



PLASTICÓSFERA

REPORTE EXPEDICIÓN 2021

CONTAMINACIÓN POR MICROPLÁSTICOS EN EL MAR
CARIBE DE GUATEMALA Y HONDURAS



MSc. SERGIO IZQUIERDO
DIRECTOR DE RESCUE THE PLANET

“Lo que hacemos en la tierra hace eco en nuestros océanos. Hay que implementar soluciones en el origen rechazando el plástico de un solo uso”

EDICIÓN

Sergio Izquierdo
Director Rescue The Planet

Ninoshka Analí López Xalín
Investigadora Asociada Rescue The Planet

ELABORACIÓN

Ninoshka Analí López Xalín
Investigadora Asociada Rescue The Planet

Daniela Blanchi
Fundadora Organicum

María Andrea Santa Cruz Huard
Departamento de Biología UVG

Pamela Alejandra Jeréz Pazos
Departamento de Biología UVG

Adriana Rosaldi Ortega Rehbach
Departamento de Biología UVG

FOTOGRAFÍA

Sergio Izquierdo
Director Rescue The Planet

DISEÑO

Cinthia Figueroa
Diseñadora gráfica Rescue The Planet





ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN

II. METODOLOGÍA

- A. Sitios de estudio
- B. Trabajo de campo
- C. Trabajo de laboratorio

III. RESULTADOS

- A. Contaminación por microplástico en el Mar Caribe de Guatemala y Honduras
- B. Tamaños y tipos de microplásticos encontrados en el Mar Caribe de Guatemala y Honduras

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

V. LITERATURA CITADA

VI. ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Transectos de arrastre para colecta de muestras de microplásticos durante expedición Plasticósfera.

Figura 2. Abundancia de microplásticos en transectos evaluados.

Figura 3. Abundancia de microplásticos por tamaño en los transectos evaluados.

Figura 4. Abundancia de tipos de microplásticos de tamaño entre 0.300 – 0.999 mm en los transectos evaluados.

Figura 5. Abundancia de tipos de microplásticos de tamaño entre 1.00 – 4.75 mm en los transectos evaluados.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación de microplásticos, según Free et al. (2014).

INTRODUCCIÓN

Plástico es un término genérico que abarca una amplia gama de materiales a base de polímeros, los cuales se mezclan con diferentes aditivos (plastificantes, antioxidantes, retardantes de llama, estabilizadores UV, lubricantes y colorantes) para mejorar su rendimiento (GESAMP, 2015). El plástico representa muchos beneficios prácticos, sin embargo, por sus características químicas representa una creciente preocupación por sus efectos en el medio ambiente. Esto es principalmente por la durabilidad de este material, lo que evita su degradación y que su acumulación se convierta en una problemática (Andrady, 2011). La proporción de plástico desechado alrededor del mundo constituye el 10% de los residuos generados en todo el mundo, los cuales terminan en vertederos o en el ambiente; pasando siglos para que dicho material desaparezca (Barnes et al., 2009; Moore, 2008). Además, por procesos físicos y químicos el plástico se fragmentan en partículas más pequeñas, llamadas microplásticos (MP), los cuales son reconocidos actualmente como un tipo de contaminante emergente (UNEP, 2016).

Los MP son partículas con un diámetro inferior a 5 mm, el tamaño es un factor particularmente importante para estudiarlos porque indica la medida en que los organismos pueden verse afectados (GESAMP, 2015). Actualmente, existen MP primarios y secundarios debido a su origen. Los primarios son los que después de su uso llegan al medio ambiente en el mismo estado en el que

se sintetizaron, estos representan entre el 15 y 31 por ciento de los MP en los océanos; a su vez se dividen en pellets y fibras. Los secundarios provienen de la fragmentación de macroplásticos, estos son mucho más abundantes ya que forman entre el 69 y 81 por ciento de MP en el océano; se dividen en fragmentos, foam y film (Purca y Henostroza, 2017).

La investigación de MP a nivel mundial ha ido en aumento para “tratar” de comprender su impacto en los ecosistemas, toda vez que presenta repercusiones económicas, ambientales, de salud y sociales. La presencia de MP en el medio marino presenta un problema estético, con repercusiones económicas para la industria turística, un peligro para numerosas industrias marinas ya que el plástico puede provocar enredos y daños en los equipos, y preocupaciones ambientales importantes (Cole et al., 2011). Por otro lado, existe evidencia científica sobre la ingestión de MP por organismos, que les causa problemas de salud e incluso la muerte, este fenómeno conocido como el proceso de biomagnificación y bioacumulación en la cadena trófica (Gregory, 2009; Thompson et al., 2009; Cole et al., 2011; Xu et al., 2020). Sumado a ello se ha encontrado que los MP tienen la capacidad de absorber en su superficie otros contaminantes, actuando como portadores de toxicidad (Bollaín y Vicente, 2019; Fred-Ahmadu et al., 2020).

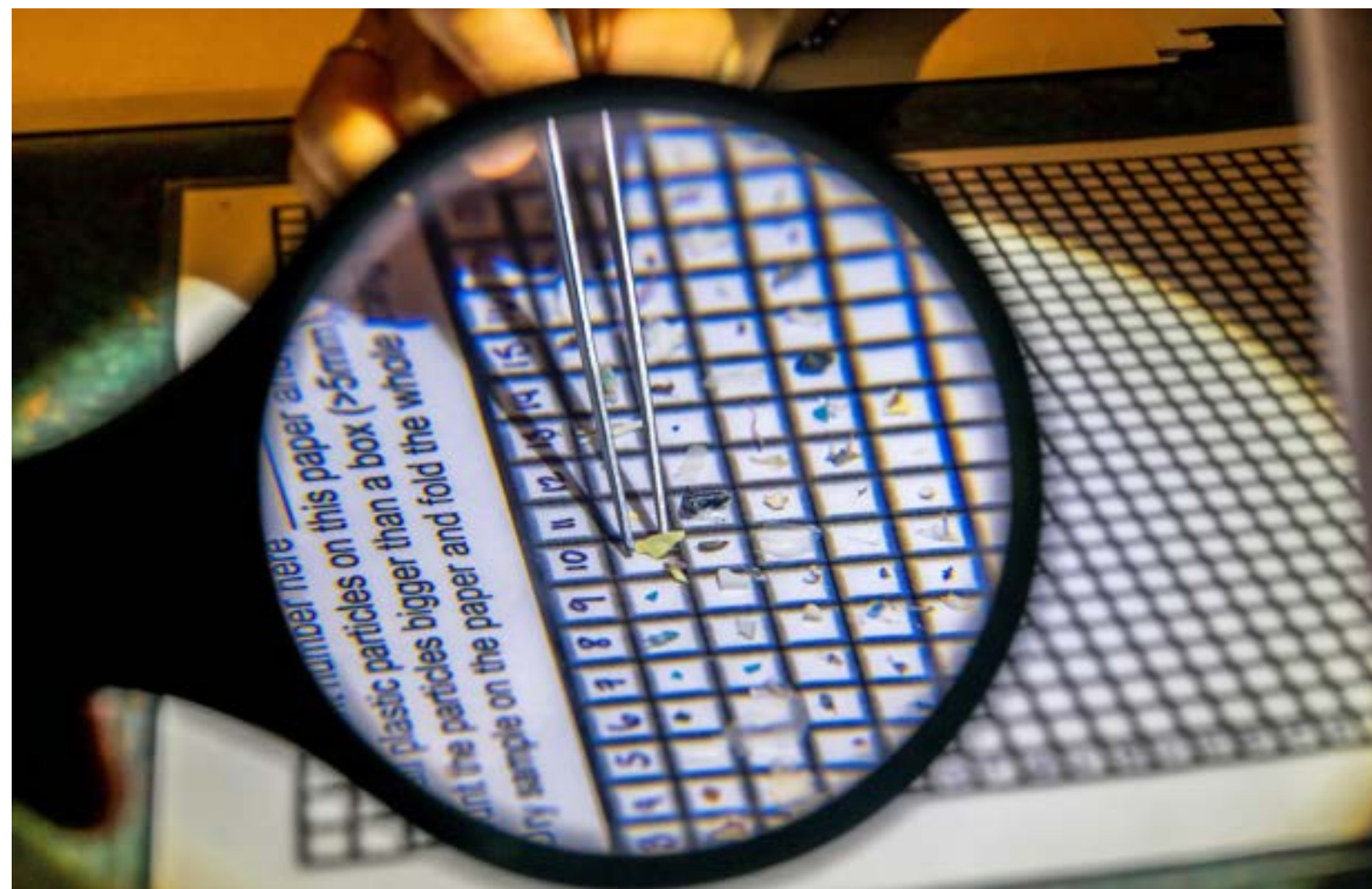
Guatemala no es ajena a este problema de contaminación, sin

embargo, únicamente se han realizado investigaciones en lagos: Atitlán (López, 2018; Mejía, 2018; Sagastume, 2020; Santos Ruíz, 2020), Amatitlán (Romero-Oliva, 2019; Oliva et al., 2021) y Petén Itzá (Mejía, 2019). Por tal razón, la Expedición Plásticosfera es la primera que documenta la contaminación por MP en ecosistemas marinos de Guatemala.

Esta expedición se enfocó en documentar el impacto del Río Motagua que recorre aproximadamente 500 km desde su nacimiento en Quiché, Guatemala, hasta su desembocadura en la frontera con Honduras; pasa por 70 municipios de Guatemala. Dentro de su cuenca habita un aproximado de cuatro millones de personas (MadreSelva 2019; Rivera 2019). A lo largo de su recorrido se drena una gran cantidad de desechos sólidos y líquidos que desembocan en el Mar Caribe

hondureño, generando un conflicto binacional. Este año se han recolectado 210 toneladas de desechos sólidos por parte del Gobierno de Guatemala, dato hasta mediados de junio; sin embargo, la contaminación sigue llegando a las playas de Honduras, siendo una problemática recurrente desde el año 2014 y que se acrecienta cada invierno (González 2021).

La expedición se embarcó durante ocho días por el Mar Caribe, saliendo de Río Dulce (Guatemala), pasando por Punta de Manabique, la desembocadura del Motagua hasta adentrarse a nuestro país vecino, Honduras por las costas de Omoa, Puerto Cortés, Utila y Roatán (Anexo 1). Dentro de ella participó un equipo multidisciplinario conformado por: biólogos, ingenieros químicos, fotógrafos, cineastas y medios de comunicación tanto de Guatemala como Honduras.



METODOLOGÍA

A. Sitios de estudio

Se trabajó en seis áreas del Mar Caribe guatemalteco y hondureño que muestran características diferentes y que son de importancia a nivel internacional por la contaminación de desechos sólidos que se ha reportado, generando conflicto y tensión entre los gobiernos de Guatemala y Honduras.

En Guatemala, se tomaron muestras en: el Golfete de Río Dulce, el cual se encuentra dentro del Parque

Nacional Río Dulce, de la Bahía de Amatique, y el Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique.

En el límite entre Guatemala y Honduras se tomó una muestra en la desembocadura del Río Motagua, el que acarrea grandes cantidades de desechos sólidos al año y contamina las playas de Honduras. En Honduras se tomaron muestras: frente al municipio de Omoa y dentro del Parque Nacional Marino Islas de la Bahía, en la isla de Utila (Figura 1).

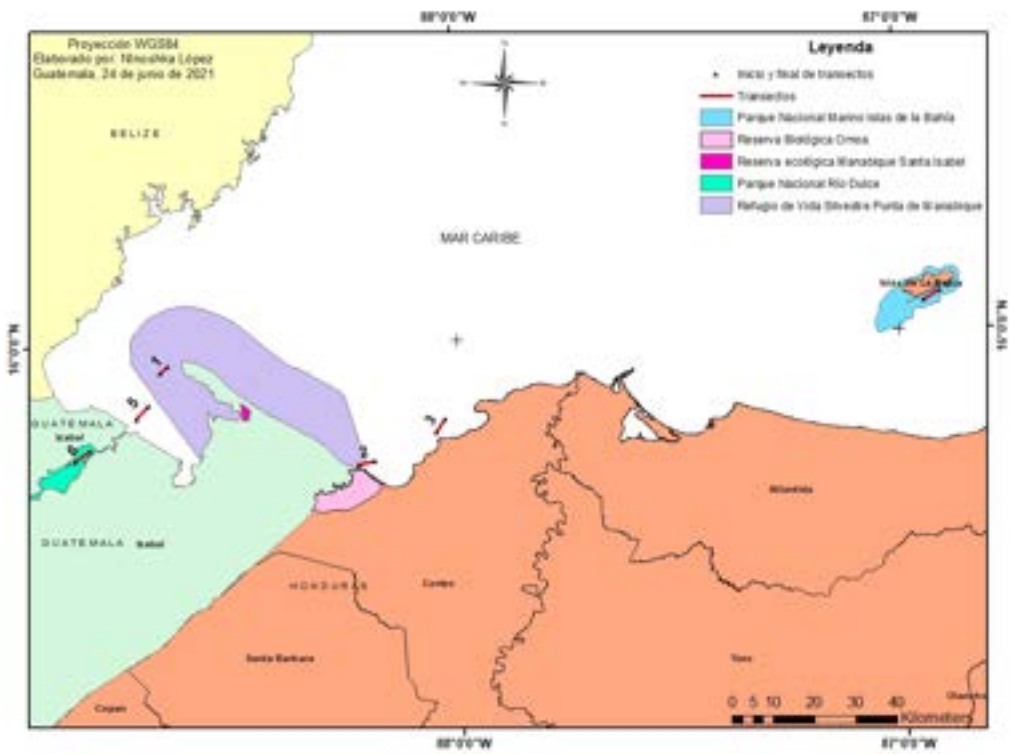


Figura 1. Transectos de arrastre para colecta de muestras de microplásticos durante expedición Plasticósfera. Los número de transectos corresponden a la siguiente manera: (1) Refugio de Vida Silvestre (RVS) Punta de Manabique, (2) Desembocadura de Motagua, (3) Omoa, (4) Parque Nacional (PN) Utila, (5) Bahía de Amatique y (6) PN Río Dulce.





B. Trabajo de campo

Se tomaron seis muestras superficiales de MP durante el recorrido de la Expedición Plasticósfera. Las muestras se colectaron usando una red de arrastre que estaba amarrada al brazo del barco para así extenderse a un costado del mismo y evitar que el oleaje de la embarcación afectará la muestra a recolectar.

La red cuenta con una apertura rectangular de 16 cm de alto por 61 cm de ancho y una longitud de 3 m terminando su longitud con una red de 333 µm de apertura y una bolsa de colecta de 30 * 10 cm² (*Anexo 2*). Cada muestra tuvo un arrastre que duró un aproximado de una hora a una velocidad promedio entre dos y cuatro nudos, siguiendo un transecto en línea recta en diferentes partes de la trayectoria de la expedición (*Figura 1*).

Por cada transecto se anotaban datos de colecta, incluyendo: coordenadas geográficas, fecha, hora, velocidad promedio, condiciones

climáticas y observaciones puntuales. Al final del transecto se recolectaba la red de arrastre y se le pasaba agua a la manta (*Anexo 3*), asegurando que todo lo atrapado en la muestra fuera recolectado hasta el fondo. Posteriormente, se tamizaron las muestras por un juego de tamices (1.00 mm y 0.300 mm) (*Anexo 4*).

Las muestras del tamiz de 0.300 mm se almacenaron en frascos de vidrio para su posterior análisis en laboratorio, por su parte las muestras del tamiz de 1.00 mm se intentaron contabilizar y separar de la materia orgánica que aún estaba en el tamiz con ayuda de pinzas y una luz (*Anexo 5*). Se fotografiaba lo que se lograba contar a simple vista en cada una de las muestras y luego se guardaba en un frasco de vidrio para su posterior revisión en laboratorio. Se sumó un total 12 frascos de vidrio los cuales fueron transportados al laboratorio del Departamento de Biología de la Universidad del Valle de Guatemala (UVG) para su respectivo análisis.

C. Trabajo de laboratorio
Las muestras tamizadas se procesaron usando un protocolo modificado de la NOAA (Masura et al. 2015), como se detalla a continuación. A cada clasificación de tamaño, se le realizó una digestión orgánica utilizando peróxido de hidrógeno al 30% en presencia de un catalizador de hierro (II) 0.05M (sulfato de hierro heptahidratado + agua + ácido sulfúrico), solución para eliminar materia orgánica (Anexo 6). Lo anterior debido a que la basura plástica es resistente a la oxidación de peróxido húmeda (WPO).

La mezcla de WPO se expuso a una separación por densidad del material, y obtener únicamente los desechos plásticos a través de flotación, es importante mencionar que durante este paso se derramó la muestra de 0.300 - 0.999 mm del RVS Punta de Manabique, perdiéndola en su totalidad. Las partículas colectadas se observaron bajo un estereoscopio, identificando, cuantificando y clasificando por tipos de MP. Para hacer la identificación de MP lo más correctamente posible, se observó que la partícula soportará ser aplastada por la pinza sin romperse. Los tipos de MP identificados se basan en la clasificación del estudio de Free et al. (2014).

TIPO DE MICROPLÁSTICO	DEFINICIÓN	FUENTE POTENCIAL
Fragmento	Partícula dura de plástico	Botellas, plásticos duros y resistentes.
Espuma	Ligero, plástico similar a una esponja	Poliestireno, amortiguación
Línea/fibra	Plástico recto fino o fibroso	Líneas o redes de pesca, ropa o textiles
Micro-esferas	Partículas duras y redondas	Pellets de fábrica, limpadores faciales
Film	Plástico delgado y suave	Bolsas de plástico, envoltorios

Cuadro 1. Clasificación de microplásticos, según Free et al. (2014).





FOTOGRAFÍA
Ninoshka Analí López Xalín

RESULTADOS

A. Contaminación por microplástico en el Mar Caribe de Guatemala y Honduras

Durante la Expedición Plasticósfera se realizaron seis transectos a nivel superficial para identificación, cuantificación y clasificación de MP del Mar Caribe guatemalteco y hondureño (*Figura 1*). En todas las muestras colectadas se observó MP, en donde la muestra del RVS Punta de Manabique mostró la mayor cantidad de MP ($> 340,428$ partículas/km²); se le colocó el símbolo de “mayor qué”, ya que no se pudo sumar la muestra del tamaño 0.300 - 0.999 mm a la totalidad debido a que se perdió durante el análisis de laboratorio. En segundo lugar, se encuentra la muestra colectada dentro del PN Utila (239,986 partículas/km²), en tercer lugar la muestra de la desembocadura del Río Motagua (203,640 partículas/km²), le sigue la muestra colectada dentro de la Bahía de Amatique, en penúltimo lugar la muestra frente a Omoa (103,386 partículas/km²), y por último la colectada dentro del PN Río Dulce (84,463 partículas/km²) (*Figura 2*).

Se realizaron tres transectos dentro de áreas protegidas (APs) de Guatemala y Honduras, demostrando que la contaminación por MP no conoce barreras y sumado a que el RVS Punta de Manabique fue el que mayor abundancia de MP presentó. Por tal razón, este problema debe tomarse en cuenta dentro de

los planes de manejo de las APs, proponiendo estrategias y acciones que mitiguen el problema y permitan la conservación de los ecosistemas.

Por su parte, los transectos realizados fuera de áreas protegidas también presentan altos niveles de contaminación, como es el caso de la desembocadura del Río Motagua. En búsqueda de soluciones el Gobierno de Guatemala ha colocado una barda industrializada en el municipio El Quetzalito, Izabal, Guatemala para la retención de los desechos sólidos, sin embargo, presenta fallas y deja de funcionar cuando ingresa una gran cantidad de desechos. Además, la barda no es una solución a largo plazo y tampoco mitiga el problema porque únicamente retiene desechos sólidos grandes flotantes, pero no desechos más pequeños como los microplásticos y tampoco desechos líquidos que pueden acarrear metales pesados u otras sustancias tóxicas.

Actualmente, los Gobiernos establecieron una mesa técnica binacional que buscará mitigar la contaminación proveniente del Río Motagua, desarrollando el proyecto “Gestión ambiental integral de la Cuenca del Río Motagua” a través del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) con el apoyo del Fondo Nacional para el Medio Ambiente (GEF) y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Por tal razón, este primer registro de microplásticos en el Mar Caribe guatemalteco y hondureño puede ser una base para el desarrollo de investigaciones dentro del marco del Proyecto y los Planes de Manejo de las APs involucradas.

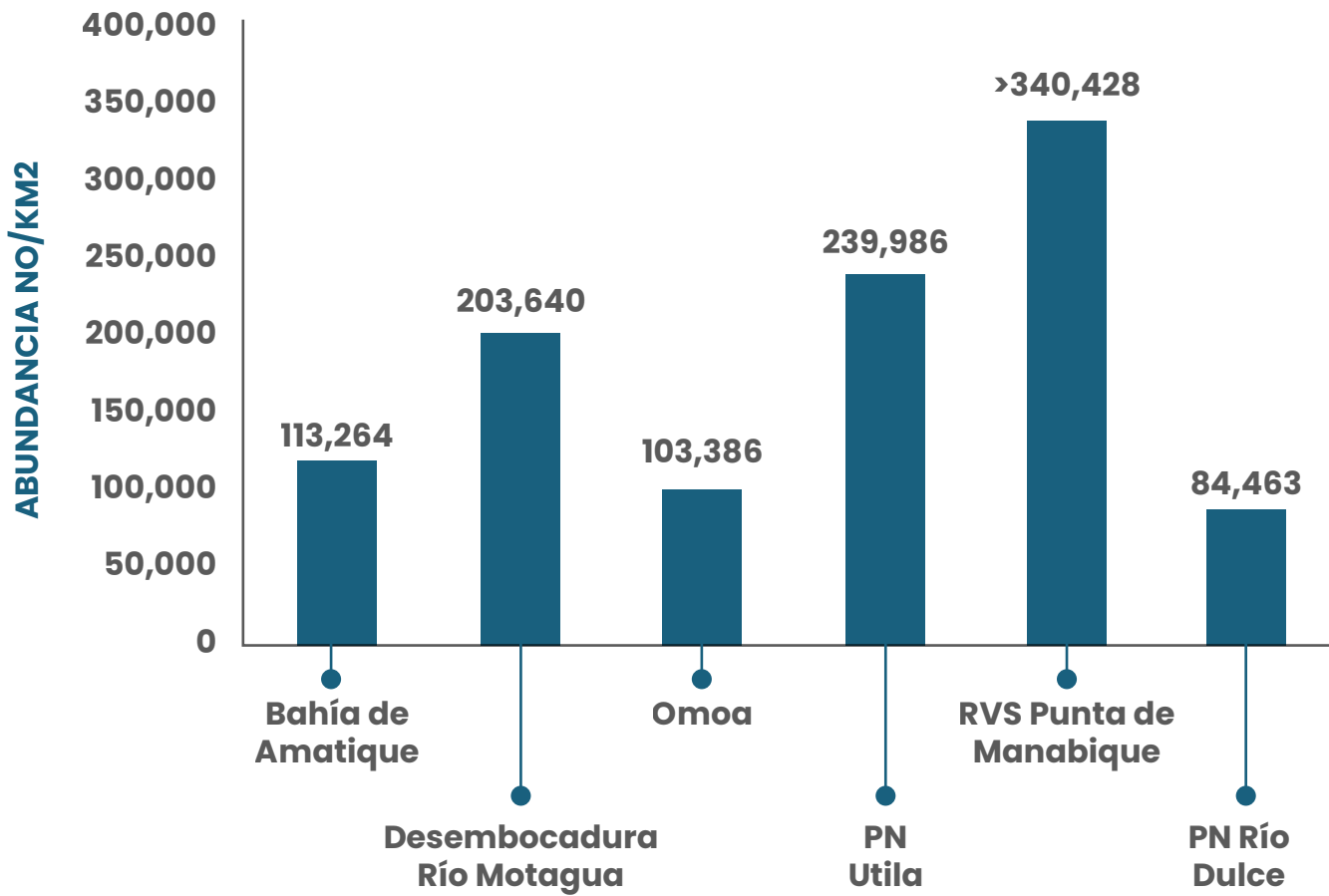


Figura 2. Abundancia de microplásticos en transectos evaluados.

B. Tamaños y tipos de microplásticos encontrados en el Mar Caribe de Guatemala y Honduras

Las muestras colectadas de MP fueron clasificadas en dos tamaños 0.300 - 0.999 mm y 1.00 - 4.75 mm. El tamaño es un factor particularmente importante ya que los hace biodisponibles para los organismos a través de la red trófica. Además, su composición y área superficial los hace propensos a que contaminantes en el agua se adhieran a su superficie y se conviertan en transporte de

sustancias tóxicas (Cole et al. 2011; Teuten et al. 2009). Hubo presencia de ambos tamaños para todas las áreas evaluadas, variando su cantidad (Figura 3). Así en Bahía de Amatique, Omoa y PN Utila fue mayor la presencia de MP que va entre 0.300 mm a 0.999 mm. Por su parte, la desembocadura del Río Motagua y el PN Río Dulce fue mayor la presencia de MP que va entre 1.00 mm a 4.75 mm. Dentro del RVS Punta de Manabique no hubo comparación debido a la pérdida de la muestra de 0.300 - 0.999 mm.

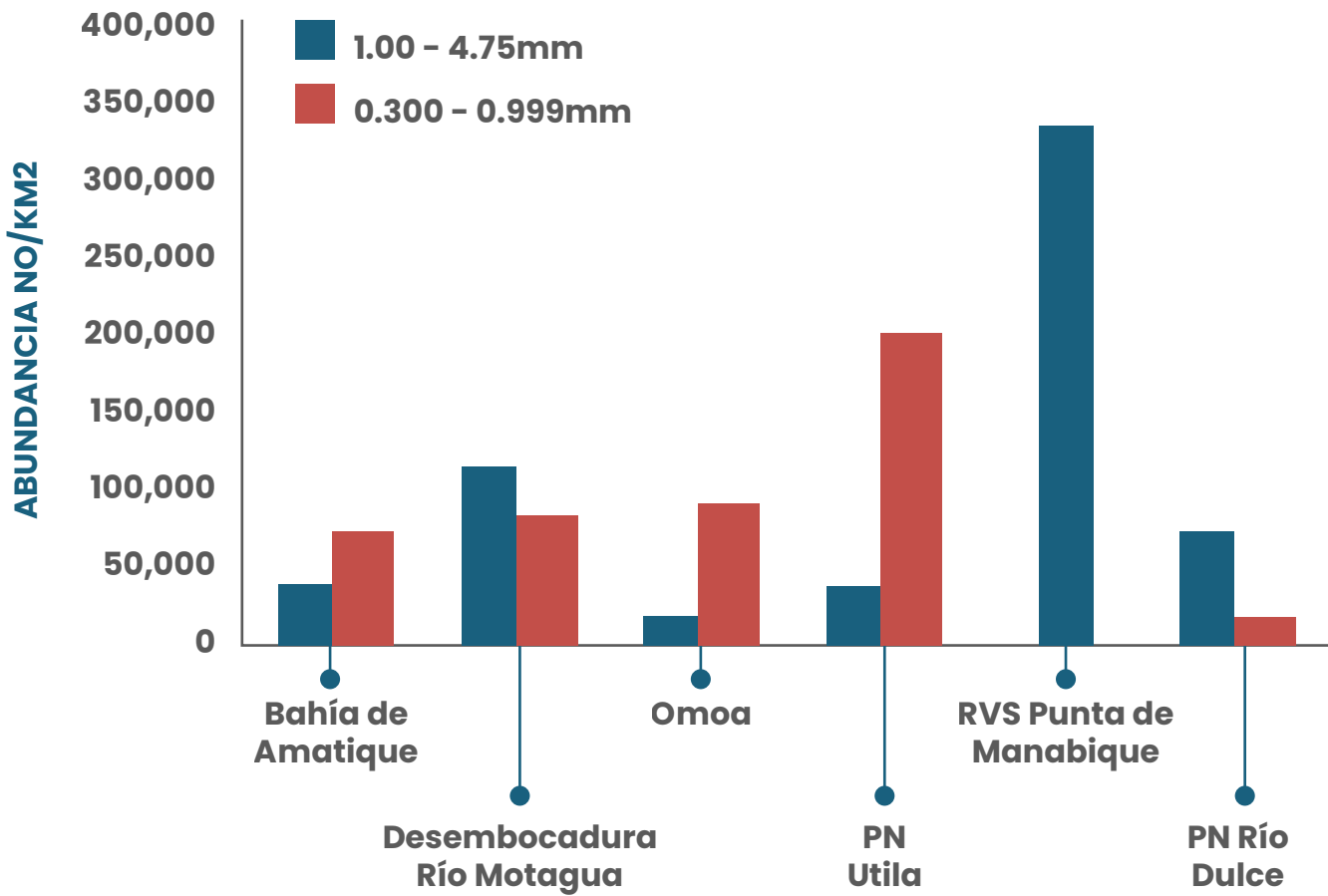


Figura 3. Abundancia de microplásticos por tamaño en los transectos evaluados.

Respecto a los tipos de MP evaluados según la categoría de Free et al. (2014), para el tamaño de 0.300 - 0.999 mm en la Bahía de Amatique dominaron los films, en la desembocadura del Río Motagua, Omoa y PN Utila los fragmentos, y en el PN Río Dulce las fibras (Figura 4). Para el tamaño 1.00 - 4.75 mm en la Bahía de Amatique, Omoa, RVS Punta de Manabique y PN Río Dulce dominaron los fibras, y en la desembocadura del Río Motagua y PN Utila los fragmentos (Figura 5).

El tipo de MP y las actividades antropogénicas muestran una asociación, demostrando que los tipos de MP encontrados en mayor abundancia durante la Expedición provienen de la fragmentación de macroplástico por fuerzas físicas y químicas como oleaje, mareas, radiación UV (Andrady 2011; Free et al. 2014). Así la búsqueda de soluciones comenzando en el origen, disminuyendo su consumo, puede ayudar a reducir los niveles de MP en el océano, como lo es la prohibición de plástico de un solo uso.

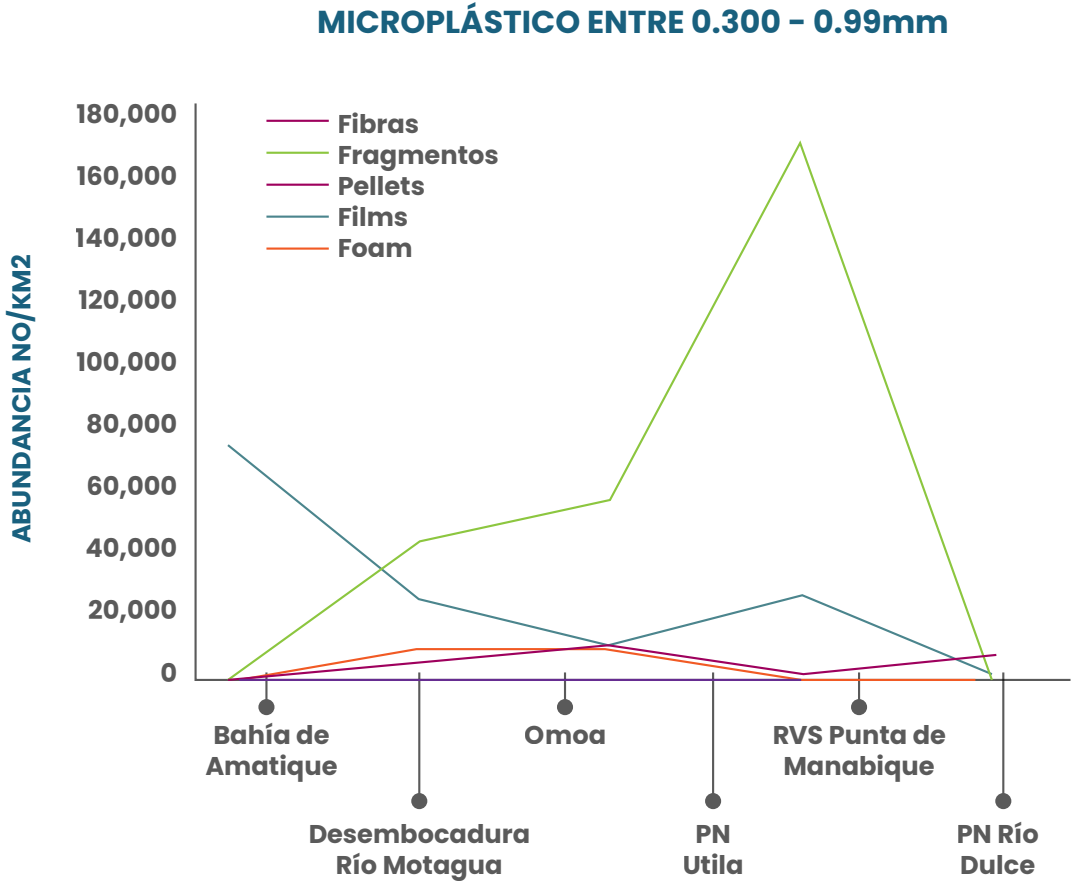


Figura 4. Abundancia de tipos de microplásticos de tamaño entre 0.300 - 0.999 mm en los transectos evaluados.

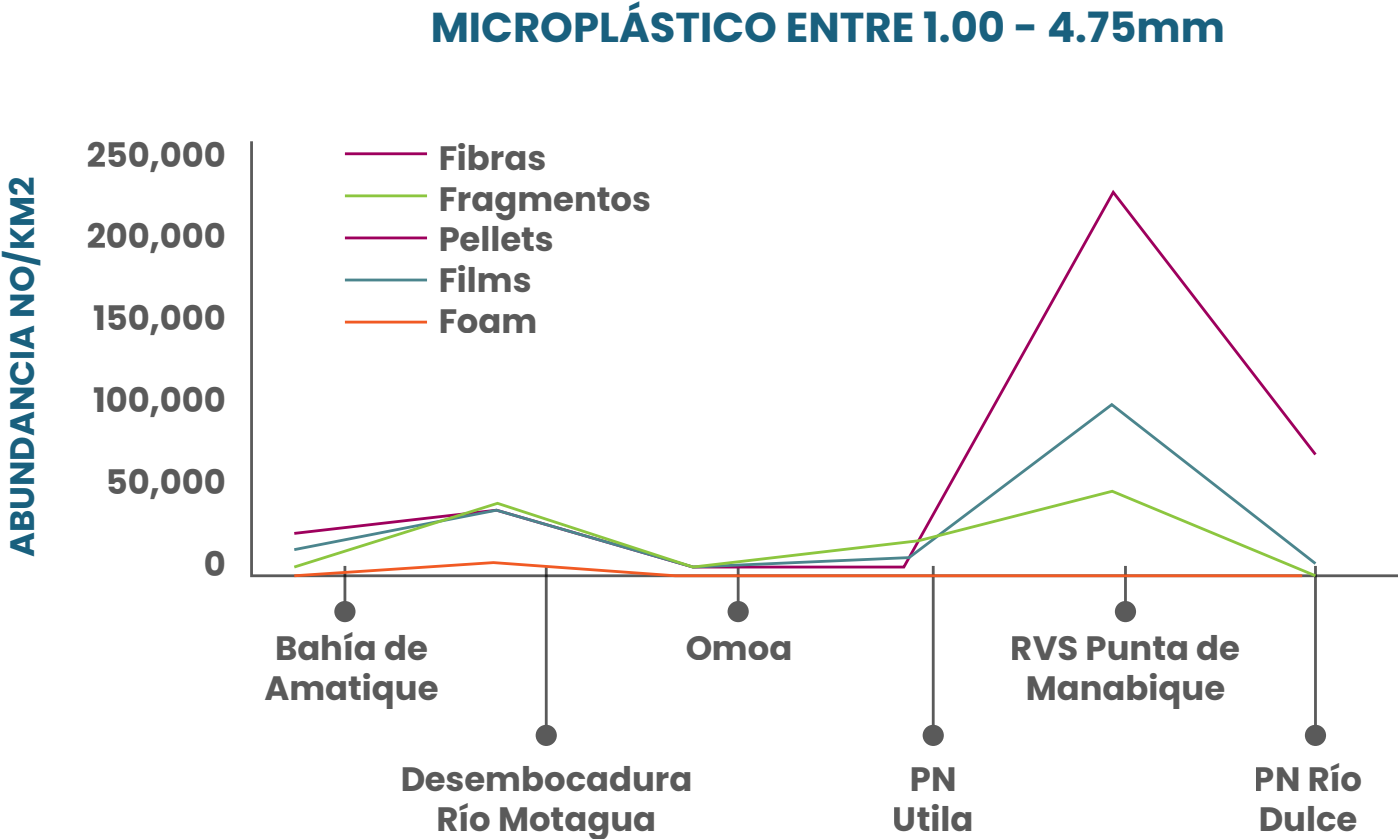


Figura 5. Abundancia de tipos de microplásticos de tamaño entre 1.00 - 4.75 mm en los transectos evaluados.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Expedición Plasticósfera es el primer registro de contaminación por MP en agua superficial en el Mar Caribe guatemalteco y hondureño. Además, es un esfuerzo de un equipo multidisciplinario compuesto por profesionales de ambos países. Los datos colectados en este proyecto son un resultado preliminar y una base para investigaciones futuras en el área, presentando áreas vulnerables de contaminación por MP. Además, de abrir nuevas preguntas de investigación sobre las fuentes de contaminación, impacto sobre la biodiversidad, impacto sobre la salud del ser humano, etc.

Todas las áreas evaluadas presentaron MP, siendo el Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique el que presentó la mayor abundancia de MP (> 340,428 partículas/km²). Además, todos los tipos de MP (fibras, fragmentos, pellets, films y foams) se identificaron en las muestras colectadas variando su abundancia en las diferentes áreas evaluadas

Por tal razón, este proyecto documenta la contaminación por MP y resalta la necesidad de soluciones integrales que ataquen el problema de raíz. A su vez recomienda que los proyectos que están en acción tomen en cuenta la contaminación por MP ya que es un problema que afecta la salud de los hábitats y organismos marinos, así como la salud humana. Además, de tener repercusiones económicas, sociales y políticas. Por último, invita a los Gobiernos de Guatemala y Honduras a unir esfuerzos de investigación que incluya grupos interinstitucionales y multidisciplinarios para la aplicación de estrategias de mitigación de contaminación por desechos sólidos, específicamente de los plásticos; así como el trabajo transparente y ético para obtener resultados exitosos que permitan la conservación de los ecosistemas marinos y sus alrededores.

Las soluciones deben buscarse en el origen del problema, a través del rechazo al plástico de un solo uso. Se recomienda implementar tasas impositivas a productos con empaques de plástico, crear responsabilidad extendida al productor. Prohibir el plástico de un solo uso en ambos países en lugar de enfocar los recursos económicos y esfuerzos políticos a soluciones ineficientes como la limpieza de playas y el uso de bardas industriales.





LITERATURA CITADA

- Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin* 62, 1596–1605.
- Barnes, D.K.A.; F. Galgani, R.C. Thompson y M. Barlaz. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 364, 1985–1998.
- Bollaín, C. y D. Vicente. (2019). Presencia de microplásticos en aguas y su potencial impacto en la salud pública. *Revista Española de Salud Pública*, 93: e201908064.
- Cole, M.; P. Lindeque, C. Halsband y T. S. Galloway. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 62 (12), 2588–2597. doi:10.1016/j.marpolbul.2011.09.025
- Fred-Ahmadu, O.; G. Bhagwat, I. Oluyoye, N. Benson, O. Ayejuyo y T. Palanisami. (2020). Interaction of chemical contaminants with microplastics: principles and perspectives. *Science of the Total Environment*, 706: 135978.
- Free, C.; O. Jensen, S. Mason, M. Eriksen, N. Williamson y B. Boldgiv. (2014). High - levels of microplastic pollution in a large, remote, mountain lake. *Marine Pollution Bulletin*, 85 (1): 156–163.
- GESAMP. 2015. “Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment”. (Kershaw, P. J., ed.). (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/
- González, J. (2021). Honduras exige acciones por contaminación en el Motagua; Guatemala dice que todo está normal. *Prensa Libre*. Fecha de consulta: 30 de julio de 2021.
- Gregory, M. (2009). Review: environmental implication of plastic debris in marine settings entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364: 2013–2025.
- López, N. (2018). Contaminación de microplásticos en la superficie del lago Atitlán, Sololá. Guatemala: Universidad del Valle de Guatemala.
- MadreSelva. 2019. Cuenca del río Motagua, situación actual y las causas de su deterioro. *Madre Selva, colectivo ecologista*. 30 pp.
- Masura, J.; J. Baker, G. Foster, C. Arthur y C. Herring. (2015). Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment: recommendation of quantifying synthetic particles in waters and sediments. NOAA.
- Mejía Saenz, A. (2018). El impacto de la Semana Santa: Análisis de macro y microplásticos en las playas de Panajachel, Sololá. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Mejía Sanz, A. (2019). Contaminación por microplástico en un lago endorreico de tierras bajas: El caso de Petén Itzá. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Moore, C.J., 2008. Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. *Environmental Research* 108, 131–139.
- Oliva Hernández, B.; M. Muñoz Wug, D. García, M. Rosales Melgar y F. Santos Ruiz (2021). Determinación de microplásticos y tierras raras en agua y peces del lago de Amatitlán. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala-Dirección General de Investigación.
- Purca, S. y A. Henostroza. (2017). Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú. *Revista Peruana de Biología*, 24 (1), 101. <https://doi.org/10.15381/rpb.v24i1.12724>
- Rivera, C. (2019). Deterioro por contaminación del Motagua afecta a pobladores en el departamento de Guatemala. *El Periódico*. Fecha de consulta: 30 de julio de 2021.
- Romero-Oliva, C.; N. López, B. Aguilar y F. Santos Ruíz. (2019). Paleoecotoxicología, una herramienta para la reconstrucción del pasado reciente en el Lago de Amatitlán, Guatemala. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala-Dirección General de Investigación.
- Sagastume, L. (2020). Determinación de microplásticos en contenido gastrointestinal del Blue gill (*Lepomis macrochirus*) (Rafinesque, 1819) en el lago Atitlán. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Santos Ruíz, F. (2020). Microplásticos en sedimentos superficiales en el lago de Atitlán, Sololá, Guatemala. Guatemala: Amsclae-Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Teuten, E.; J. Saquing, D. Knappe, M. Barlaz, S. Jonsson, A. Björn, S. Rowland, R. Thompson, T. Galloway, R. Yamashita, O. Daisuke, Y. Watamki, C. Moore, P. Hung, T. Seang, M. Prudente, R. Boonyatumanond, M. Zakari, K. Akkhavong, Y. Ogata, H. Hirai, S. Iwasa, K. Mizukawa, Y. Hagino, A. Imamura, M. Saha y H. Takada. (2009). Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364: 2027–2045
- Thompson, R.; C. Moore, F. vom Saal y S. Swan. (2009). Review: plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364: 2153–2166.
- UNEP. (2016). Marine plastic debris and microplastics: Global lessons and research to inspire action and guide policy change. Nairobi: United Nations Environment Programme. Recuperado el 10 de mayo de 2021, de Marine plastic debris and microplastics - Global lessons and research to inspire action and guide policy change. 2016.
- Xu, S.; J. Ma, R. Ji, K. Pan y A. Miao. (2020). Microplastics in aquatic environments: occurrence, accumulation and biological effects. *Science of the Total Environment*, 703: 134699

AGRADECIMIENTOS

- ADIP
- Bay Islands Conservation Association (BICA)
- Cropa
- Departamento de Biología de la Universidad del Valle de Guatemala
- Embajada de Honduras en Guatemala
- Embarcación The Host
- Modus
- Parley
- Sabores Cosco de Guatemala, S.A.
- Seguros Universales
- Alejandro Jaime
- Ana Reyes
- Carlos Cabrera
- Daniela Bianchi
- Edgar Dávila
- Enrique Nanne
- Erick Pinedo
- Ericka García
- Francisco Crowe
- Gabriela Alfaro
- Jeudy Mondragon
- José Ordoñez
- Juan Diego González
- María Margarita Izquierdo
- Priscila Juárez
- Yoseph Amaya
- Zara Zuñiga





***“Para el 2050 habrá más
plástico que peces en el mar”***

No hay planeta “B”
Guatemala junio 2021