

Laura M. Hernández Terrones, Judith Morales López y Jairo A. Ayala Godoy

Participación ciudadana ante la contaminación por plásticos

El objetivo es sensibilizar a la comunidad universitaria con respecto a los artículos plásticos que usan y desechan en su hogar, así como identificar y caracterizar el plástico presente en las playas del Caribe mexicano para aportar información que ayude a mejorar la condición ambiental de Quintana Roo. Resalta la importancia de la metodología para determinar la cantidad y el peso del plástico encontrado.

Introducción

En todo el mundo, la basura en los océanos está dominada por plásticos (Rudyansyah y cols., 2019); de ocho millones de toneladas de residuos sólidos que se vierten al océano cada año, 90% son plásticos (Rojo y Montoto, 2017). La contaminación por estos desechos genera diversos problemas con repercusiones importantes para diferentes sectores, como la industria pesquera, ya que los residuos plásticos pueden enredarse y dañar los equipos que son utilizados como transporte, así como para el turismo (Cole y cols., 2011); en el ámbito ecológico, se ocasiona un daño a la fauna marina cuando los plásticos ingresan a la cadena trófica o cuando se enredan con las redes de pesca (Andrady, 2011). Los compuestos orgánicos (como el bisphenol A), presentes directa o indirectamente en los plásticos, pueden causar efectos adversos, como cambios en el comportamiento (Browne y cols., 2013) y alteraciones endocrinas (Halden y cols., 2010; Teuten y cols., 2009); asimismo, pueden bioacumularse en los organismos marinos cuando éstos ingieren residuos plásticos (Rochman y cols., 2013). Algunos estudios (Endo y cols., 2005; Heskett y cols., 2012) han puesto en evidencia la presencia de sustancias denominadas PBT (en inglés, *persistent bioaccumulative and toxic substances*) en los residuos plásticos recolectados en las playas, las cuales se **adsorben** en dicho material (Engler, 2012). También se ha registrado la presencia de metales (Rochman y cols., 2014).

México cuenta con una gran biodiversidad, recursos naturales y playas paradisíacas a lo largo de su litoral en el océano Pacífico, el golfo de México y el mar Caribe. Sin embargo, Juan Carlos Álvarez Zeferino y cols. (2020) han reportado

Adsorber

Atraer y retener en su superficie moléculas o iones de otro cuerpo.



la presencia de residuos plásticos en el golfo de California, golfo de México y algunos sitios del Caribe mexicano, como Mahahual, Playa del Carmen y Cozumel. Las investigaciones indican que 80% de los residuos proviene de actividades recreativas y pesqueras, debido a malas prácticas y a un inadecuado manejo de los residuos sólidos.

Por lo anterior, la Universidad del Caribe y la organización Parley for the Oceans México, como parte de su convenio de colaboración, actualmente llevan a cabo diferentes proyectos y acciones; por ejemplo, la estrategia A. I. R. (de *avoid*, *intercept*, *redesign*, que en inglés significa “evitar, interceptar, rediseñar”). El objetivo de dicho estudio es sensibilizar a la comunidad universitaria ante el problema de los desechos plásticos que se encuentran en los hogares, así como identificar y caracterizar el plástico presente en las playas del Caribe mexicano, para aportar información que contribuya a que se mejore la condición ambiental de los ecosistemas marinos en Quintana Roo.

La estrategia A. I. R. tiene tres componentes: A (*avoid*) se refiere a evitar el consumo de plástico a partir de la concientización y la educación ambiental; I (*intercept*) significa interceptar los residuos plásticos cuando ya están dañando a nuestros ecosistemas y especies marinas, o bien implementar acciones para evitar que estos residuos lleguen a los océanos; por último, R (*redesign*) está enfocada en el rediseño de materiales y métodos que promuevan la activación de las personas jóvenes para que busquen soluciones innovadoras, además de que ayuden a identificar y caracterizar el plástico al aportar información local –la cual es escasa– y, con esto, se contribuya a mejorar la condición ambiental de las playas de Quintana Roo.

Metodología

Sitio de estudio

Este proyecto se implementó en Quintana Roo, estado ubicado al sureste de México, en la península de Yucatán; sus coordenadas son: al norte 21°36'20" N, al sur 17°53'38" N, al este 86°42'37" O, y al oeste

89°17'48" O. Quintana Roo cuenta con 1 176 km de litoral, que representan 10.6% del total nacional, por lo que es la cuarta entidad con mayor cantidad de costas (Inegi, 2016).

Creación de conciencia (*avoid*)

Las acciones para evitar el consumo de plásticos se enfocaron en un programa de servicio social en el que participaron estudiantes universitarios durante un mínimo de tres meses. Los jóvenes primero asistieron a una plática para aprender acerca del problema de la contaminación por plásticos en los océanos, y posteriormente registraron su consumo de plástico en el hogar por 30 días. Este registro fue por número de artículos y no por el peso, ya que no todos cuentan con básculas de precisión. Además, debían indicar el tipo de artículo, la marca a la que pertenecía, el comercio donde lo obtuvieron y –sobre todo– si al momento de la compra identificaron alguna opción o alternativa sin plástico y, en ese caso, si estarían dispuestos a cambiar su elección en la siguiente compra; adicionalmente, una vez utilizado dicho artículo, debían indicar de qué manera dispusieron de él. Los datos se registraron a diario en un formato de Excel, diseñado por Parley for the Oceans México.

Información local (*intercept*)

Durante las campañas de limpieza de 22 playas a lo largo del Caribe mexicano, en 2019, se recolectaron muestras que fueron organizadas por Parley for the Oceans México a partir de la metodología de Sarah Royer (2019) y con la participación de estudiantes voluntarios de la Universidad del Caribe (véase la Figura 1).



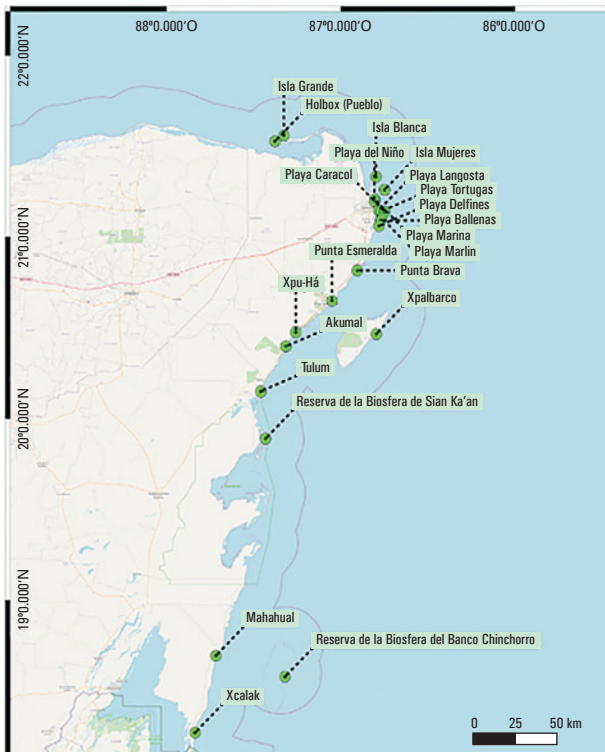


Figura 1. Localización de las playas donde se realizó la colecta de muestras. Elaborada en QGIS (v.3.10.0) por Adriana Hernández Pérez y Jimena Peraza Alvarado.

Se seleccionó el sitio de muestreo y en cada **transecto** se definieron cuadrantes, a una distancia de 3.5 m entre cada cuadrante. El primero de ellos es determinado por la marea más alta; el cuarto cuadrante se coloca en la duna costera. A continuación, se excavó a una profundidad de 10 cm en cada cuadrante; esto es importante por la dinámica costera, ya que de esta manera se cuantifican los residuos que no se ven, que han sido enterrados por la acción del agua y el viento.

Las muestras obtenidas son etiquetadas con las respectivas coordenadas y el nombre del transecto, además de la fecha, hora y número de cuadrante. Las muestras se resguardan en bolsas herméticas tipo Ziploc en un lugar cerrado. El proceso de caracterización y descripción de las muestras colectadas en cada transecto, para su posterior clasificación, inicia con la limpieza de las piezas. Adicionalmente, para su pesaje se utilizó una balanza digital Scout Pro SP401 con resolución de una décima de gramo. La información obtenida se registró en una base de datos en Excel, para posteriormente analizarla con el *software* R Studio (v. 3.5.1) y QGIS (v. 3.10.0).

Activación de los jóvenes para lograr un cambio de hábitos (redesign)

Con base en los resultados obtenidos del registro de plásticos usados en su hogar, los estudiantes diseñaron e implementaron medidas para evitar o reducir el consumo de este material, sobre todo el de un solo uso. Asimismo, se buscó aumentar su participación en los eventos del Reciclatón que el H. Ayuntamiento de Benito Juárez organiza. Otras actividades se enfocaron en mejorar el manejo de los residuos sólidos en los hogares en general. Así, cada estrategia desarrollada e implementada fue respetando el contexto social y económico de cada hogar.

Resultados

Desde 2018, Parley for the Oceans México ha impartido 67 pláticas acerca de la contaminación por plástico en el mar dirigidas a 2 692 personas, en su mayoría estudiantes universitarios. Nos dimos cuenta de que una sola plática puede generar un conocimiento nuevo, pero no necesariamente llega a cambiar un hábito o comportamiento; sin embargo, la conservación de la naturaleza está ligada al comportamiento humano (Rare y The Behavioral Insights Team, 2019), por lo que fue necesario trabajar más tiempo con los estudiantes para poder medir el impacto.

¿Qué registraron? (avoid)

Durante 2020, 101 estudiantes de la Universidad del Caribe en Cancún y sus familias (411 personas en total) documentaron un total de 27 440 artículos de plástico, de los cuales 79% era plástico desechable y sólo 21% fueron artículos de plástico durables, como licuadoras, controles remotos, audífonos, etc. Después de utilizarlos, mencionaron que 81.34% fue entregado al servicio de recolección municipal, 12.22% se reutilizó en casa y sólo 6.44% se entregó a algún acopiador para reciclar, aún cuando el H. Ayuntamiento de Benito Juárez implementa dos veces al mes el programa de Reciclatón. La respuesta generalizada de los estudiantes fue: “no tenía idea de la gran cantidad de plástico que consumo en mi hogar” (véase la Figura 2).

Transecto

Método de determinación de sitios para la toma de muestras en un estudio.

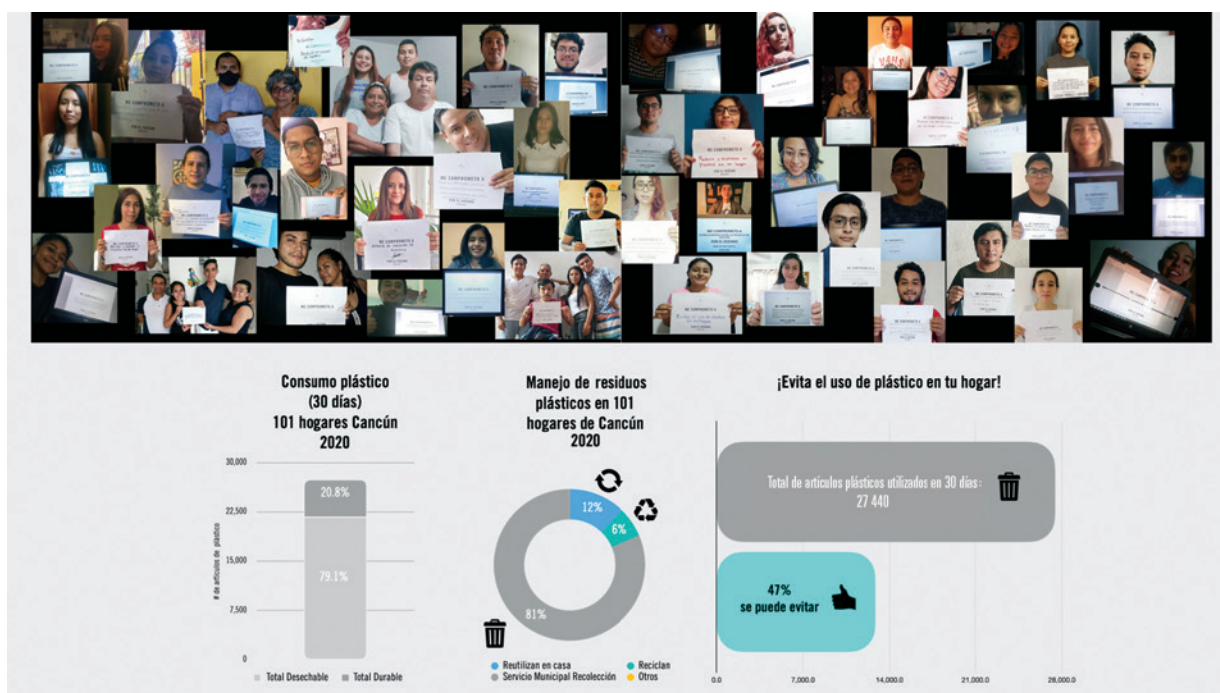


Figura 2. Consumo y manejo de residuos. Crédito: Judith Morales/Parley for the Oceans México.

El plástico presente en las playas (intercept)

Se analizaron 2 464 muestras recolectadas de 22 playas para determinar el número de piezas, tamaño y peso por metro cúbico en cada cuadrante del transecto de playa. La Figura 3 presenta los resultados obtenidos, considerando una profundidad de 10 cm (0.10 m). Se muestra que Xpu-Há es la playa donde se concentra el mayor número de plásticos, con un total de 5 215 piezas/m³; por otra parte, Playa Langosta es donde se encontró menor presencia de macroplástico (83 piezas/m³). Con relación al peso por metro cúbico del macroplástico presente en las playas, Punta Brava tiene el mayor registro (315.27 g/m³); en cambio, en Playa Delfines se encontraron piezas con un menor peso (9 g/m³). Esto quiere decir que la presencia de macroplástico en las playas estudiadas es evidente, pero las piezas en su gran mayoría son muy livianas (véanse las Figuras 3 y 4).

Se seleccionó el análisis de conglomerados como una técnica estadística multivariada que busca agrupar elementos y proporciona un método de clasificación de los cuadrantes con respecto a las variables. En la Figura 4 a) se observa que el grupo óptimo de **clústeres** es el 2. El primer grupo está dado por los cuadrantes 1 y 2, mientras que el segundo grupo lo

conforman el cuadrante 3 y el 4. Cabe resaltar que la similitud entre los cuadrantes 3 y 4 es mayor a la encontrada entre los cuadrantes 1 y 2. En la Figura 4 b) se observa una separación de grupos en direcciones opuestas, con relación a las medias de las variables: número de piezas, peso y tamaño; el cuadrante 1 es influenciado hacia la media del peso, mientras que el cuadrante 4 es influenciado por las medias del número de piezas y tamaño; esto se puede entender porque en dicho cuadrante se presenta una mayor cantidad de piezas que son de mayor tamaño.

Desde 2017, Parley for the Oceans México ha apoyado e implementado 143 campañas de limpieza en playas, cenotes y manglares del país; en ellas ha interceptado 51 215 kg de residuos sólidos, de los cuales 64.4% han sido plásticos. La participación de los estudiantes y la comunidad en general es muy importante para lograr estos eventos de limpieza, sobre todo porque la mayoría son en sitios remotos y en zonas importantes de anidación de tortugas marinas y aves. Los participantes toman conciencia de la gravedad y la escala del problema de la contaminación por plásticos en los ecosistemas marinos y sobre todo de lo difícil que es lograr interceptarlos en estas zonas (véase la Figura 5).

Clúster
Una forma de categorizar la información en grupos de elementos que tienen características iguales.

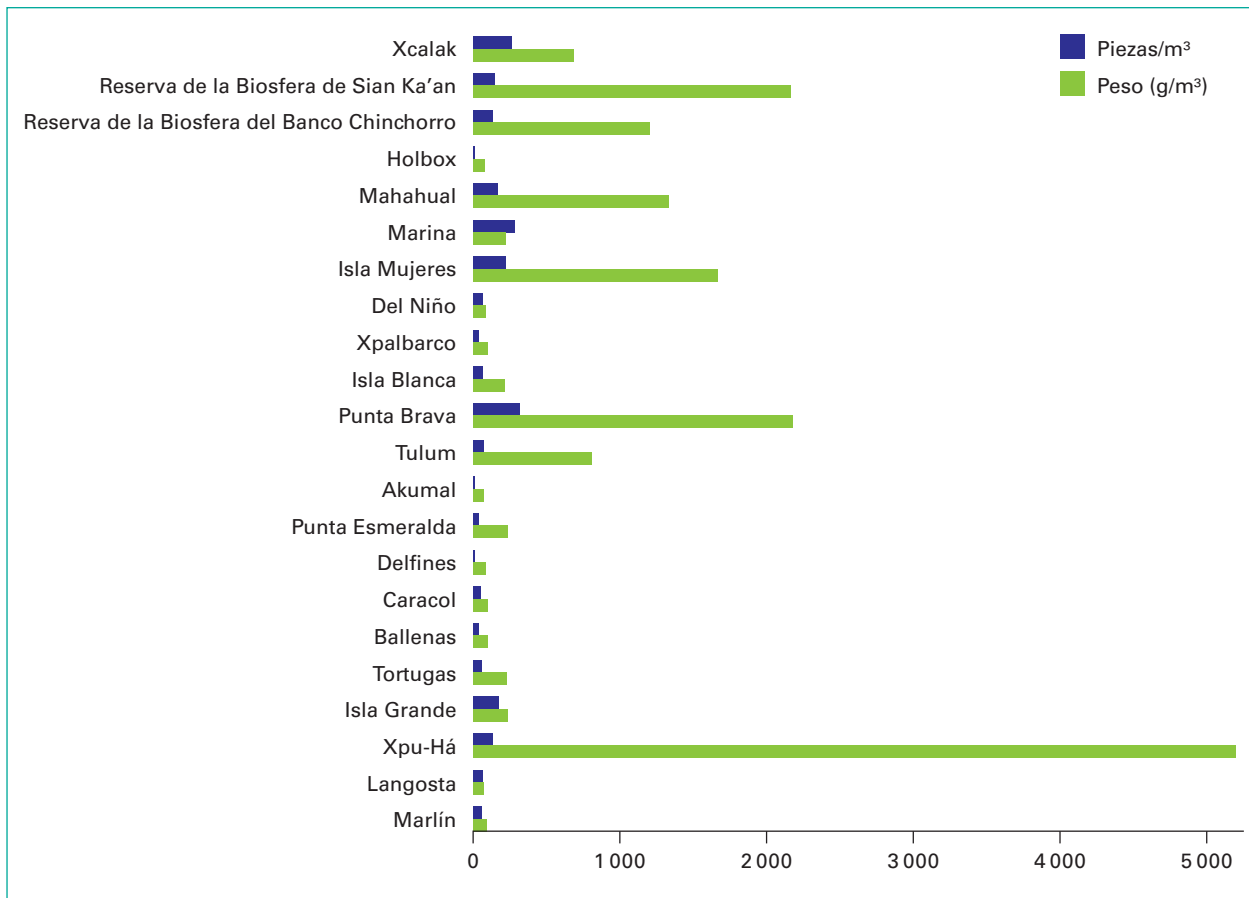


Figura 3. Piezas de macroplástico según el número y peso por metro cúbico de arena en las 22 playas estudiadas. Elaborada en RStudio (v.3.5.1) por Adriana Hernández Pérez y Jimena Peraza Alvarado.

¡La opción es evitarlo! (redesign)

Los estudiantes registraron 1 026 artículos de plástico para el hogar que podrían evitar, lo que representó 47% de los residuos plásticos de un solo uso

documentados en 30 días. Cabe considerar que todos los participantes reportaron una disminución de ingresos en su hogar por la situación sanitaria derivada de la pandemia de COVID-19 durante 2020, y con

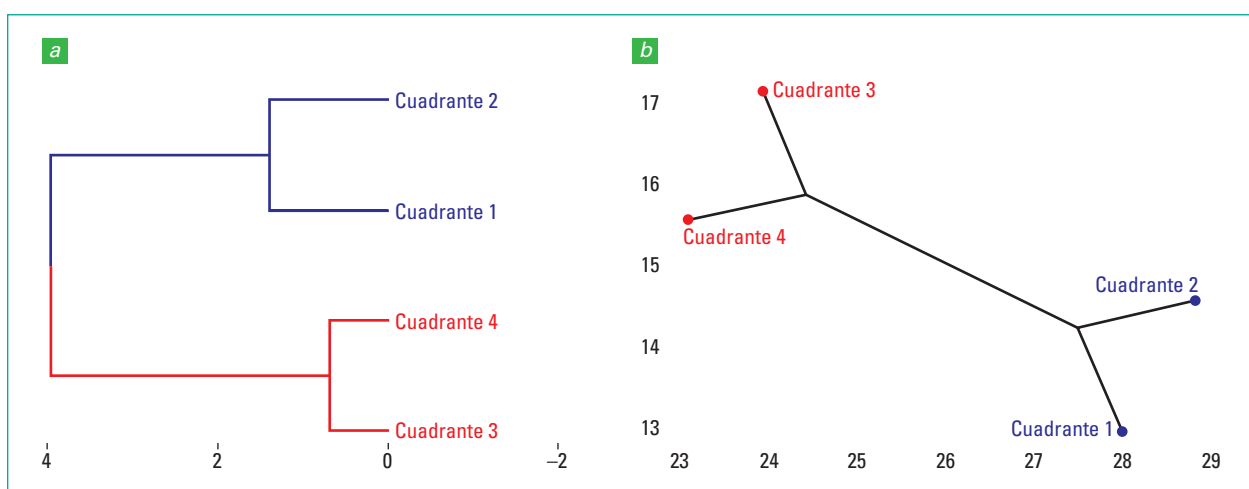


Figura 4. a) Clúster jerárquico; y b) dendrograma de las medias del número de piezas, peso y tamaño de las muestras por cuadrante. Elaborada en RStudio (v.3.5.1) por Adriana Hernández Pérez y Jimena Peraza Alvarado.

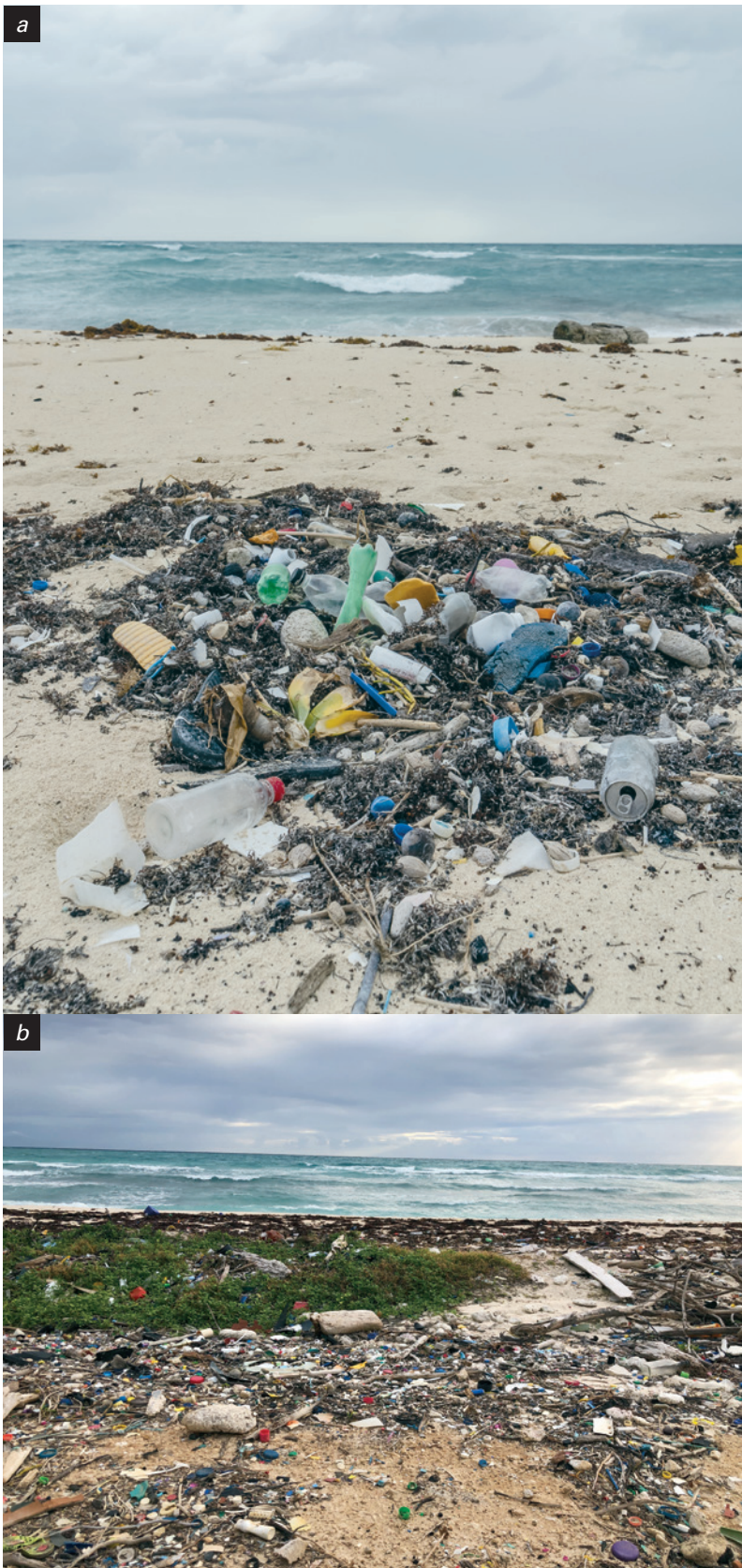


Figura 5. Imágenes de la presencia de plásticos en las playas durante 2020: a) Parque Nacional Isla Contoy; b) Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. Fuente: Parley for the Oceans México.

ello una reducción en la adquisición de productos en general. Las principales alternativas disponibles en Cancún que se reportaron e implementaron para evitar el plástico fueron:

- Tener una botella reutilizable para el agua y contenedores lavables para comprar alimentos preparados
- Cargar una bolsa de tela en todo momento
- Sustituir los productos de plástico por otros materiales, como metal, vidrio, madera o bambú, principalmente en utensilios de cocina y de aseo personal
- Reemplazar los productos de belleza en los que el plástico está presente, como exfoliantes, por productos hechos en casa con ingredientes sin plástico
- Comprar en tiendas a granel recipientes para alimentos, productos de limpieza del hogar y alimentos para mascotas
- Elaborar los adornos navideños reutilizando materiales de plástico para no comprar nuevos
- Evitar comprar ropa de poliéster o fibras sintéticas
- Seleccionar productos en el supermercado que no tienen empaque o que vienen empacados en papel o cartón
- Al no tener opción de productos sin plástico, solamente consumir los que están envasados en plástico tipo 1 y 2, que son los que se pueden entregar en los eventos de Reciclatón en Cancún

Estas opciones están condicionadas, primero, a saber identificarlas y tenerlas disponibles; pero además, tener la voluntad de hacer un cambio de hábitos a largo plazo y, en algunos casos, asumir el ligero incremento de costos que involucra este cambio en un inicio, sobre todo cuando se trata de invertir en nuevos materiales.

Conclusiones

La estrategia implementada nos invita a reflexionar en nuestras formas de consumo y las posibles soluciones para terminar con el problema de la contaminación por plásticos en los océanos y ecosiste-

mas costeros. Si bien la solución depende de grandes cambios en la industria privada y el fortalecimiento de los programas implementados por los gobiernos locales, también recae en el poder y la responsabilidad que tenemos las personas como consumidoras para evitar los plásticos, sobre todo los de un solo uso. Asimismo, en los lugares donde no contamos con infraestructura o sistemas de manejo adecuados para asegurar su reciclaje, debemos responsabilizarnos y disminuir nuestra producción personal de residuos desde el origen, que es en nuestros hogares. En otras palabras, es necesario modificar la percepción social acerca del problema y promover la participación ciudadana para llegar a su solución.

Los resultados obtenidos muestran que existe una distribución heterogénea de los residuos plásticos en las playas del Caribe mexicano. Se encontró que la cantidad de piezas y el peso no tienen una relación directa, dado que podemos encontrar playas con muchos plásticos, pero que son muy livianos. Por ende, las costas requieren de una atención diferenciada por parte de las autoridades municipales, y se resalta la importancia de utilizar una buena metodología para determinar la presencia de plástico en cada sitio.

Agradecimientos

Agradecemos a las estudiantes Adriana Hernández Pérez y Jimena Peraza Alvarado, del Programa Educativo de Ingeniería Ambiental, así como a los 101 participantes del programa de servicio social con Parley for the Oceans México. Reconocemos al departamento de Servicio Social de la Universidad del Caribe por haber hecho posible la implementación de este proyecto, así como a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Región Península de Yucatán y Caribe Mexicano, y a sus diferentes Áreas Marinas Protegidas de Quintana Roo, por su apoyo para la implementación de las campañas de limpieza de playas y muestreo de plásticos en islas y sitios remotos.

Laura M. Hernández Terrones

Universidad del Caribe.

lmhernandez@ucaribe.edu.mx

Judith Morales López

Parley for the Oceans México.

judith@parley.tv

Jairo A. Ayala Godoy

Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.

jairoarturo.ayala@upr.edu

Referencias específicas

Álvarez Zeferino, J. C., S. Ojeda Benítez, A. A. Cruz-Salas, C. Martínez Salvador y A. Vázquez Morillas (2020), "Microplastics in Mexican beaches", *Resources, Conservation and Recycling*, 155:104633.

Andrady, A. (2011), "Microplastics in the marine environment", *Marine Pollution Bulletin*, 62:1596-1605.

Halden, R. U. (2010), "Plastics and health risks", *Annual Review of Public Health*, 31:179-194.

Rare y The Behavioral Insights Team (2019), *Cambio de comportamiento para la naturaleza: una caja de herramientas de las ciencias del comportamiento para agentes de cambio*, Arlington, Rare.

Rochman, C. M., E. Hoh, T. Kurobe y S. J. Teh (2013), "Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress", *Scientific Reports*, 3:3263.

Rojo, E. y A. Montoto (2017), "Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global", *Ecologistas en Acción*. Disponible en: <<https://spip.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/informe-basuras-marinas.pdf>>, consultado el 13 de agosto de 2020.

Royer, S. (2019), *Method: Plastic Accumulation Study*, Hawái, James Campbell National Wildlife Refuge.