Libro completo en https://tinyurl.com/5d8jwn4s
2025. UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas,
https://www.juridicas.unam.mx/
Acervo de la BJV: https://biblio.juridicas.unam.mx/bjv
DOI: https://doi.org/10.22201/iij.9786075872094e.2025.c6

EL CARIBE, HACIA UNA ECONOMÍA AZUL Y CIRCULAR

Dalila ALDANA ARANDA*

SUMARIO: I. *Introducción*. II. *El Caribe en el tiempo*. III. *El Caribe*. IV. *Contaminación del Caribe*. V. *Acciones*. VI. *¿Qué es la economía azul y cuáles son sus características?* VII. *Los océanos*. VIII. *Conclusión: ¿por qué es importante la transición de una economía lineal a una economía circular?* IX. *Fuentes consultadas.*

Entre las estrategias que buscan la sostenibilidad de las actividades humanas se destaca, entre otras, la llamada "economía azul", que tiene en la protección y defensa de los océanos el escenario perfecto para evitar que la extensa vida generada en los océanos del planeta siga siendo afectada por las políticas económicas lineales, que han deteriorado el suelo terrestre en forma extendida. En la defensa del Caribe, como ámbito cercano a nuestro país, la autora nos entrega estas reflexiones que caben perfectamente en el ámbito de la llamada economía azul.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo forma parte del ciclo de conferencias del Seminario Permanente de Derecho Económico Circular, realizado en septiembre de 2023 y coordinado por el doctor Jorge Witker Velásquez y la doctora Wendy A. Godínez Méndez, ambos investigadores y académicos en el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM.

La investigación se centra en un recorrido por el tiempo desde la formación de la Tierra, para posteriormente situar al Caribe como una región y un mar de reciente creación en tiempos geológicos, siendo casi un mar cerrado

* Cinvestav del IPN, *daldana@cinvestav.mx*.

del planeta Tierra. En él se habla de sus amenazas ambientales, en particular el cambio climático y la contaminación, como la generada por plásticos y microplásticos. Se termina con algunas acciones que pueden implementarse a nivel gubernamental y por parte de la sociedad civil.

II. El Caribe en el tiempo

Hace 4,500 millones de años se formó la Tierra y, dentro de ella, las primeras formas de vida unicelulares fueron las cianobacterias, que se estima que se constituyeron hace 3,500 millones de años. Éstas son las primeras formas de vida en nuestro planeta en llevar a cabo la fotosíntesis, y entre sus servicios prestados al planeta figura el de haber sido las responsables de la evolución en la Tierra. Fueron los primeros seres fotosintéticos y, como tales, consiguieron aportar y elevar la concentración de oxígeno en la atmósfera, lo cual dio origen a las células modernas y a saltos evolutivos importantes que vinieron después. Hoy sabemos que estos pequeños seres fotosintéticos son los principales productores de oxígeno y materia orgánica de todo el planeta.

Muchos millones de años después se puede situar al primer organismo pluricelular que colonizó la Tierra, tratándose de una especie de ciempiés, que se formó hace 340 millones de años. En esa escala de tiempo, pero hace 150 millones de años se forma el mar Caribe. Ya en la escala de miles de años, hace 200,000 años surge el primer *Homo sapiens*, nuestra especie de humanos. En la escala de tiempo de la humanidad en nuestro planeta, tenemos que en tan sólo en un periodo de décadas de años se han presentado los grandes impactos ambientales en la Tierra, lo cual se ha derivado de las actividades antropogénicas; entre ellas se encuentran todas aquellas actividades que generan gases de efecto invernadero, así como en la producción de contaminantes, y dentro de ellos están los materiales polímeros, como los plásticos y ahora los microplásticos que han invadido el planeta. Todo esto se encuentra ligado al modelo de producción y de tipo de mercado de producción lineal.

III. El Caribe

Es una región muy reciente en términos geológicos, como se señaló anteriormente; hoy la conforman 37 países, con una superficie de 3 millones de km^2, donde habita el 10% de la población mundial. En esta región se encuentran el 25% de los arrecifes coralinos y de manglares; asimismo, se localiza la segunda barrera coralina más grande en nuestro planeta. De sus aguas marinas

se obtiene una captura que representa el 11% de la captura mundial, siendo además una de las diez zonas con mayor biodiversidad tanto marina como terrestre de la Tierra.

Por otra parte, el Caribe ha desarrollado e intensificado en los últimos 30-40 años un modelo de turismo intensivo basado en los *All inclusive* a través de cadenas de hoteles y de cruceros masivos, representando en varios países más del 6% del producto interno bruto en sus economías. Mucho de ese turismo es el conocido como el triple SSS (*sun, sea and sand*). Sin embargo, es un turismo que tiene un impacto ambiental alto por el uso de recursos, principalmente agua y energía; además, muchos alimentos se importan de otras regiones y, por ende, hay una generación de grandes volúmenes de residuos sólidos, con las implicaciones que tiene su disposición final de ellos y la gran superficie de tierra que se requiere para ello. En el Caribe, donde la mayoría de los países son insulares, lo que hace falta es superficie terrestre para vivienda, producción agropecuaria, caminos, escuelas, hospitales, aeropuertos, entre otros.

De acuerdo con el Foro Económico Mundial y sus índices de competitividad turística, para el caso de México, nuestro país se sitúa en el primer lugar de países turísticos por la cantidad y diversidad de recursos naturales que posee. Sin embargo, según este mismo foro, México se coloca en la posición 108 de 120 países en lo que se refiere a sustentabilidad ambiental. Dicho en otras palabras, se tienen recursos naturales, pero se está llevando a cabo un mal uso de ellos.

Por otra parte, tenemos que el Caribe es una de las regiones de la Tierra que se está calentado de manera muy acelerada; ha estado ganando más de medio grado celsius por cada 10 años, lo que equivale a casi 2 grados más de la temperatura del mar Caribe en 30 años. Este aumento de la temperatura ya ha impactado severamente a más de la mitad de los corales, lo cual ha causado su blanqueamiento, que consiste en la muerte de las células zooxantelas, que son células simbióticas que producen el alimento y oxígeno que requieren los corales. Asimismo, se han presentado mortalidades masivas de pastos marinos y erizos. La acidificación de estas aguas marinas también se ha visto afectada.

Además, la cuenca del Caribe está recibiendo cada vez más descargas masivas de contaminantes y agroquímicos a través de las grandes cuencas que en él descargan, como el río Amazonas. Sus descargas son mayores por un crecimiento en el uso de estas sustancias y por la deforestación de la selva para transformar miles de hectáreas en pastizales para la producción de ganado. Esto ha provocado un enriquecimiento con nutrientes de las aguas del mar Caribe, proceso que se llama "eutrofización", lo cual sostiene, entre otras

hipótesis, la producción y crecimiento masivo del sargazo, que ha invadido al Caribe y sus playas y que ha tenido implicaciones e impactos ambientales en las aguas cristalinas de este mar, en los corales y en los pastos marinos, así como ha generado la erosión de playas, el daño a la duna costera y la contaminación por ácido sulfhídrico y metales pesados, con mortandad de varias especies marinas de vertebrados e invertebrados. Además, ha provocado un impacto en el manto acuífero y, por supuesto, en las actividades turísticas y productivas del Caribe.

A lo anterior se le puede adicionar que los gobiernos, los empresarios y los prestadores de servicios ligados al turismo lo único que buscan es la "limpieza de las playas", sin tener información de cómo y a dónde se debe remover el sargazo, por lo que quieren siempre soluciones que yo he denominado "BIP" (baratas, inmediatas y populares), por su símil fonético de "VIP". Este tipo de acciones terminan siempre en otro "BIP" (*big problem*), cuando lo que se requiere son soluciones "VIP" (*very inteligent person*), es decir, soluciones basadas en la ciencia.

IV. Contaminación del Caribe

El Caribe es la segunda región de mayor contaminación por la poca o ausente infraestructura para gestión residuos. Entre 30% a 50% de los residuos sólidos de sus ciudades terminan en tiraderos no regulados, siendo además una región que genera altas tasas de residuos asociados al tipo de consumo y a la actividad de un turismo masivo. Por otra parte, en esta región el 80% de sus aguas residuales no son tratadas y se descargan directamente a las lagunas costeras o al mar, impactando con residuos de toda índole a los ecosistemas y a su biodiversidad, con consecuencias de bioseguridad alimentaria y en la salud humana y ambiental.

A título de ejemplo, países como Trinidad y Tobago, Barbados y Santa Lucía, por citar algunos del Caribe, generan más residuos plásticos que el peso de 20,000 transbordadores espaciales, lo que equivale a 40 millones de toneladas de basura.

El 80% de la contaminación de los mares y océanos proviene de la Tierra y, del total de la basura que se encuentra en los océanos, un 65% a 90% son plásticos en sus diversas variedades de formas, tamaños y tipos de polímeros. De ese total, el 50% son plásticos cuyo único uso fue servir de embalaje: envolturas de alimentos, bebidas, agua, una memoria USB, un par de tijeras, entre otros productos que usamos en la vida cotidiana. El otro aporte importante de plásticos proviene de las botellitas de agua; éstas representan

el 27% del total de los plásticos desechados. Simplemente, como dato, en la actualidad cada minuto se están vendiendo un millón de estas botellas; así, en un día se desechan 1,440 millones de botellas de agua. Tan fácil sería que los gobiernos lleven a cabo la función que les corresponde y es el derecho a tener agua de calidad para beber.

Otro aporte elevado de plásticos proviene de la actividad pesquera, representando esta actividad un 27% de basura plástica; todo ello es por el cambio que ha tenido esta actividad al dejar de utilizar fibras vegetales en las artes de pesca por el uso de plásticos de todo tipo en redes, líneas de pesca, trampas, cajas para almacenar o transportar el producto. Se estima, de acuerdo con la FAO, que para 2050, dentro de 25 años, habrá más plástico que especies marinas en los mares y los océanos.

En 2019, la producción mundial de plástico se estimó en 368 millones de toneladas. La pandemia de COVID-19 exacerbó el consumo de plásticos de un solo uso (por ejemplo, toallitas húmedas desinfectantes y los cubrebocas), normalizó el uso de equipos de protección individual desechables y paralizó el avance de varias medidas reguladoras. El plástico es el residuo sólido más omnipresente en la vida cotidiana, y la producción de plásticos ha crecido exponencialmente en los últimos veinte años;[1] de hecho, en los últimos veinte años se ha producido el 80% de la totalidad de plástico que la humanidad ha fabricado y es alarmante que seguirá exponencialmente su fabricación si no se contrarresta con medidas regulatorias y la aplicación de ellas y con mucho trabajo de participación ciudadana para cambiar el modelo de consumo y frenar el modelo de mercado y venta de productos que nos han impuesto.

Los plásticos en los océanos, al quedar expuestos a la radiación UV y al desgaste mecánico por el movimiento de las olas, se degradan y fragmentan, transformándose en macroplásticos (5-50 cm) y de ahí en partículas más pequeñas: los microplásticos (<5 mm) y los nanoplásticos (≤ 0,1 µm). Los microplásticos (MP) pueden tener múltiples formas, como las perlas de los productos de higiene y las fibras de los textiles sintéticos. Son contaminantes emergentes que se encuentran en todos los ecosistemas, desde los polos hasta los trópicos, y, debido a su ubicuidad, pueden ser ingeridos por todos los organismos marinos.[2]

---

[1] Savino, A. *et al.*, *Waste Management Outlook for Latin America and the Caribbean*, UNEP, 2018, disponible en: *https://wedocs.unep.org/20.500.11822/26448* (fecha de consulta: 4 de junio de 2023).

[2] Wright, S. T. *et al.*, "The Physical Impacts of Microplastics on Marine Organisms: A Review", *Enviromomental Pollution*, vol. 178, julio de 2013, disponible en: *https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031*.

La abundancia de MP a partir de 2005 ha ido en constante y rápido aumento; de hecho, se calcula que en 2019 había entre 82 y 358 billones de partículas de plástico flotando, lo que representa entre 1.1 y 4.9 millones de toneladas de contaminación.[3] El impacto potencial causado por los plásticos en el medio marino va más allá de su elevada abundancia. Se está generando información sobre las repercusiones de los MP en los organismos marinos, así como de los impactos que causa su bioacumulación en los tejidos y la transferencia de ellos a través de las cadenas alimenticias.[4] Por otra parte, los MP absorben potencialmente contaminantes, como los orgánicos persistentes —dentro de esta categoría se encuentran una gran parte de fertilizantes, insecticidas, y herbicidas—, convirtiéndolos en partículas con una carga de sustancias químicas peligrosas. Estas partículas, en el interior de los organismos vivos, pueden provocar alteraciones en su expresión génica, en el desarrollo y en la fertilidad, así como provocar estrés oxidativo, entre otros efectos.[5]

En relación con América Latina y el Caribe, cerca de 40 millones de personas carecen de acceso a servicios básicos de manejo y disposición final de residuos, y alrededor de 17,000 toneladas de residuos plásticos se eliminan diariamente en vertederos a cielo abierto.[6] El mar Caribe es el segundo mar más contaminado por plásticos en el mundo. Además, no existen normativas específicas que regulen los desechos marinos o MP en esta región. Se han reportado MP en varios ambientes marinos del Caribe. Por ejemplo, la mayoría de los MP en las playas colombianas son de polietileno y polipropileno.[7] En las playas de las Antillas menores se informa que las concentraciones de MP

---

[3] Eriksen, M. *et al.*, "A Growing Plastic Smog, Now Estimated to Be Over 170 Trillion Plastic Particles Afloat in the World's Oceans — Urgent Solutions Required", *PLOS One*, vol. 18, núm. 3, 2023, disponible en: *https://doi.org/10.1371/journal.pone.0281596*.

[4] Junaid, M. y Wang, J., "Interaction of Micro (Nano) Plastics with Extracellular and Intracellular Biomolecules in the Freshwater Environment", *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, vol. 52, núm. 23, 2022, disponible en: *https://doi.org/10.1080/10643389.2021.2002078*.

[5] Wright, S. T. *et al.*, *op. cit.*; Rochman, C. *et al.*, "Ingested Plastic Transfers Hazardous Chemicals to Fish and Induces Hepatic Stress", *Scientific Reports*, vol. 3, 2013, disponible en: *https://doi.org/10.1038/srep03263*; Jeong, C. B. *et al.*, "Adverse Effects of Microplastics and Oxidative Stress Induced MAPK/Nrf2 Pathway-Mediated Defense Mechanisms in the Marine Copepod Paracyclopina Nana", *Scientific Reports*, vol. 7, 2017, disponible en: *https://doi.org/10.1038/srep41323*.

[6] Savino, A. *et al.*, *op. cit.*

[7] Acosta-Coley, I. y Olivero-Verbel, J., "Microplastics Resin Pellets on an Urban Tropical Beach in Colombia", *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 187, 2015, disponible en: *https://doi.org/10.1007/s10661-015-4602-7*.

son de hasta 620 ± 96 MP.kg^{-1} arena, siendo el 95% fibras.[8] En las playas de la Isla de Holbox, Quintana Roo, México, se reporta un rango de abundancia de MP 112,7 MP/m2, prevaleciendo los fragmentos de polietileno, polipropileno y poliestireno.[9] En las praderas marinas de *Thalassia testudinum*, el 75% de las hojas contienen MP, principalmente fibras.[10] El caracol rosa, símbolo del Caribe, ha reportado hasta 270 MP por ejemplar, predominantemente fibras,[11] y las tortugas marinas del caribe mexicano (*Chelonya mydas*) presentaron contaminación por MP a través de un estudio de sus heces fecales.[12]

Los polímeros de los plásticos pueden tener hasta 13,000 sustancias, de las cuales al menos 7,000 son consideradas peligrosas; en otras palabras, los plásticos son un coctel de químicos peligrosos. Otro aspecto muy relevante es la falta de información que aún se carece sobre estos productos químicos y sus efectos al estar constantemente expuestos a ellos. Asimismo, faltan datos sobre su reciclaje y el ciclo de vida útil de los plásticos.

Es alarmante saber que, hace 60 años, un ciudadano en Estados Unidos tenía un desecho de 47 gramos de residuos sólidos al día y, de todos ellos, el 50% era degradable; actualmente, en esta misma ciudad el desecho per cápita al día es de 3,000 gramos, lo cual constituye un aumento de casi 100 veces, y sólo el 30% es comportable. Los residuos sólidos son ya un problema de salud para ecosistemas y para la humanidad, y no hay espacio en las ciudades para recibirlos, almacenarlos y transformarlos.

V. Acciones

Por todo lo anterior, es fundamental pasar de una producción lineal, que implica extraer recurso, producir y desechar, a una economía circular, que inicia por una extracción responsable de los recursos, una producción limpia

---

[8] Bosker, T. *et al.*, "Microplastic Pollution on Caribbean Beaches in the Lesser Antilles", *Marine Pollution Bulletin*, vol. 133, 2018, disponible en: *https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.060*.

[9] Álvarez-Zeferino, J. C. *et al.*, "Dataset of Quantification and Classification of Microplastics in Mexican Sandy Beaches", *Data Brief*, vol. 33, diciembre de 2020, disponible en: *https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.106473*.

[10] Goss, H. *et al.*, "*Thalassia Testudinum* as a Potential Vector for Incorporating Microplastics into Benthic Marine Food Webs", *Marine Pollution Bulletin*, vol. 135, octubre de 2018, disponible en: *https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.08.024*.

[11] Aldana-Aranda, D. *et al.*, "Widespread Microplastic Pollution Across the Caribbean Sea Confirmed Using Queen Conch", *Marine Pollution Bulletin*, vol. 178, mayo de 2022, disponible en: *https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113582*.

[12] *Idem*.

con menos uso de agua, energía y generación de gases de efecto invernadero, acompañado de un consumo responsable y de un reciclaje y reutilización de los productos.

VI. ¿Qué es la economía azul y cuáles son sus características?

El futuro del ser humano depende de la gestión sostenible de todo lo que nos ofrece el mar, de la llamada "economía azul". Además de transportar la energía solar, los océanos conectan ecosistemas y son grandes sumideros de dióxido de carbono (CO_2) y nos proporciona más de la mitad del oxígeno que respiramos.

En esta dirección se encuentra la economía azul, la cual plantea entre sus principios que el mar puede ser una fuente sostenible de riqueza para los países a través de actividades como la pesca, los astilleros, el transporte marítimo, el turismo y la innovación; todo ello fue señalado en el Foro de Economía Mundial de los mares, pues éstos constituyen la séptima economía del mundo, además del servicio que nos brindan al regular el clima mediante la absorción de la mayor parte de los gases de efecto invernadero. De igual manera, nos ofrecen los servicios de recreación, así como oportunidades educativas, turísticas, deportivas y de convivencia.

VII. Los océanos

Sólo el 7% del océano está actualmente bajo algún tipo de protección, a pesar de que un 40% de la población global vive cerca de las costas, porcentaje que va en aumento para las próximas décadas. Más de 260 millones de personas trabajan directamente en la pesca y la acuicultura. Por lo que se refiere a las actividades económicas ligadas a los océanos, éstas generan entre 3 a 6 billones de dólares al año. Simplemente el pescado es una de las fuentes más importantes de alimento, pues de ellos proviene el 20% de todas las proteínas ingeridas en el mundo y éstas representan el 50% en los países en desarrollo.

La economía azul promueve el crecimiento económico basado en la preservación de los ecosistemas marinos y la sostenibilidad medioambiental. Enfoca su desarrollo económico en las leyes de la física. Busca hacer más con menos, de aunar riqueza con diversidad y de ver los residuos como recursos. En esa dirección se tienen otras acciones, como la de Pristine Seas, cuya misión es conservar el océano.

La ciencia ha demostrado que necesitamos proteger al menos el 30% de los océanos del mundo para 2030, con el fin de restaurar la vida marina, aumentar nuestro suministro de pescado y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Con tan sólo una protección de 4.5 millones de kilómetros cuadrados de territorio oceánico se podría resguardar más del 80% de los hábitats de especies marinas y aumentarían las capturas de pesca en más de 8 millones de toneladas métricas.

VIII. Conclusión: ¿por qué es importante la transición de una economía lineal a una economía circular?

En la actualidad, somos 8,000 millones de personas en el mundo y ese número se incrementará a 9,000 millones en 2050. Esto supone un aumento de recursos que hay que gestionar para prolongar su vida útil, siendo la economía azul una posibilidad. Para ello es importante, incluso, pensar en nuestra dieta y hacer un cambio significativo de ella, y basarse en una dieta sostenible que provenga de los océanos.

Por ejemplo, se podría hacer el consumo de organismos filtradores, como son los moluscos bivalvos, que crecen alimentándose del fitoplancton, en lugar de comer peces, como el dorado, el salmón, el atún o los camarones. Los tres primeros se encuentran en la punta de la pirámide alimenticia y, en el caso de los camarones, por ser una pesquería altamente destructiva, ya que se capturan muchas otras especies que se tiran. Otra alternativa son las algas con un impacto positivo al medio ambiente, ya que limitan la acidificación de las aguas y pueden ser utilizadas en las dietas para animales y humanos. Ellas aportan vitaminas, proteínas, minerales y ácidos grasos que no se encuentran en la carne de origen animal terrestre, como pollo, cerdo o res. Por otra parte, su producción no utiliza tierra y no requieren de insumos para su crecimiento, su producción y su cosecha. Utilizan la luz solar y los nutrientes que se encuentran en el agua de mar, por lo que su producción no es costosa.

Es importante alinearse a los objetivos de la ONU sobre el uso sostenible de los océanos, que permiten su conservación y un uso sosteniblemente de ellos; para el desarrollo sostenible de los mares y los recursos marinos se requiere incrementar la inversión en investigación científica. Se necesita asignar un presupuesto a la investigación y, en particular, aquella relacionada con los mares y los océanos. Hoy a nivel internacional se dedica el 1.2% del presupuesto global de investigación. En México, este apartado es insignificantemente pequeño de apenas un 0.30%, y es mucho menor lo correspondiente a las ciencias marinas.

Otro punto fundamental es el tener una dimensión del problema. Por ejemplo, en México la pérdida y desperdicio de alimentos es de más de 20 millones de toneladas, lo que representa 35% de los alimentos producidos, con una pérdida económica asociada a ello de $491,000 millones de pesos.

Asimismo, para producir alimentos y bienes de consumo en México se tiene una producción muy alta de gases de efecto invernadero, siendo alrededor de 36 millones de CO_2. Lo anterior está ligado a un desperdicio de agua utilizada para producir alimentos de 40 billones de litros. La Fundación Cortinas señala que recuperar la pérdida de 79 alimentos sería suficiente para alimentar a casi 8 millones de personas. Estos datos reflejan claramente la necesidad de que México cuente con una estrategia nacional contra la pérdida y desperdicio de alimentos.

Con relación al volumen de deshechos de la pesca a nivel mundial, en el mundo cada año se producen casi 70 millones de toneladas de pescado procesado, las cuales generan desechos que ascienden a 65% de la materia original y que son factibles de transformarse en subproductos.

Nos debe quedar claro que para vivir en un ambiente sano, lo que se va a traducir en la salud humana, hay que cambiar el modelo de producción y consumo que se tiene a nivel planetario, que está basado en una economía lineal, y detener la producción exponencial de plásticos con los contaminantes asociados a su fabricación.

Además, se requiere trabajar mediante acciones, desde los niveles federal, estatal y municipal hasta el ciudadano, sobre el uso responsable de los recursos naturales; para ello, todas las acciones de ciencia ciudadana tienen un efecto positivo. También es importante en esta ecuación la educación a la niñez, con información de calidad sobre la importancia de los océanos, como el hecho de que ellos regulan nuestro clima, generan más del 80% del oxígeno del planeta Tierra, son fuente de alimentos y nos brindan el 60% de nuestras proteínas, ya sea por consumo directo o indirecto. Terminaré con una frase mía: "ciencia que no se comunica no tiene utilidad".

IX. Fuentes consultadas

Acosta-Coley, I. y Olivero-Verbel, J., "Microplastics Resin Pellets on an Urban Tropical Beach in Colombia", *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 187, 2015, disponible en: *https://doi.org/10.1007/s10661-015-4602-7*.

Aldana-Aranda, D. *et al.*, "Widespread Microplastic Pollution Across the Caribbean Sea Confirmed Using Queen Conch", *Marine Pollution Bulletin*, vol. 178, mayo de 2022, disponible en: *https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113582*.

ÁLVAREZ-ZEFERINO, J. C. *et al.*, "Dataset of Quantification and Classification of Microplastics in Mexican Sandy Beaches", *Data Brief*, vol. 33, diciembre de 2020, disponible en: *https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.106473*.

BOSKER, T. *et al.*, "Microplastic Pollution on Caribbean Beaches in the Lesser Antilles", *Marine Pollution Bulletin*, vol. 133, 2018, disponible en: *https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.060*.

ERIKSEN, M. *et al.*, "A Growing Plastic Smog, Now Estimated to Be Over 170 Trillion Plastic Particles Afloat in the World's Oceans — Urgent Solutions Required", *PLOS One*, vol. 18, núm. 3, 2023, disponible en: *https://doi.org/10.1371/journal.pone.0281596*.

GOSS, H. *et al.*, "*Thalassia Testudinum* as a Potential Vector for Incorporating Microplastics into Benthic Marine Food Webs", *Marine Pollution Bulletin*, vol. 135, octubre de 2018, disponible en: *https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.08.024*.

JEONG, C. B. *et al.*, "Adverse Effects of Microplastics and Oxidative Stress Induced MAPK/Nrf2 Pathway-Mediated Defense Mechanisms in the Marine Copepod Paracyclopina Nana", *Scientific Reports*, vol. 7, 2017, disponible en: *https://doi.org/10.1038/srep41323*.

JUNAID, M. y WANG, J., "Interaction of Micro (Nano) Plastics with Extracellular and Intracellular Biomolecules in the Freshwater Environment", *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, vol. 52, núm. 23, 2022, disponible en: *https://doi.org/10.1080/10643389.2021.2002078*.

ROCHMAN, C. *et al.*, "Ingested Plastic Transfers Hazardous Chemicals to Fish and Induces Hepatic Stress", *Scientific Reports*, vol. 3, 2013, disponible en: *https://doi.org/10.1038/srep03263*.

SAVINO, A. *et al.*, *Waste Management Outlook for Latin America and the Caribbean*, UNEP, 2018, disponible en: *https://wedocs.unep.org/20.500.11822/26448* (fecha de consulta: 4 de junio de 2023).

WRIGHT, S. T. *et al.*, "The Physical Impacts of Microplastics on Marine Organisms: A Review", *Enviromomental Pollution*, vol. 178, julio de 2013, disponible en: *https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031*.