

Gisela Maldonado Saldaña, Dalila Aldana Aranda y Vanessa Labrada Martagón

Basura plástica en tortugas del Caribe

Todas las especies de flora y fauna acuática son susceptibles a la acumulación e ingesta de microplásticos, los cuales son potencialmente tóxicos porque durante su manufactura o depósito en mares absorben una serie de sustancias y toxinas que afectan la salud y reproducción de los organismos. En el Caribe mexicano estudiamos la presencia de estos contaminantes en la tortuga verde (*Chelonia mydas*).

Introducción

El desarrollo turístico del estado de Quintana Roo se detonó a principios de la década de 1970 en Cancún, propuesto por el Fondo Nacional de Fomento al Turismo (Fonatur) como un centro integralmente planeado (CIP) que formaría parte del Sistema Regional Turístico de la Riviera Maya. Según cifras de la dependencia gubernamental, actualmente el estado cuenta con una oferta hotelera de más de 107 000 cuartos, con una ocupación anual de 73%, que recibe a 8.7 millones de turistas al año, de los cuales alrededor de 70% son extranjeros. Toda esta carga de turismo masivo supone la demanda de bienes y servicios que generan grandes volúmenes de desechos de todo tipo, entre ellos los desechos sólidos urbanos. Desafortunadamente, el crecimiento de la oferta turística no ha sido acompañado al mismo ritmo por los programas y servicios municipales de recolecta y manejo adecuado de los desechos, por lo que este asunto ha tomado proporciones desastrosas para los ecosistemas marinos y costeros.

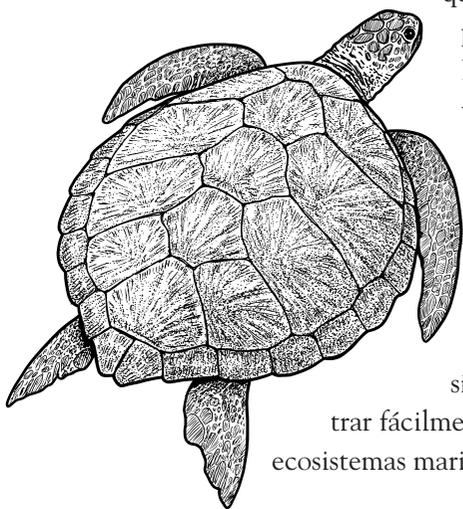
Como parte de las acciones de manejo y control de los residuos sólidos urbanos en el estado, en junio de 2019 se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* la actualización de la Ley para la prevención, gestión integral y economía circular de los residuos del estado de Quintana Roo. Conforme a este instrumento normativo se reconocen 13 principios en materia ambiental y de política pública para la interpretación y aplicación de la ley, entre los que destacan la sostenibilidad, la prevención, el derecho a un ambiente sano y, en particular, el principio sobre la protección del medioambiente marino en zonas de exclusión (islas y áreas naturales protegidas). En dicho principio se establecen las acciones puntuales para la



prevención y el control de la contaminación del medioambiente marino, para la conservación y preservación de la flora y fauna de estas zonas.

Entre los materiales prohibidos para su uso en el estado y sus zonas de exclusión se incluyen los popotes plásticos, envases para bebidas, platos, vasos, tazas, copas, charolas y cubiertos desechables de plástico, productos derivados del poliestireno expandido, anillos de plástico para bebidas enlatadas, así como bolsas de plástico desechables en mercados, supermercados, tiendas de servicio, autoservicio y restaurantes, entre otros. No obstante, este tipo de materiales se siguen consumiendo a la fecha y los desechos llegan al mar, ya sea por acciones deliberadas o por su disposición inadecuada. Los desechos plásticos quedan expuestos a la intemperie, por lo

que se degradan y fragmentan por medio de la abrasión y los rayos solares (luz ultravioleta), hasta quedar como pequeños trozos de diversos tamaños (de nanómetros a centímetros). De esta manera, los plásticos son más susceptibles de convertirse en residuos ubicuos y persistentes, disponibles para entrar fácilmente a las redes tróficas de los ecosistemas marinos y costeros.



El microplástico

Todos los embalajes, envolturas, envases y productos derivados o elaborados a partir de plásticos y diversos polímeros se fragmentarán en partículas menores de 5 mm que constituyen los microplásticos y, a la larga, se incorporarán tanto a las playas como a la columna de agua marina. El término *microplástico* fue acuñado por el investigador Richard Thomson de la Universidad de Plymouth (Reino Unido), en un estudio conjunto con investigadores de la Universidad de Southampton, publicado en 2004 y titulado “Perdido en el mar: ¿dónde está todo el plástico?”. En dicho artículo se hizo referencia por primera vez a los fragmentos plásticos de menos de

5 mm de tamaño. Posteriormente, la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos de América (NOAA) amplió su definición a todo fragmento menor de 5 mm susceptible de ser ingerido por los organismos marinos; esta institución, incluso, ha instrumentado una extensa campaña para advertir sobre los peligros que implican estos contaminantes emergentes.

En la actualidad se ha determinado la presencia de microplásticos en todo el planeta, en ambientes tanto terrestres como marinos, donde se encuentran en sedimentos, arena marina, la columna de agua y el agua superficial de todos los océanos, incluida la Antártica. Mediante el uso de redes de arrastre se ha estimado que hay más de cinco billones de trozos de plástico que flotan en los cinco giros marinos subtropicales, de los cuales la gran mayoría casi alcanza los 5 mm de diámetro y su peso en conjunto podría llegar a las 270 000 toneladas.

Efectos de los desechos plásticos en las tortugas marinas

Muchos autores han documentado el ingreso de los microplásticos a las cadenas tróficas de diversos organismos marinos, tanto invertebrados como vertebrados. Los residuos y partículas plásticas que son arrastradas hacia las zonas marinas revisten un especial peligro, pues además de entrar a las cadenas tróficas de la fauna, se suman a los riesgos que históricamente han enfrentado algunas especies, como en el caso de las tortugas marinas. Además del enmallamiento por redes de deriva, la pesca incidental y los varamientos —que ya en sí representan un grave peligro para las especies—, la ingesta de residuos macroplásticos, como bolsas o envolturas, genera problemas adicionales para la salud de estos organismos. El enmallamiento en basura plástica altera el comportamiento y la flotabilidad de las tortugas marinas, lo que favorece la malnutrición y propicia a largo plazo una reducción de las tasas de crecimiento y un aumento de la mortalidad (Santos y cols., 2015). Adicionalmente, los restos plásticos que son ingeridos se acumulan en todo el sistema digestivo de las tortugas marinas, desde el esófago y estómago

hasta los intestinos (Eastman y cols., 2020); estos últimos son el órgano en donde se ha observado mayor acumulación de plásticos. Asimismo, se han reportado casos de ahogamiento y de daños gastrointestinales, como obstrucción y perforación intestinal, relacionados con el plástico (Nicolau y cols., 2016; Colferai y cols., 2017).

Las tortugas marinas tienen diversos hábitos alimenticios (pueden ser omnívoras, herbívoras o carnívoras), por lo que están expuestas a ingerir una amplia variedad de residuos plásticos y microplásticos al momento de consumir pastos marinos o a sus presas. Un estudio con videocámaras en los ambientes costeros demostró que las tortugas marinas confunden fácilmente los desechos sólidos con sus alimentos naturales. Por ejemplo, la tortuga caguama (*Caretta caretta*) y la tortuga verde (*Chelonia mydas*) consumen basura flotante siguiendo un comportamiento similar al de la captura de sus presas (como medusas). La determinación de los colores que predominan en el contenido gastrointestinal de las tortugas marinas ha permitido corroborar dicha hipótesis; los colores encontrados con mayor frecuencia en el sistema gastrointestinal de las tortugas marinas son los transparentes, blancos, azules y negros.

Cabe agregar que la tortuga verde es la especie más susceptible por la exposición a basura plástica, ya que la presencia de restos sólidos en sus órganos y en excretas se observa en 90% a 100% de los ejemplares estudiados. En comparación, la frecuencia en la tortuga caguama es de 35% a 85%. En general, el tipo de restos más frecuentemente observados en las tortugas marinas son los microplásticos (Eastman y cols., 2020).

¿Cómo podrían afectar los microplásticos a las tortugas marinas del Caribe mexicano?

Quintana Roo es el hábitat natural de cuatro especies de tortugas marinas: la tortuga verde del Atlántico (*Chelonia mydas*), cuya población es la más numerosa de la región (véase la Figura 1), seguida de la tortuga caguama (*Caretta caretta*), la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y muy esporádicamente la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*). Estas especies se

alimentan, reproducen y anidan en toda la costa del estado y están catalogadas en peligro de extinción, de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

En estudios recientemente realizados en distintas bahías de alimentación en la costa de Quintana Roo se han detectado variaciones bioquímicas y alteraciones en el ADN de las tortugas verdes inmaduras; en particular, hay evidencia de respuestas relacionadas a distintos grados de perturbación ambiental y actividad humana. Cuando las tortugas verdes que habitan en la bahía de Akumal, Quintana Roo, son inmaduras, pueden residir hasta por 14 años alimentándose en dicha área antes de alcanzar la talla de anidación para reproducirse; las tasas de recaptura observadas en la zona denotan que existe poco movimiento o intercambio de individuos entre bahías de la misma región (Labrada Martagón y cols., 2017). Lo anterior contribuye a evidenciar la susceptibilidad de esta especie ante cualquier alteración de la calidad del hábitat en las zonas utilizadas para su alimentación.

A partir de 2019, como integrantes de la Red de Microplásticos del Caribe (Remicar) dimos inicio a un proyecto para cuantificar la frecuencia y composición de los microplásticos en la tortuga que habita en la costa de Quintana Roo. Todas las tortugas



Figura 1. Tortuga verde del Atlántico (*Chelonia mydas*) en una zona de alimentación en el Caribe mexicano. Fotografía: Gisela Maldonado Saldaña.

muestreadas fueron inmaduras, con un rango de talla de 49.4 a 66.6 cm de largo curvo de caparazón (LCC). Los resultados preliminares indican que 100% (n = 6) de las tortugas verdes presentaron residuos sólidos plásticos en el contenido esofágico. Todos los residuos sólidos detectados en el contenido esofágico fueron fibras (100%, n = 12) de color oscuro (50%), transparente (42%), transparente (42%) o azul (8%). Por otra parte, en las muestras de agua superficial colectadas en las bahías de Xcalak (18°17'32.1" N; 87°49'35.6" O), Mahahual (18°42'12" N; 87°42'45.3" O) y Akumal (20°23'42" N; 87°18'51" O) –sitios de alimentación donde fueron capturadas las tortugas marinas– también se detectaron residuos sólidos plásticos (n = 236) en forma de fibras (89%), fragmentos (10%) y láminas (1%). Los colores de los residuos encontrados en el agua marina fueron desde el transparente y azul hasta el negro (véase la Figura 2).

La siguiente etapa del estudio consistirá en determinar mediante microanálisis la composición química del tipo de plásticos encontrados. Hasta el momento, se ha determinado que una fibra de aproximadamente 2.14 mm de longitud encontrada en el contenido del esófago de una tortuga marina (62.3 cm LCC) sí tiene una composición plástica (véase la Figura 3).

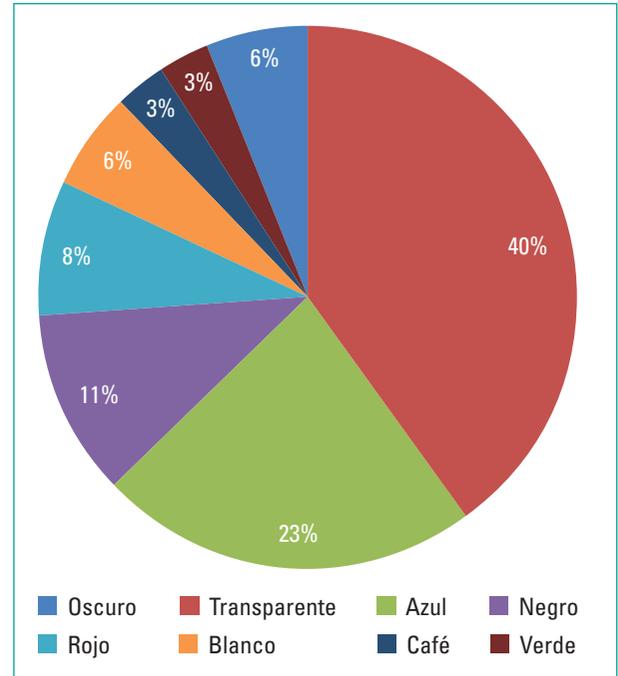


Figura 2. Proporción de residuos plásticos por color detectados en agua superficial de tres zonas de alimentación (Xcalak, Mahahual y Akumal) en la costa de Quintana Roo. *Elaboración:* Vanessa Labrada Martagón.

Conclusiones

El Caribe mexicano es un hábitat importante para la anidación, crecimiento y desarrollo de cuatro especies de tortugas marinas; la historia de vida de estos organismos (dieta, preferencia de hábitat, tiempos de residencia en sitios de alimentación, longevidad, etc.) y su elevada sensibilidad fisiológica (Labrada Martagón y cols., 2011) convierte a las tortugas marinas en organismos indicadores de perturbaciones como la contaminación por plásticos. Los resultados preliminares de nuestro estudio demuestran que las poblaciones de tortugas marinas que habitan en la costa de Quintana Roo están expuestas a los microplásticos. Debido al crecimiento y desarrollo urbano de la región, se vuelve prioritario continuar los estudios que permitan determinar el nivel de consumo de plástico por parte de las tortugas marinas de Quintana Roo, así como sus posibles efectos en la salud.

Nuestro equipo de trabajo continuará realizando el monitoreo de la presencia de plástico en estos organismos por un método no invasivo, que no requiera capturar a las tortugas marinas y que permita cuantificar de manera indirecta la frecuencia y composición de dichos residuos. El proyecto de investi-

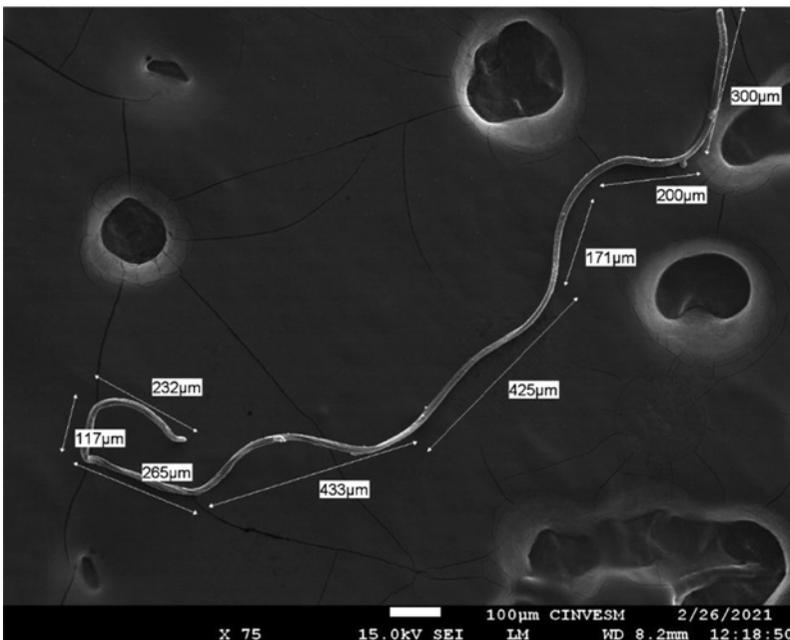


Figura 3. Imagen de microscopía electrónica de barrido de la fibra extraída de una muestra de esófago de tortuga marina. *Crédito:* Víctor Castillo y Dalila Aldana Aranda, LANNBio-Área de Microscopía Electrónica de Barrido, Cinvestav-IPN-Mérida.

gación tiene como objetivo determinar la frecuencia de tortugas marinas afectadas, la frecuencia de dichos contaminantes emergentes en estas especies en peligro de extinción y, a largo plazo, su relación con biomarcadores del estado de salud de estas poblaciones. Lo anterior permitirá generar un mapa de ocurrencia de estos microplásticos, evaluar la efectividad de las medidas de mitigación adoptadas por el estado para abatir la contaminación de los mares y costas de Quintana Roo, así como dar sustento a mayores y más efectivas medidas de prevención y control de residuos sólidos para ser empleadas por las autoridades, tanto federales como estatales y municipales, en el ámbito de su competencia.

Entre las actividades de la Remicar, y con base en los resultados de los proyectos de investigación conjuntos, se pretende involucrar también a la iniciativa privada, por conducto de las cámaras de la industria hotelera y la restaurantera, para crear conciencia sobre la importancia del cumplimiento en materia de manejo y control de los desechos sólidos urbanos generados en gran volumen por dichas actividades. Asimismo, se producirá material impreso y audiovisual para involucrar a la sociedad y se espera poder dirigir o acompañar campañas de concientización y de generación de soluciones ante el problema

del plástico. De esta manera, también se busca lograr un fortalecimiento del marco regulatorio que dé mayor certeza al manejo y tratamiento de los residuos sólidos, para prevenir la afectación y degradación ambiental.

Agradecimiento

El presente trabajo se realizó bajo el permiso de colecta científica SGPA/DGVS/6729/19. Agradecemos a la pasante de Biología, Mara Daniela Tercero, por su apoyo durante el muestreo y por el procesamiento y análisis de las muestras.

Gisela Maldonado Saldaña

Grupo Tortuguero del Caribe, A. C.
gpotortugueroedelcaribe@gmail.com

Dalila Aldana Aranda

Laboratorio de Biología y Cultivo de Moluscos. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, unidad Mérida.
daldana@mda.cinvestav.mx

Vanessa Labrada Martagón

Laboratorio Ecología de la Salud, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
vanessa.labrada@uaslp.mx

Referencias específicas

- Colferai, A. S., R. P. Silva-Filho, A. M. Martins y L. Bugoni (2017), "Distribution pattern of anthropogenic marine debris along the gastrointestinal tract of green turtles (*Chelonia mydas*) as implications for rehabilitation", *Mar. Pollut. Bull.*, 119:231-237. Disponible en: <http://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.03.053>, consultado el 7 de febrero de 2022.
- Eastman, C. B. *et al.* (2020), "Plastic ingestion in post-hatchling sea turtles: Assessing a major threat in Florida near shore waters", *Front. Mar. Sci.*, 7:693. Disponible en: <http://doi.org/10.3389/fmars.2020.00693>, consultado el 7 de febrero de 2022.
- Labrada Martagón, V., P. Tenorio, L. C. Méndez Rodríguez y T. Zenteno Savín (2011), "Oxidative stress indicators and chemical contaminants in East Pacific green turtles (*Chelonia mydas*) inhabiting two foraging coastal lagoons in the Baja California Peninsula", *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C*, 154(2):65-75.
- Nicolau, L., A. Marçalo, M. Ferreira, S. Sá, J. Vingada y C. Eira (2016), "Ingestion of marine litter by loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, in Portuguese continental waters", *Mar. Pollut. Bull.*, 103:179-185. Disponible en: <http://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.12.021>, consultado el 7 de febrero de 2022.
- Santos, R. G., R. Andrades, M. A. Boldrini y A. S. Martins (2015), "Debris ingestion by juvenile marine turtles: An underestimated problem", *Mar. Pollut. Bull.*, 93:37-43. Disponible en: <http://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.02.022>, consultado el 7 de febrero de 2022.