

Diagnóstico de la abundancia de microplástico en tres playas del distrito de Las Tablas, Pacífico panameño, durante agosto y octubre de 2022

Diagnosis of the abundance of microplastic in three beaches of Las Tablas district, panamanian Pacific, during August and October de 2022

*Calixto Barrera M¹, Mariel Fuentes², Jesús Cedeño³, Enith Domínguez⁴,
Adriana Cedeño⁵, Brayán Argüello⁶, Ariana Irias⁷*

¹Ministerio de Educación, Colegio Manuel María Tejada Roca, Panamá; calixto1207@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3691-2864>

²Ministerio de Educación, Colegio Manuel María Tejada Roca, Bachiller en Ciencias, Panamá; marielalejandrafuentes18@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-4184-2493>

³Ministerio de Educación, Colegio Manuel María Tejada Roca, Bachiller en Ciencias, Panamá; jesuscedeno638@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-4146-7954>

⁴Ministerio de Educación, Colegio Manuel María Tejada Roca, Bachiller en Ciencias, Panamá; enith2225@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-6323-0120>

⁵Ministerio de Educación, Colegio Manuel María Tejada Roca, Bachiller en Ciencias, Panamá; adrianacarolinacedenobarria@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-6655-7104>

⁶Ministerio de Educación, Colegio Manuel María Tejada Roca, Bachiller en Ciencias, Panamá; brayangutierrez2312@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-0154-0900>

⁷Ministerio de Educación, Colegio Manuel María Tejada Roca, Bachiller en Ciencias, Panamá; arianastoo@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-3543-0576>

DOI: <https://doi.org/10.48204/j.vian.v7n1.a3927>

Fecha de recepción: 27 de marzo de 2023

Fecha de aceptación: 14 de mayo de 2023

Resumen: Los microplásticos son fragmentos plásticos de un tamaño menor a 5 mm de diámetro que actualmente son considerados contaminantes emergentes. Ante la falta de información relacionada con MPs en la zona, la presente investigación tuvo la finalidad de evaluar la abundancia y características de MPs en las playas Las Comadres, El Estero y El Uverito, distrito de Las Tablas, provincia de Los Santos. Las muestras fueron colectadas en los meses de agosto y octubre de 2022, en un transecto de 100 metros paralelos a la línea pleamar y tomando cinco muestras de arena en cada muestreo. Los MPs se contabilizaron y se clasificaron por forma y color. La abundancia se expresó en ítems/m² y fue de 34,4, 37,2 y 9,2 ítems/m² para Las Comadres, El Estero y El Uverito, respectivamente, encontrándose diferencias significativas entre El Uverito y el resto de las playas ($p=0,001$). Goma espumosa, fragmentos y láminas fueron las formas predominantes de MPs encontrados en las playas, mientras que los MPs de color blanco fueron los más abundantes. Los resultados obtenidos evidencian contaminación por MPs en las playas del distrito de Las Tablas, lo que crea una línea base de conocimientos que ofrece información importante para que los responsables en la toma de decisiones y público en general implementen alternativas para lograr una gestión integral de desechos sólidos, en especial los de origen plástico.

Palabras clave: Contaminación, arena, microplástico, abundancia, Panamá.

Abstract: Microplastics are plastic fragments smaller than 5 mm in diameter that are currently considered emerging contaminants. Given the lack of information related to MPs in the area, the present investigation

had the purpose of evaluating the abundance and characteristics of MPs on the beaches of Las Comadres, El Estero, and El Uverito, municipalities of Las Tablas, Los Santos province. Samples were collected in August and October 2022, in a 100-meter transect parallel to the high tide line, and taking five sand samples in each sampling. MPs were counted and classified by shape and color. Abundance was expressed in items/m² and was 34.4, 37.2, and 9.2 items/m² for Las Comadres, El Estero, and El Uverito, respectively, finding significant differences between El Uverito and the rest of the beaches ($p= 0.001$). Foams, fragments, and sheet plastic fragments were the predominant forms of MPs found on the beaches, while white MPs were the most abundant. The results obtained show evidence of contamination by MPs on the beaches of Las Tablas municipality, which creates a baseline of knowledge that provides important information for decision-makers and the general public to implement alternatives to achieve integrated management of solid waste, especially those of plastic origin.

Keywords: Contamination, sand, microplastics, abundance, Panamá.

1. Introducción

Los plásticos se han convertido en un material indispensable para el ser humano, debido a su bajo costo de producción, peso ligero, versatilidad y durabilidad, lo que ofrece ventajas sobre otros materiales, por lo que su uso y consumo se ha incrementado en las industrias y en nuestro diario quehacer (Sarria-Villa y Gallo-Corredor, 2016; Herrera et al., 2017; Gil et al., 2020). No obstante, desde la década de los 70, Edward Carpenter, investigador del prestigioso Instituto Oceanográfico Woods Hole (EE.UU.), advertía sobre los posibles efectos de la contaminación por plástico (Herrera et al., 2017).

Actualmente el plástico es un gran problema que preocupa a la población, porque toneladas de este polímero terminan anualmente en el mar (Cabrera, 2018), lo cual representa un peligro para la fauna marina, al generar contaminación en los océanos (Derraik, 2002; Gil et al., 2020), convirtiéndose en el principal contaminante en las aguas marinas de América Latina y el Caribe (Tambutti y Gómez, 2022). En el medio marino los plásticos se degradan lentamente para dar lugar a partículas cada vez más pequeñas, denominadas microplásticos (Padilla, 2020); por consiguiente, al incrementarse la producción, consumo e inadecuada disposición de plásticos, estos se acumulan en los ecosistemas marinos, lo que convierte estas zonas en importantes sumideros de microplásticos (Vásquez-Molano et al., 2021).

Los microplásticos (en adelante MPs) se definen como pequeñas piezas de plástico de un tamaño entre 0,1 μm y 5 mm de diámetro (Thompson et al., 2009) que provienen de la fragmentación de grandes piezas de plástico, así como de cosméticos, artículos de pesca,

desechos plásticos de uso cotidiano, entre otros (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR, 2017; Iannacone et al., 2019). Los MPs han generado una creciente preocupación en la comunidad científica y el público a nivel mundial (De la Torre, 2019), constituyéndose en contaminantes invisibles y emergentes (Castro et al., 2021).

Al representar los MPs uno de los mayores problemas de contaminación ambiental debido a su ubicuidad (Padilla, 2020), en la última década se han incrementado las investigaciones en torno a este contaminante. No obstante, al utilizarse diversas metodologías, se complica comparar resultados. Por consiguiente, la presente investigación se comparará con aquellas que aborden la temática con una metodología similar y cuyos sitios de muestreo estén localizados en la vertiente Pacífica de Centro o Sur América.

En América del Sur se pueden referenciar investigaciones realizadas por Hidalgo-Ruz y Thiel (2013) en 39 playas chilenas y la Isla de Pascua; Purca y Henestroza (2017) en cuatro playas arenosas en Perú (Vesique, Albúfera de Medio Mundo, Costa Azul-Ventanilla y El Chaco); Honorato-Zimmer et al. (2019) en treinta y siete playas chilenas; Garcés-Ordóñez et al. (2020) en 15 playas del Pacífico colombiano; y Jones et al. (2022) en dos playas (Punta Pitt y Tortuga Bay) en Islas Galápagos.

En Centroamérica, Díaz y Sarria (2019) realizan evaluación de los MPs en las costas de la bahía de San Juan del Sur, Nicaragua; Mazariegos-Ortíz et al. (2021) en las playas Ocos, Tulate, Sipacate y Las Lisas, en Guatemala; y Sabot (2022) en playas del golfo de Nicoya, Costa Rica.

En Panamá, Delvalle de Borrero et al. (2020), entre mayo y noviembre de 2018, realizan un diagnóstico de MPs en playas de ambas vertientes; en el Caribe Punta Galeta y Palenque, en el Pacífico, Juan Díaz y San Carlos. Posteriormente, Delvalle de Borrero (2020) en *Café Científico* con la SENACYT el 30 de enero de 2020, reporta nuevas evaluaciones a nivel nacional en torno a la abundancia de MPs. En el Caribe, 12 playas en la provincia de Colón y Playón Chico en la comarca de Guna Yala, mientras que en el Pacífico, ocho playas en la provincia de Panamá y 10 playas en la provincia de Panamá Oeste. Sin embargo, hasta el momento no existen reportes de la abundancia de MPs en las playas de la provincia de

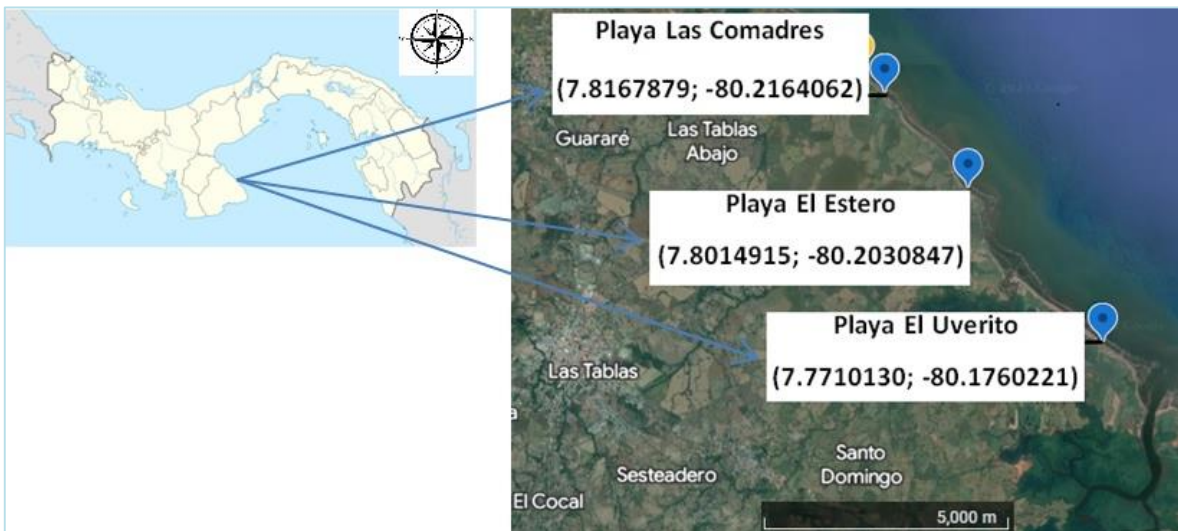
Los Santos. Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación es analizar los microplásticos en la línea de pleamar de tres playas arenosas: El Uverito, El Estero y Las Comadres, del distrito de Las Tablas, Los Santos, Panamá, a fin de realizar una primera aproximación cuantitativa de la abundancia de este contaminante en la zona.

2. Metodología

En los meses de agosto y octubre de 2022 se realizó un estudio exploratorio, en tres playas del distrito de Las Tablas, provincia de Los Santos (figura 1). Las playas seleccionadas fueron: El Uverito (7.7710130; -80.1760221), El Estero (7.8014915; -80.2030847) y Las Comadres (7.8167879; -80.2164062). La selección de la playa para este estudio se basó en los criterios de fácil accesibilidad y frecuentadas por bañistas.

Figura 1

Localización de los sitios de muestreo en la costa del distrito de Las Tablas, provincia de Los Santos



Fuente: Google Earth, modificada por los autores

El muestreo de MPs se realizó en marea baja en horas de la mañana. Previo al muestreo, se realizó una gira de reconocimiento, para observar características de cada playa y la elección del transecto a muestrear. Para la colecta de las muestras se utilizó el protocolo propuesto por Delvalle de Borrero et al. (2020) el cual consistió en la elección de

un transecto de 100 m paralelo a la línea de marea alta, donde se colectaron cinco muestras de arena a 25 m de distancia entre ellas. Las muestras fueron colectadas utilizando una palita de jardín con mango de madera. Cada sitio de muestreo estuvo delimitado por un cuadrante de madera 50 cm x 50 cm. Dentro de cada cuadrante, se recogió la capa superficial de arena de 1,0 cm de espesor y se guardó en una bolsa Ziploc, previamente codificada. Para la georreferenciación de los sitios de colecta se utilizó la aplicación de Google maps presente en teléfonos celulares Android.

En el laboratorio, la muestra de arena fue secada en un horno de convección a 60°C durante 48 horas, hasta peso constante. Debido a limitaciones metodológicas, en esta investigación sólo se consideran los MPs en el intervalo de 1 a 5 mm. Una vez secada la muestra se procedió a tamizarla manualmente: primero con un tamiz con luz de malla de 5 mm y luego con un tamiz de 1 mm. El material retenido en el tamiz de 1 mm, en primera instancia, se inspeccionó visualmente para extraer las piezas de MPs que quedaron retenidas; y, posteriormente, se sometió a una separación por densidad, mediante el uso una solución saturada de NaCl (358g/L; 1,21g/cm³). La solución se agitó con un policial durante unos cinco minutos y se dejó en reposo durante la noche a fin de permitir su sedimentación natural. Pasado este período se extrajo el sobrenadante, se colocó en un plato Petri de vidrio y se procedió a la búsqueda de MPs con apoyo de un estereoscopio marca Leica Zoom 2000. Los MPs colectados en cada muestra fueron contabilizados y clasificados por forma y color (Hidalgo-Ruz et al., 2012). En cada playa se calculó la abundancia de MPs por metros cuadrados (MPs/m²); la sumatoria total de MPs (en los cinco cuadrantes) se dividía entre el área total de los cuadrantes (1,25 m²).

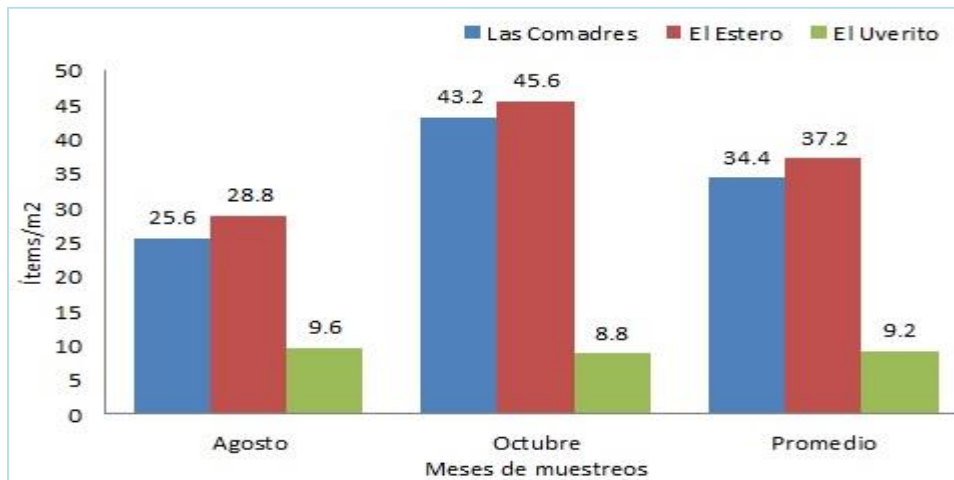
Los datos obtenidos fueron analizados con el programa Microsoft Excel 2010; aplicándose estadísticas descriptivas como porcentajes y medidas de tendencia central como la media. El estadístico aplicado para la comparación de medias fue la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis al 5% de significancia ($p \leq 0.05$), con paquete estadístico SPSS, versión 20 (IBM-SPSS, 2011).

3. Resultados y discusión

Se analizaron 202 MPs colectados en tres playas del distrito de Las Tablas (figura 2). La abundancia promedio en la zona fue de 26, 9 ítems/m², con menor abundancia en el mes de agosto (80 MPs; 21, 3 ítems/m²) con respecto a octubre (122 MPs; 35, 5 ítems/m²). La abundancia promedio de MPS en Las Comadres fue 34, 4 ± 25,5 ítems/ m²; en EL Estero, 37, 2 ± 24, 4 ítems/m²; y El Uverito fue, y 9, 2 ± 6, 5 ítems/m².

Figura 2

Abundancia promedio de microplásticos (ítems/m²) en tres playas del distrito de Las Tablas, litoral Pacífico de Panamá, año 2022



Fuente: Elaborada por los autores.

Al comparar la abundancia promedio obtenida en Las Tablas con lo registrado a nivel nacional y en otras localidades del Pacífico de Centro y Sur América, se observa, que en la mayoría de los casos, la abundancia promedio obtenida en este trabajo es inferior a lo registrado en otras localidades, (tabla 1).

Tabla 1

Abundancia promedio de microplásticos reportados en playas de la vertiente Pacífica de Centro y Sur América

País	Abundancia (ítems/m ²)	Referencia
Guatemala	18,7 ítems/m ²	Mazariegos-Ortíz <i>et al.</i> (2021)
Nicaragua	304 ítems/m ²	Díaz y Sarria (2019)
Costa Rica (Puntarenas)	2900 ítems/m ²	Sabog (2022)
Panamá	70 ítems/m ²	Delvalle de Borrero <i>et al.</i> (2020)
Panamá	47 ítems/m ²	Delvalle de Borrero (2020)
Panamá	26,9 ítems/ m ²	Presente estudio
Colombia	138 ítems /m ²	Garcés-Ordóñez <i>et al.</i> (2020)
Ecuador (Islas Galápagos)	74 ítems/m ² (Tortuga Bay)	Jones <i>et al.</i> , (2022)
Ecuador (Islas Galápagos)	381 ítems/m ² (Punta Pitt)	Jones <i>et al.</i> , (2022)
Perú	130 ítems/m ²	Purca e Hinestroza (2017)
Chile (continental)	27 ítems/m ²	Hidalgo-Ruz y Thiel (2013)
Chile (Isla de Pascua)	805 ítems/m ²	Hidalgo-Ruz y Thiel (2013)
Chile (continental)	2,2 ítems/m ²	Honorato-Zimmer <i>et al.</i> , (2019)

Fuente: Elaborada por los autores.

Los resultados obtenidos en la vertiente Pacífica de Centro y Sur América, evidencian alta variabilidad entre playa muestreada y localidad. Por ejemplo, se observa una disminución en la abundancia de MPs en Chile continental desde 27 ítems/m² (Hidalgo-Ruz y Thiel, 2013) a 2,2 ítems/m² (Honorato-Zimmer *et al.*, 2019), lo que podría ser resultado de una comunidad organizada que desde hace más de una década realiza limpieza de playas. Por lo tanto, una población con más conciencia ambiental implementa alternativas para evitar que los desechos sólidos lleguen al ecosistema marino-costero.

En Centroamérica, Díaz y Sarria (2019) en las costas de la bahía de San Juan del Sur en el pacífico de Nicaragua, se registra una alta concentración de MPs en la zona muestreada (304 ítems/m²); en Guatemala, Mazariegos-Ortíz *et al.* (2021) en muestreo realizado en cuatro playas, evidencian una contaminación por MPs a menor escala, (18,8 ítems/m²), observándose una fluctuación de acuerdo a localidad y estación del año. No obstante, es preocupante los resultados obtenidos en Puntarenas, Costa Rica, en donde se contabilizaron en el año 2019 más de 1 400 ítems/m², ascendiendo para el año 2021, a más de 2 900 ítems/m², duplicando su abundancia en dos años (Sabog, 2022). Estos hallazgos evidencian la necesidad de realizar un constante monitoreo de la abundancia de MPs en la zona, y la implementación de programas de educación ambiental en torno al tema.

En Panamá, las primeras evaluaciones fueron realizadas en el año 2018 por Delvalle de Borrero et al. (2020), en playas del Caribe (Punta Galeta y Palenque, en Colón) y del Pacífico, específicamente en Panamá (Juan Díaz) y Panamá Oeste (San Carlos). Se evidencia mayor contaminación en la vertiente Caribe, con promedios de 294 ítems /m² y 62 ítems /m² en Punta Galeta y Palenque, respectivamente. En el Pacífico, se reportan valores de 105 ítems /m² en Juan Díaz y 34 ítems /m² en San Carlos.

Posteriormente, Delvalle de Borrero (2020) en *Café Científico* con la SENACYT el 30 de enero de 2020, informa sobre nuevas evaluaciones en estas provincias. En la vertiente Pacífica, en las playas antes mencionadas, la abundancia de MPs aumentó en Juan Díaz de a 295 ítems/m² mientras en San Carlos se da una leve reducción, a 30 ítems/m². Estos resultados evidencian un aumento en la abundancia de Mps en la playa de Juan Díaz, lo que podría deberse a un efecto combinado entre una mayor densidad poblacional y un inadecuado descarte de desechos sólidos, los cuales pueden depositarse directamente en el medio marino o ser llevados por la escorrentía de los ríos. Con base en estos resultados, considerando que las playas de Las Tablas son muy frecuentadas por bañistas y que ellas poseen cercas desembocaduras de ríos, urgen programas de educación ambiental encaminados a lograr una gestión integral de residuos plásticos.

Para verificar si existen diferencias significativas entre el número de MPs encontrados por playa, se realizó la prueba no paramétrica Kruskal Wallis ($P \leq 0,05$). Al analizar los datos se obtiene una probabilidad de estadístico de 0,001 ($P= 0,001$), lo que evidencia diferencias significativas entre la abundancia promedio de MPs en playa El Uverito versus lo en las playas El Estero y Las Comadres. Pese a que en los muestreos se observaron desechos plásticos en las playas, fue precisamente playa El Uverito la que presentó, grosso modo, una menor abundancia de macroplásticos.

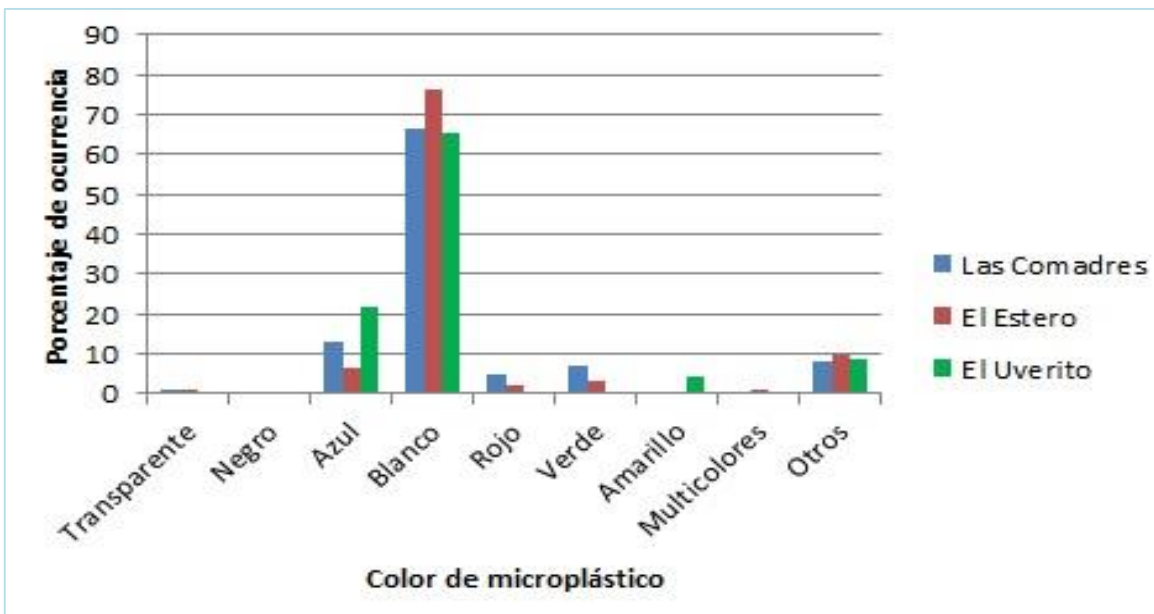
Referente al color de ítems de microplástico por playa (figura 3), se obtiene predominancia del color blanco y en segunda instancia, el azul. Referente a los ítems de color blanco, en su mayoría provienen de la fragmentación de goma espumosa (foam), el cual es un producto común en empaques, vasos desechables, recipientes de comida,

neveras de un solo uso, materiales de construcción, los cuales frecuentemente se descartan inadecuadamente.

En general, estos resultados concuerdan con lo registrado por Delvalle-Borrero et al. (2020) en costas panameñas. En playa Las Comadres se contabilizan un total de 86 ítems de MPs, de los cuáles 1,2 % es transparentes, 12,8 % son azules, 68,3 % son blancos, 4,7 % es rojo, 6,9 % son verdes y 8,1 % pertenecen a otras tonalidades. En playa El Estero del total de 93 MPs, 1 % es transparente, 6,5 % son azules, 77,4 % son blancos, 2 % son rojos, 3 % son verdes, 1 % es multicolor y 9 % pertenecen a otras tonalidades. Finalmente, en playa El Uverito del total de 23 MPs, se reportan 21, 8% azules, 65,2 % blancos, 4,3% amarillo y 8,7 % pertenecen a otras tonalidades.

Figura 3

Porcentaje de ocurrencia de color de microplásticos en las tres playas muestreadas, año 2022



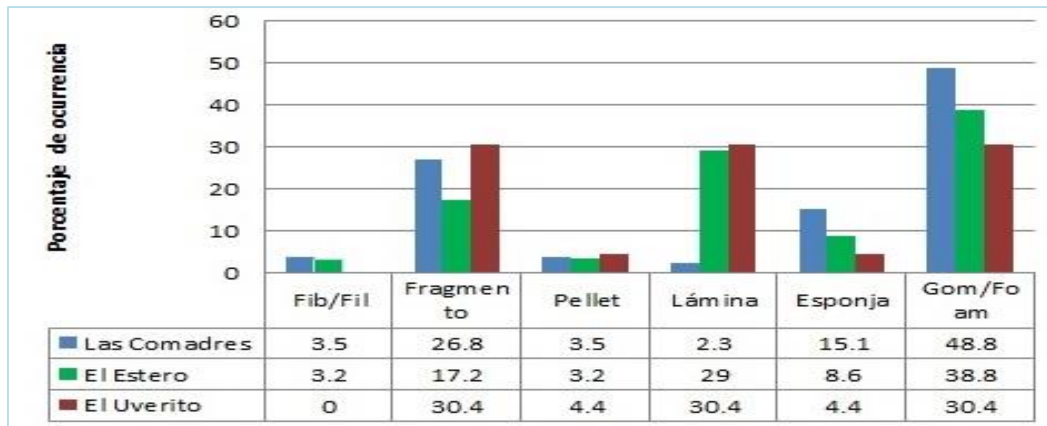
Fuente: Elaborada por los autores

En cuanto a la forma, de manera general, la goma espumosa (42, 1%), los fragmentos (22,8%) y las láminas (17,8 %) son las más abundantes en la zona. La goma espumosa (foam) es el MPs más abundante en Las Comadres (48,8 %) y El Estero (38,8 %), mientras

que en El Uverito predomina la goma espumosa, los fragmentos y las láminas, con una abundancia de 30,4 % (Fig. 4).

Figura 4

Porcentaje de ocurrencia de forma de microplásticos en las tres playas, año 2022



Fuente: Elaborada por los autores.

En la figura 4 se observan los resultados obtenidos de la clasificación de MPs por forma, donde la goma espumosa, los fragmentos y las láminas, en ese orden, son las más abundantes en las playas del distrito de Las Tablas. Estos resultados coinciden con los reportados por Delvalle de Borrero et al. (2020) en la vertiente Pacífica de Panamá, donde los fragmentos (44,5 %) y la goma espumosa (35,2 %) son los más abundantes en Juan Díaz, mientras que los fragmentos (30,2 %) son los más abundantes en San Carlos. En otras localidades del Pacífico de Centroamérica, por ejemplo, en Nicaragua, Díaz y Sarria (2019) obtienen que los fragmentos (83 %), las láminas (7,4 %) y la goma espumosa (6,1 %) son los más abundantes, mientras que en Honduras Mazariegos-Ortíz et al. (2021) reportan como los más abundantes los fragmentos (61%) y la goma espumosa (35 %).

Ante la evidente contaminación que representa la acumulación de plástico en el ecosistema marino-costero, urgen acciones que busquen disminuir su uso, en especial los plásticos de un solo uso. Por ejemplo, es fundamental que se implementen programas de educación ambiental en escuelas y colegios, y a la ciudadanía en general, para generar un mejor manejo de residuos plásticos, en miras a lograr una economía circular en torno a este contaminante. También es fundamental el cumplimiento de legislaciones establecidas al

respecto, por ejemplo, el artículo 1 de la Ley 1 de 19 de enero de 2018, que adopta medidas para promover el uso de bolsas reutilizables en establecimientos comerciales, que establece: “queda prohibido el uso de bolsas de polietileno en los supermercados, autoservicios, almacenes o comercios en general para el transporte de productos o mercaderías” (p.2). De igual forma la Ley 187 de 2 de diciembre de 2020, que regula la reducción y el reemplazo progresivo de los plásticos de un solo uso.

La presente investigación constituyó un primer esfuerzo para abordar la abundancia de MPs en la zona, evidenciándose la presencia de este contaminante en las playas del distrito de Las Tablas. Por lo tanto, debemos empezar a generar conciencia ambiental, aplicando las reglas de las 3R; reducir los plásticos que utilizamos, reutilizar los de sólo uso para crear eco-ladrillos y reciclar aquellos que puedan ser reciclados. Si bien es cierto, el problema generado por el mal descarte de estos polímeros no va a desaparecer a corto plazo, es oportuna la implementación de acciones que busquen evitar que más plásticos lleguen a nuestros ríos, mares y costas.

4. Conclusiones

- Se registra presencia de MPs en playas del distrito de Las Tablas, evidenciándose que la contaminación por MPs es un problema global al que no escapan las playas de la región. No obstante, aún no se ha definido un valor guía que permita contrastar resultados.
- Pese a que la abundancia promedio de MPs en la zona es inferior ($26,9 \text{ ítems/m}^2$) al promedio obtenido en la Bahía de Panamá (47 ítems/m^2), en las giras se observó todo tipo de basura, incluyendo muchos artículos de origen plásticos como lo son botellas, platos y vasos desechables, entre otros, por lo que en años venideros, de no implementarse jornadas de sensibilización, podría aumentar la abundancia de este contaminante en la localidad.
- Se observa una abundancia promedio de MPs significativamente menor en playa El Uverito en referencia a las playas El Estero y Las Comadres. No obstante, al desarrollarse permanentemente actividades turísticas o pesqueras en la zona y

existir hogares a pocos metros de la línea de pleamar, se genera la necesidad de evaluar periódicamente los MPs en playas del distrito de Las Tablas, a fin de determinar si existen cambios espacio- temporales en su abundancia.

- Las formas predominantes de MPs en la zona fueron gomas espumosas (foam), fragmentos y láminas, mientras que los MPs de color blanco fueron los que presentaron mayor abundancia. No obstante, al evidenciarse partículas con muy poco grado de desgaste, en especial goma espumosa, hace sugerir que tiene poca permanencia en el ecosistema marino y que se generan de forma constante o en fuentes cercanas, incluso en la misma playa, por ejemplo, de las neveras portátiles de goma espumosa (foam).
- El presente estudio constituye el primer reporte de la abundancia de MPs en playas del distrito de Las Tablas. Con ello se crea una línea base de conocimientos que permiten una herramienta de análisis para la implementación de estrategias de gestión integral de residuo sólidos, en especial los de origen plástico. De este modo, ante la confirmación de contaminación en las playas del distrito de Las Tablas por MPs se hace imperante la necesidad de desarrollar campañas de concientización en la población, especialmente para niños y jóvenes, para generar cambios que pueden hacer desde sus hogares, en miras a lograr una mejor gestión de desechos sólido.

5. Agradecimientos

Este trabajo de investigación fue desarrollado como parte del programa Proyecto Científicos Escolares 2021-2022. Agradecemos a la Fundación de Centro de Arte y Cultura-EXPLORA. También al personal directivo del colegio Manuel María Tejada Roca por el apoyo en transporte.

Referencias bibliográficas

- Cabrera, D. (2018). *Determinación de la presencia de microplásticos en playas de Tenerife*. [Tesis de pregrado, Universidad de La Laguna Tenerife]. RIULL. <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/8703>
- Castro, S., Barrera, A., González, A., Pinot, A., Vargas, J., Sierra, I. y Huchin, J. (2021). Contaminación y microplásticos en ecosistemas acuáticos. *Jóvenes en la ciencia*, 10, <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/3311>
- De la Torre, G. (2019). Microplásticos en el medio marino: una problemática que abordar. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 15(4), 27–37. https://www.researchgate.net/publication/338263789_Microplasticos_en_el_medio_marino_una_problematika_que_abordar
- Delvalle de Borrero, D. (30 de enero de 2020). Discutiendo Microplásticos. Café Científico – SENACYT. <https://www.senacyt.gob.pa/wp-content/uploads/2020/03/Discutiendo-Micropl%C3%A1sticos-por-Dra.-Denise-Del-Valle.pdf>
- Delvalle, D., Fábrega, J., Olmos, J., Garcés, O., Gurgel, S., Vezzone, M., de Sá, J. y Meigikos, R. (2020). Distribution of plastic debris in the Pacific and Caribbean coasts of Panama. *Air, Soil and Water Research*, 13, 1-8. <https://doi.org/10.1177/1178622120920268>
- Derraik, J. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 44, 842-852. [http://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00220-5](http://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00220-5)
- Díaz, J. y Sarria, K. (2019). Microplásticos en las costas del Pacífico de Nicaragua. *Compromiso Social*, 1 (2), 51-60. <https://doi.org/10.5377/recoso.v1i2.13327>
- Garcés-Ordoñez, O., Espinosa, L., Pereira, R., Barroso, B. y Meigikos, R., (2020). Plastic litter pollution along sandy beaches in the Caribbean and Pacific coast of Colombia. *Environmental pollution*, 267, 1-13. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749120361832>
- Gil, A., Espinosa, M., González, A., Chiari, M., del Rosario, N., Batista, V. y Sierra, M. (2020). Los envases de plástico y su impacto. *Semilla Científica* 1, 268- 279. <https://repositorio.umecit.edu.pa/bitstream/handle/001/4729/Revista-Semilla-Cient%C3%ADfica-269-280%20-%20copia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Herrera, A., Liria, A., Ostiategui, P. y Gómez, M. (2017). Los microplásticos: Amenaza de los ecosistemas marinos. *Okeanos* 5, 12-17. <https://accedcris.ulpgc.es/bitstream/10553/71275/2/microplasticosamenazaecosistemas.pdf>

- Hidalgo, V. y Thiel, M. (2013). Distribution and abundance of small plastic debris on beaches in the SE Pacific (Chile): a study supported by a citizen science project. *Marine Environmental Research*, 87(88), 12–18. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2013.02.015>
- Honorato, D., Kruse, K., Knickmeier, K., Weinmann, A., Hinojosa, I. y Thiel, M. (2019). Inter-hemispherical shoreline surveys of anthropogenic marine debris – a binational citizen science project with schoolchildren. *Marine Pollution Bulletin*, 138, 464–473. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.048>.
- Iannaccone, J., Huyhua, A., Alvariano, L., Valencia, F., Principe, F., Minaya, D., Ortega, J., Argota, G. y Castañeda, L. (2019). Microplásticos en la zona de marea alta y supralitoral de una playa arenosa del litoral costero del Perú. *The Biologist*, 17(2), 335-346. <https://doi.org/10.24039/rtb2019172369>
- Ley 1 de (19 de enero de 2018). *Que adopta medidas para promover el uso de bolsas reutilizables en establecimientos comerciales*. Gaceta Oficial 28448-B de 19 de enero de 2018. https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/28448_B/GacetaNo_28448b_20180119.pdf
- Ley 187 de (2 de diciembre de 2020). *Que regula la reducción y el reemplazo progresivo de los plásticos de un solo uso*. Gaceta Oficial 29532-A de 9 de mayo de 2022. https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/29532_A/91521.pdf
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR. (2017). Protocolo de muestreo y análisis de microplásticos en aguas marinas superficiales, sedimentos de playas y tracto digestivo de peces. Componente 5: Diagnóstico de Microplásticos en zonas costeras de Colombia, Resolución 646 MinAmbiente. Santa Marta. 21p. <https://es.scribd.com/document/431726656/Protocolo-de-Muestreo-y-Analisis-de-Microplasticos-en-Aguas-Marinas-Superficiales-Sedimentos-de-Playas-y-Tracto-Digestivo-de-Peces>
- Jones, J., Guézou, A., Medor, S., Nickson, C., Savage, G., Alarcón-Ruales, D., Galloway, T., Muñoz-Pérez, J., Nelms, S. Porter, A., Thiel, M. y Lewis, C. (2022). Microplastic distribution and composition on two Galápagos island beaches, Ecuador: Verifying the use of citizen science derived data in long-term monitoring. *Environmental Pollution*, 311, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120011>
- Garcés-Ordoñez, O., Espinosa, L., Cardoso, R., Issa Cardozo, B. & Meigikos, R., 2020. Plastic litter pollution along sandy beaches in the Caribbean and Pacific coast of Colombia. *Environmental Pollution*, 267, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115495>

- Mazariegos-Ortíz, C., García-Arroyave, L., Marroquín-Mora, C. y Mendizábal, A. (2021). Contaminación por microplásticos en playas del Pacífico de Guatemala: abundancia y características. *Ciencia, Tecnología y Salud* 8 (2), 260-268. <https://doi.org/10.36829/63CTS.v8i2.904>
- Padilla G., A. (2020). *Microplásticos en el medio ambiente*. [Tesis de pregrado, Universidad de Jaén]. <https://hdl.handle.net/10953.1/12333>
- Purca, S. y Henostroza, A. (2017). Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú. *Revista peruana de biología* 24(1), 101-106. <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i1.12724>
- Sagot, J. (2022). Monitoreo y caracterización de microplásticos en arenas de playas y aguas costeras de Costa Rica. *Revista Internacional de Comunicación y Desarrollo* 4(17), 1-12. <https://doi.org/10.15304/ricd.4.17.8807>
- Sarria-Villa, R. y Gallo-Corredor, J. (2016). La gran problemática ambiental de los residuos plásticos: Microplásticos. *Journal de Ciencia e Ingeniería* 8 (1), 21-27. <https://jci.uniautonomo.edu.co/2016/2016-3.pdf>
- Tambutti, M. y Gómez, J. (2022). Panorama de los océanos, los mares y los recursos marinos en América Latina y el Caribe: conservación, desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/47737>
- Thompson, R., Moore, C., vom Saal, F. y Swan, S. (2009). Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364, 2153–2166 <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0053>
- Vásquez-Molano, D., Molina, A., y Duque, G. (2021). Distribución espacial y aumento a través del tiempo de microplásticos en sedimentos de la Bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 50(1), 27-42. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2021.50.1.1021>