limnology*, 22, 347-355. <https://doi.org/10.1007/s10201-021-00662-2>
- De Jesús-Navarrete, A., Armenteros, M., Vargas Espósitos, A., & Rocha-Olivares, A. (2022). Size spectra, biomass, and trophic groups of free-living marine nematodes along a water-depth gradient in the northwestern Gulf of Mexico. *African Journal of Ecology*, 43(5), e12723. <https://doi.org/10.1111/maec.12723>

- Diaz, R. J., & Rosenberg, R. (2008). Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. *Science*, 321, 926-929. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1156401>
- Escobar, E., López, M., Soto, L. A., & Signoret, M. (1997). Density and biomass of the meiofauna of the upper continental slope in two regions of the Gulf of Mexico. *Ciencias Marinas*, 23(4), 463-489. <https://doi.org/10.7773/cm.v23i4.823>
- Escobar-Briones, E. G. (2006). *Base de datos de fauna batial, abisopelágica y abisal del Golfo de México*. México: Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO, proyecto BE013.
- Findlay, S. E. G. (1981). Small-scale spatial distribution of meiofauna on a mud- and sandflat. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 12, 471-484. [https://doi.org/10.1016/S0302-3524\(81\)80006-0](https://doi.org/10.1016/S0302-3524(81)80006-0)
- Frontalini, F., Greco, M., Semprucci, F., Cermakova, K., Merzi, T., & Pawlowski, J. (2025). Developing and testing a new Ecological Quality Status index based on marine nematode metabarcoding: A proof of concept. *Chemosphere*, 370, 143992. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.143992>
- García-Vázquez, L., & Gómez S. (2024). Meiofauna, un mundo diminuto y frágil. *Elementos*, 135, 129-133.
- Giere, O. (2009). *Meiobenthology. The microscopic motile fauna of aquatic sediments* (2nd ed.). Berlin: Springer-Verlag.
- Giere, O., & Schratzberger, M. (Eds.). (2023). *New Horizons in Meiobenthos Research: Profiles, Patterns and Potentials*. Berlin: Springer Nature.
- Gómez, S. y Morales-Serna, F. N. (2012). Meiofauna de mar profundo del golfo de California: algunos aspectos acerca de la distribución y abundancia de Copepoda, en P. Zamorano, M. E. Hendrickx y M. Caso (Eds.), *Biodiversidad y comunidades del talud continental del Pacífico mexicano* (pp. 123-144). México: Instituto Nacional de Ecología, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Guzmán, O. (2015). *Estructura comunitaria del meiobentos abisal asociada al volcán de asfalto "chapopote", ubicado al sureste del Golfo de México* (tesis de licenciatura). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Higgins, R. P., & Thiel, H. (1988). *Introduction to the Study of Meiofauna*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.
- Howell, R. (1983). Heavy metals in marine nematodes: uptake, tissue distribution and loss of copper and zinc. *Marine Pollution Bulletin*, 14, 263-268. [https://doi.org/10.1016/0025-326X\(83\)90170-4](https://doi.org/10.1016/0025-326X(83)90170-4)
- Ingels, J., Valdes, Y., Pontes, L. P., Silva, A. C., Neres, P. F., Corrêa, G. V. V., Silver-Gorges, I., Fuentes, M. M. P. B., Gillis A.,... & Dos Santos, G. A. P. (2020). Meiofauna life on loggerhead sea turtles-diversely structured abundance and biodiversity hotspots that challenge the meiofauna paradox. *Diversity*, 12(5), 203. <https://doi.org/10.3390/d12050203>
- Jakubowska-Krepska, N., Gołdyn, B., Krzemińska-Wowk, P., & Kaczmarek, L. (2018). Tardigrades as potential bioindicators in biological wastewater treatment plants. *European Journal of Ecology*, 4(2), 124-130. <https://doi.org/10.2478/eje-2018-0019>
- Johannes, K. N., Kennedy, B. R. C., & Bell, K. L. C. (2023). Seafloor Observation Scenario Exploration Tool: Enabling representative exploration of the global deep seafloor. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1251562. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1251562>
- Liñero Arana, I., Ojeda, S., & Amaro, M. E. (2013). Variación espacio-temporal de la meiofauna submareal en una playa arenosa nororiental de Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 61(1), 59-73.
- Machain-Castillo, M. L., Ruiz-Fernández, A. C., Gracia, A., Sanchez-Cabeza, J. A., Rodríguez-Ramírez, A., Alexander-Valdés, H. M., Pérez-Bernal, L. H., Nava- Fernández, X. A.,... & Hollander, D. J. (2019). Natural and anthropogenic oil impacts on benthic foraminifera in the southern Gulf of Mexico. *Marine Environmental Research*, 149, 111-125. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2019.06.006>

- Machain-Castillo, M. L., Ruiz-Fernández, A. C., Alonso-Rodríguez, R., Sánchez-Cabeza, J. A., Gío-Argáez, F. R., Rodríguez-Ramírez, A., Villegas-Hernández, R., Mora-García, A. I., Fuentes-Sánchez, A. P., Cardoso-Mohedano, J. G., Hernández-Becerril, D. U., Esqueda-Lara, K., Santiago-Pérez, S., Gómez-Ponce, M. A., & Pérez-Bernal, L. H. (2020). Anthropogenic and natural impacts in the marine area of influence of the Grijalva — Usumacinta River (Southern Gulf of Mexico) during the last 45 years. *Marine Pollution Bulletin*, 156, 111245. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111245>
- Martínez, A., Kohler, S., García-Cobo, M., Neunschwander Kurtz, M., Fontaneto, D., & Macher, J.-N. (2025). Meiofauna as sentinels of beach ecosystems: A quantitative review of gaps and opportunities in beach meiofauna research. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 313, 109092. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2024.109092>
- Martinez Arbizu, P., Smith, C. R., Keller, S., & Ebbe, B. (Editors). (2024). *Biogeographic Database of the Census of Abyssal Marine Life*. <https://doi.org/10.15468/oc9tsb>
- Moens, T., Braeckman, U., Derycke, S., Fonseca, G., Gallucci, F., Gingold, R., Guilini, K., Ingels, J., Leduc, D., Vanaverbeke, J.,... & Vincx, M. (2014). Ecology of free-living marine nematodes. In A. Schmidt-Rhaesa (Ed.), *Nematoda (2nd edition)* (pp. 109-152). Berlin: De Gruyter.
- Montagna, P. A., Jarvis, S. C., & Kennicutt, II, M.C. (2002). Distinguishing between contaminant and reef effects on meiofauna near offshore hydrocarbon platforms in the Gulf of Mexico. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59(10), 1584-1592.
- Moreno, M., Vezzulli, L., Marin, V., Laconi, P., Albertelli, G., & Fabiano, M. (2008). The use of meiofauna diversity as an indicator of pollution in harbours. *ICES Journal of Marine Science*, 65(8), 1428-1435. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsn116>
- Mundo-Ocampo, M. y Rosas-Acevedo, J. L. (2020). Diversidad de nematodos marinos en Barra Vieja, Guerrero, México. *Foro de Estudios sobre Guerrero*, 7(1), 752-756.
- OBIS Secretariat. (2018). The Deepwater Program: Northern Gulf of Mexico Continental Slope Habitat and Benthic Ecology - DgoMB: Macros. *Deep-sea OBIS node*. <https://www.gbif.org/dataset/da209453-8d41-4a29-b759-1f5e1a2b6980>
- Pascal, P.-Y., Dupuy, C., Richard, P., Rzeznik-Orignac, J., & Niquil, N. (2008). Bacterivory of a mudflat nematode community under different environmental conditions. *Marine Biology*, 154, 671-682.
- Peralta-Maraver, I., Traunspurger, W., Robertson, A. L., Giere, O., & Majdi, N. (2023). Freshwater Meiofauna-A Biota with different Rules? In Olav Giere & Michaela Schratzberger (Eds.), *New horizons in Meiobenthos Research: Profiles, Patterns and Potentials*. Springer.
- Riera, R., Tuyá, F., Sacramento, A., Ramos, E., Rodríguez, M., & Monterroso, O. (2011). A community level assessment to evaluate the effects of brine disposal over subtidal meiofauna. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 93, 359-365. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2011.05.001>
- Rosado-Solórzano, R., & Guzmán del Prío, S. A. (1998). Preliminary trophic structure model for Tampamachoco lagoon, Veracruz, Mexico. *Ecological Modelling*, 109(2), 141-154. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(98\)00011-8](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(98)00011-8)
- Rosli, N., Leduc, D., Rowden, A. A., & Probert, P. K. (2018). Review of recent trends in ecological studies of deep-sea meiofauna, with focus on patterns and processes at small to regional spatial scales. *Marine Biodiversity*, 48, 13-34. <https://doi.org/10.1007/s12526-017-0801-5>
- Santibañez-Aguascalientes, N. A., Carrasco-Torres, A., & Ardisson, P.-L., (2024). Chronic contamination in the southern Gulf of Mexico coastal zone, as evidenced by meiofauna biological traits. *Regional Studies in Marine Science*, 78, 103757. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2024.103757>

- Sapir, A. (2021). Why are nematodes so successful extremophiles? *Communicative and Integrative Biology*, 14(1), 24-26. <https://doi.org/10.1080/19420889.2021.1884343>
- Sautya, S., Gaikwad, S., Ram, A., Basu, U., Rao Molla, N., & Chatterjee, T. (2025). Assessment of benthic meiofauna in multi-stressed environment of a tropical estuary: A case study using low taxonomic resolution data. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*, 41(9). <https://doi.org/10.1007/s41208-024-00755-6>
- Schratzberger, M., Gee, J. M., Rees, H. L., Boyd, S. E., & Wall, C. M. (2000). The structure and taxonomic composition of sublittoral meiofauna assemblages as an indicator of the status of marine environments. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 80(6), 969-980. <https://doi.org/10.1017/S0025315400003039>
- Schratzberger, M., & Ingels, J. (2018). Meiofauna matters: the roles of meiofauna in benthic ecosystems. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 502, 12-25. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2017.01.007>
- Schwing, P. T., Montagna, P. A., Joye, S. B., Paris, C. B., Cordes, E. E., McClain, C. R., Kilborn, J. P., & Murawski, S. A. (2020). A synthesis of deep benthic faunal impacts and resilience following the deepwater horizon oil spill. *Frontiers in Marine Science*, 7, 560012. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.560012>
- Sciberras, M., Menechella, A. G., Rucci, K. A., Cazzaniga, N. J., & Marrero, H. J. (2022). Índice nematodo/copépodo y las abundancias de nematodos y copépodos como bioindicadores de contaminación: un meta-análisis. *Ecología Austral*, 32, 516-525. <https://doi.org/10.25260/EA.22.32.2.0.1840>
- Seibold, E., & Berger, W.. (2017). The Sea Floor. *An introduction to Marine Geology* (fourth ed.). Springer Nature.
- Semprucci, F., Grassi, E., & Balsamo, M. (2022). Simple is the best: An Alternative method for the analysis of free-living nematode assemblage structure. *Water*, 14, 1114. <https://doi.org/10.3390/w14071114>
- Van der Wurff, A. W. G., Kools, S. A. E., Boivin, M. E. Y., Van den Brink, P. J., Van Megen, H. H. M., Riksen, J. A. G., Doroszuk, A., & Kammenga, J. E. (2007). Type of disturbance and ecological history determine structural stability. *Ecological Applications*, 17(1), 190-202.
- Vargas-Espositos, A. A., De Jesús-Navarrete, A., Pérez-Pech, W. A., & Anguas-Escalante, A. (2024). Biological traits and functional diversity of free-living nematode assemblages along a water-depth gradient in the northwestern of Gulf of Mexico. *Regional Studies in Marine Science*, 79, 103860. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2024.103860>
- Vargas-Espositos, A. A., De Jesús-Navarrete, A., Pérez-Pech, W. A., Pech, D., Rocha-Olivares, A., & Martínez-Mendoza, I. (2003). Free-living nematode assemblages along a water-depth gradient in the Perdido belt, northwestern Gulf of Mexico. *Regional Studies in Marine Science*, 63, 103006. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.103006>
- Veit-Köhler, G., Durst, S., Schuckenbrock, J., Hauquier, F., Suja, L. D., Dorschel, B., Vanreusel, A., & Arbizu, P.M. (2018). Oceanographic and topographic conditions structure benthic meiofauna communities in the Weddell Sea, Bransfield Strait and Drake Passage (Antarctic). *Progress in Oceanography*, 162, 240-256. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2018.03.005>
- Vranken, G., Vanderhaeghen, R., & Heip, C. (1991). Effects of pollutants on life-history parameters of the marine nematode *Monhystera disjuncta*. *ICES Journal of Marine Science*, 48, 325-334. <https://doi.org/10.1093/icesjms/48.3.325>
- Wang, X., Liu, X., & Xu, J. (2019). Distribution patterns of meiofauna assemblages and their relationship with environmental factors of deep sea adjacent to the Yap Trench, Western Pacific Ocean. *Frontiers in Marine Science*, 6, 735. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00735>

- Worsaae, K., Vinther, J., & Sorensen, M. V. (2023). Evolution of bilateria from a meiofauna perspective — miniaturization in the focus. In Olav Giere & Michaela Schratzberger (Eds.), *New horizons in meiobenthos research: profiles, patterns and potentials*. Springer.
- Zeppilli, D., Leduc, D., Fontanier, C., Fontaneto, D., Fuchs, S., Gooday, A. J., Goineau, A., Ingels, J.,... & Fernandes, D. (2018). Characteristics of meiofauna in extreme marine ecosystems: a review. *Marine Biodiversity*, 48, 35-71. <https://doi.org/10.1007/s12526-017-0815-z>
- Zhao, M., Liu, Q., Zhang, D., Liu, Z., Wang, C., & Liu, X. (2020). Deep-sea meiofauna assemblages with special reference to marine nematodes in the Caiwei Guyot and a Polymetallic Nodule Field in the Pacific Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 160, 111564. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111564>

NOTAS

- [1] Disponible en <https://seabed2030.org/>
- [2] Emerging Sources Citation Index, Directory of Open Access Journals, Web of Science, Scopus, TESIUNAM, SciELO México, Redalyc, catálogo Latindex.
- [3] Disponible en <https://www.snib.mx/>
- [4] Disponible en <https://www.snib.mx/>
- [5] Disponible en <https://www.snib.mx/>

CC BY-NC-ND



Disponible en: <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/24375>

Cómo citar el artículo:

Martínez-Fabián, D. C., Santibañez-Aguascalientes, N. A. y Ardisson, P.-L. (2025). Meiofauna, esos pequeños desconocidos de los ambientes marinos. *CIENCIA ergo-sum*, 32. <https://doi.org/10.30878/ces.v32n0a42>

DOI: <https://doi.org/10.30878/ces.v32n0a42>



**Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.**

Declaración de autoría (CRediT):

Diana C. Martínez-Fabián: conceptualización, análisis formal, investigación, redacción, preparación del borrador original, redacción, revisión y edición.

Norma A. Santibañez-Aguascalientes: conceptualización, investigación, metodología, visualización, redacción, revisión y edición.

Pedro-Luis Ardisson: conceptualización, investigación, supervisión, visualización, redacción, revisión y edición.