

Evaluación de microplásticos en playas de la costa Norte de La Habana, Cuba

Microplastics assessment on beaches along the north coast of Havana, Cuba

DOI: 10.53499/sfjeasv5n2-002

Received in: May 02nd, 2025

Accepted in: Jun 15th, 2025

María Karla Gutiérrez Chica

Estudiante de licenciatura en Biología
Facultad de Biología, Universidad de La Habana (UH)
La Habana. Cuba
E-mail: mariakarlagutierrezchica@gmail.com

Zaila G. Rojas Carballé

María Karla Gutiérrez Chica, Zaila G. Rojas Carballé,
Estudiante de licenciatura en Biología
Facultad de Biología, Universidad de La Habana (UH)
La Habana. Cuba
E-mail: zailarojas04@gmail.com

Gustavo Arencibia-Carballo

Doctor en Ciencias e Investigador Titular
Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP)
La Habana. Cuba
E-mail: garen04@gmail.com

Miguel Ángel López Fernández

Licenciado en Educación Media en el Área de Educación Física
Dirección General de Educación Tecnológica Industrial y de Servicios Centro de Bachillerato Tecnológico industrial y de Servicios No. 95 “Gral. Salvador Alvarado Rubio”
Yucatán. México
E-mail: miguel_lopez45@hotmail.com

María Del Carmen Ordóñez Murillo

Licenciatura en Ciencias Computacionales y Maestría en Educación
Dirección General de Educación Tecnológica Industrial y de Servicios Centro de Bachillerato Tecnológico industrial y de Servicios No. 95 “Gral. Salvador Alvarado Rubio”
Yucatán. México
E-mail: carmen_ordonez26@hotmail.com

RESUMEN

Los estudios sobre microplásticos han adquirido gran importancia en los últimos años debido a su impacto ecológico. En Cuba se realizó un primer trabajo sobre estos contaminantes en la bahía de Cienfuegos en el año 2020 abriendo el camino a otras investigaciones. El objetivo de este trabajo es evaluar la presencia de microplásticos en las playas de Cojímar y Bacuranao y valorar de manera preliminar su posible impacto sobre los ecosistemas. Ambas playas se ubican al norte de la provincia de La Habana, Cuba. Cojímar fue seleccionada por su importancia como punto de pesca tanto recreativa como comercial y Bacuranao por su alta actividad turística y recreativa. Para la colecta de las muestras se utilizó el método establecido por REMARCO, con un total de 5 muestras y 5 réplicas. Se obtuvieron densidades entre los valores $0.00003748 \text{ g/cm}^3$ y $0.00025096 \text{ g/cm}^3$.

Palabras clave: contaminación, microplásticos, playa, impacto ecológico.

ABSTRACT

Microplastic research has gained significant importance in recent years due to its ecological impact. In Cuba, a pioneering study on these contaminants was conducted in Cienfuegos Bay in 2020, paving the way for further investigations. The objective of this work is to evaluate the presence of microplastics on Cojímar and Bacuranao beaches and preliminarily evaluate their potential impact on ecosystems. Both beaches are located in northern Havana province. Cojímar was selected for its importance as a recreational and commercial fishing site, while Bacuranao was chosen due to its high tourist and recreational activity. For sample collection, the REMARCO method was employed, with a total of 5 samples and 5 replicates for each beach. Densities were obtained ranging from $0.00003748 \text{ g/cm}^3$ to 0.0002509 g/cm^3 .

Keywords: pollution, microplastics, beach, ecological impact.

1 INTRODUCCION

Ya desde mucho tiempo, se viene tratando el tema de la contaminación por plásticos (Arencibia Carballo, 2008), y que conste nadie niega las ventajas de la industria del plástico y de lo práctico o lo agradable de las bolsas sintéticas, pero cuando hay grandes males debe haber grandes soluciones.

Los plásticos debido a su durabilidad y bajo costo de producción, forman parte de la vida diaria del hombre. Estos son materiales a base de polímeros cuyas propiedades son mejoradas al combinarse con otros productos (Ponce *et al.*, 2023). Su forma original son los nurdles, o pellets, que se manufacturan y distribuyen alrededor del mundo y que luego son convertidos en el resto de productos plásticos de uso común (Tunnell *et al.*, 2020).

No obstante se señala que en América Latina, las investigaciones sobre el tema microplásticos representan el 4.8 % con relación a la producción científica mundial (Salgado, 2025), lo cual señala la importancia de incrementar estos estudios en la región del Caribe.

Aunque la capacidad de reciclado de este polímero se ha duplicado en los últimos años, el 10 % de los plásticos que se producen entran a los océanos y constituyen entre el 80-85 % de los desechos marinos. Algunos estimados sugieren que el 92 % de estos desechos son microplásticos (MPs) (Kavya, Sundarrajan y Ramakrishna, 2020).

Los MPs fueron descritos a inicios de siglo como una colección de restos de partículas plásticas diminutas o microscópicas menores a 5 mm. Según sus orígenes pueden clasificarse como primarios o secundarios. (Vázquez Morillas *et al.*, 2020).

Según el reporte publicado por *The First Sentier MUFGE Sustainable Investment Institute* en el año 2020, los MPs primarios son producidos e introducidos al medio como fuente de contaminación a escala microscópica, con fines industriales, mientras que los secundarios son el resultado de la fragmentación o degradación de macroplásticos.

El pequeño tamaño de los MPs hace posible su interacción con la biota a diferentes niveles tróficos. Su presencia en distintos hábitats provoca que un amplio rango de organismos sea vulnerable a la ingestión de estos. Potencialmente, los MPs pueden ser transferidos a organismos de niveles tróficos superiores a través de la cadena alimenticia. Los contaminantes tóxicos a los que se asocian pueden causar daños a los organismos marinos y al hombre a través de la bioacumulación y biomagnificación (Wang *et al.*, 2016).

Los MPs constituyen un riesgo ambiental cuyo estudio ha ido ganando importancia en los últimos años. La presencia de estos en los mares constituye un riesgo para los ecosistemas marinos, cuyos daños se cifran de forma conservadora en los 13 billones de dólares anuales (Wang *et al.*, 2016). Esto hace necesario profundizar en la investigación del problema, no solo para conocer su impacto en la vida marina y ecosistemas relacionados sino para desarrollar soluciones que permitan revertir el problema y sus causas.

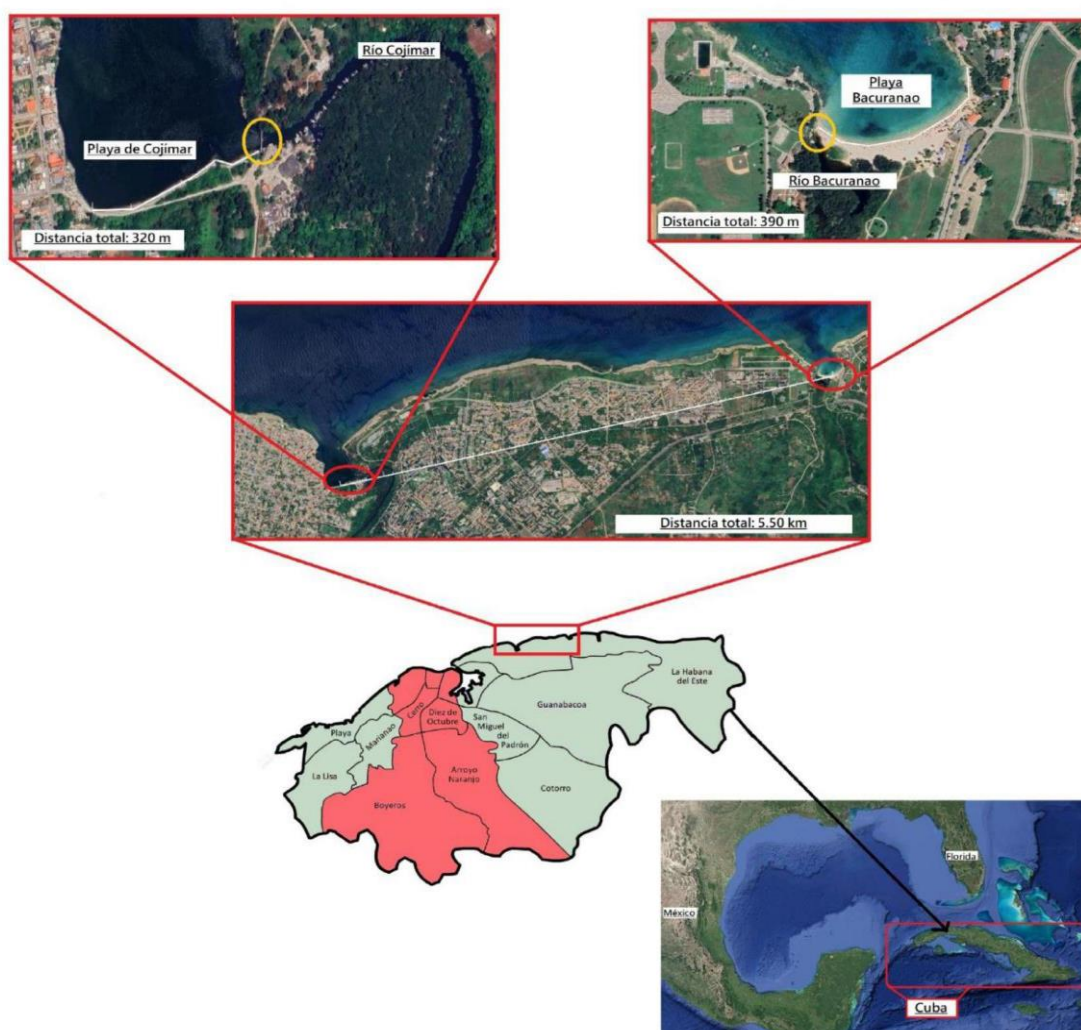
En Cuba son novedosos los trabajos con microplásticos y solo se han realizado investigaciones en la bahía de Cienfuegos (Chamero, Hernández, & Lago, 2020) para demostrar la existencia de estas partículas, de ahí la importancia de continuar trabajando este tema en el país, en particular no solo con su presencia sino con los daños que ocasiona en la fauna marina.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la presencia de microplásticos en dos ecosistemas de playas arenosas, para evaluar de forma preliminar su presencia y posibles impactos sobre la fauna de la zona.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Las zonas escogidas para el estudio fueron las playas Cojimar ($23^{\circ}09'47''\text{N}$ y $-82^{\circ}17'38''\text{O}$) y Bacuranao ($23^{\circ}10'36''\text{N}$ y $82^{\circ}14'45''\text{O}$) (Figura 1) ambas en el municipio Habana del Este, en la costa norte de la provincia La Habana. Fueron seleccionadas por su importante actividad pesquera y recreativa, además de presentar una fauna marina y terrestre que incluye especies de importancia tanto ecológica como económica. Se encuentran ubicadas a 5.50 km entre sí y cuentan con la desembocadura de los ríos Cojimar y Bacuranao respectivamente (Figura 1).

Figura 1.- Zonas de muestreo, a la izquierda playa del poblado Cojimar, a la derecha playa Bacuranao. Desembocaduras del río Cojimar y del río Bacuranao encerradas en círculos amarillos.



La playa de Cojímar se extiende alrededor de 320 m, con una geografía variada de zonas arenosas y zonas rocosas. En la bahía del poblado, desemboca el río Cojímar y afecta de forma directa al ecosistema playero. Por otro lado la playa Bacuranao cuenta con 390 m de extensión con arenas blancas y en ella desemboca directamente el río Bacuranao. Las dos playas pueden verse afectadas negativamente por la desembocadura de estos ríos que arrastran consigo la contaminación de otras partes de la ciudad, incluyendo aguas residuales, desechos agrícolas e industriales y sedimentos.

Ambas playas presentan una notable actividad antropogénica proveniente de los poblados cercanos y de los puntos comerciales. En Cojímar destaca la presencia de una base pesquera estatal junto a la desembocadura del río y la cercanía de restaurantes y cafeterías locales, mientras que Bacuranao tiene en la propia playa puntos de comercio de comestibles.

Figura 2.- Asentamientos cercanos a las playas con influencia antropogénica sobre estas.



Con fin de diseñar correctamente los muestreos y ampliar la información previa al estudio, el equipo completó una importante labor de preparación antes de los muestreos. Se hicieron 3 reuniones plenarias con los participantes y el tutor, de preparación teórica en aras de diseñar la investigación y se participó en el Taller de Microplásticos realizado en el Acuario Nacional en el contexto del XII Congreso de las Ciencias del Mar, Mar Cuba 2024.

Dentro de este evento además se hizo contacto con miembros del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CEAC) y se observaron presentaciones relacionadas al tema de los microplásticos que brindaron información complementaria. Todo dentro del marco de una preparación y entrenamiento en la temática.

El diseño inicial de los muestreos incluyó Cojímar debido a su actividad recreativa de hace 20 años atrás y a la información obtenida de forma previa a la visita al lugar. Una vez allí se concluyó descartarla puesto a las grandes cantidades de desechos encontrados

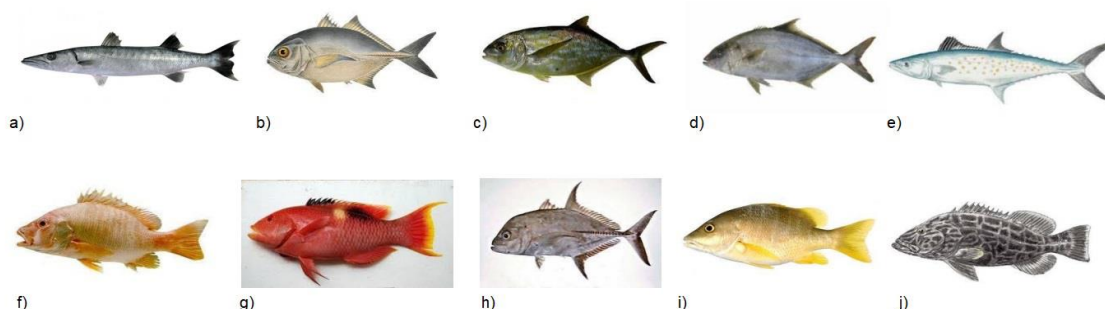
que hacen de la playa una zona altamente contaminada, que puede llamarse un vertedero, ante lo cual la contaminación en el área por MPs y macroplásticos, es evidente y difícil de cuantificar de forma correcta para el tiempo del que se dispuso.

Figura 3.- Desechos encontrados en Cojímar durante el muestreo.



Los pescadores locales de Cojímar brindaron información sobre especies de peces capturados habitualmente con fines comerciales y de consumo propio en el área, a pesar de la contaminación encontrada. Esas especies citadas fueron: la picúa (*Sphyraena barracuda*) el gallego (*Caranx latus*), el cibí amarillo (*C. bartholomaci*), el coronado, (*Seriola rivoliana*), el serrucho (*Scomberomorus maculatus*), el pargo jocú (*Lutjanus jocu*), especies pertenecientes al género *Bodianus* conocidas como pez perro, la tiñosa (*C. lugubris*), el cají (*L. apodus*) y el aguací (*Mycteroperca bonaci*).

Figura 4.- Especies capturadas en Cojímar con interés comercial y/o de consumo personal: a) *Sphyraena barracuda*, b) *Caranx latus*, c) *C. bartholomaci*, d) *Seriola rivoliana*, e) *Scomberomorus maculatus*, f) *Lutjanus jocu*, g) *Bodianus sp.*, h) *C. lugubris*, i) *L. apodus*, j) *Mycteroperca bonaci*.



Dichas especies al ser pescadas fuera del ámbito estatal reglamentado según época y prohibiciones, no pasan por un control de calidad y dada la contaminación de las aguas, representan un peligro potencial para la salud de los pobladores de Cojímar y

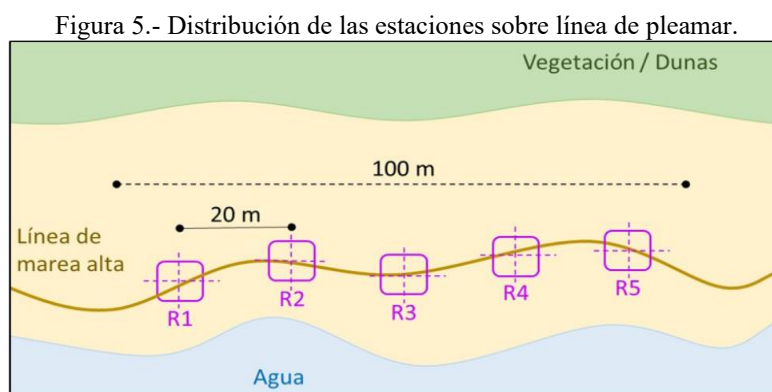
consumidores de otras localidades. Se pudo observar que la pesca recreativa local tiene presencia durante todo el año sin respetar vedas o legislaciones actuales de pesca como la de especies potencialmente tóxicas a Ciguatera (MIP, 1996). También se observó la pesca de otras especies de los géneros *Haemulon* (roncos), *Lutjanus* (pargos en este caso), *Sparisoma* (loro) y *Centropomus* (robalos) (Thomas *et al.*, 2024).

De las especies mencionadas se seleccionará una con alto valor comercial para la revisión de contenidos estomacales.

El muestreo en Bacuranao se realizó siguiendo el protocolo propuesto por REMARCO (Vázquez Morillas *et al.*, 2020) y aplicado también por el CEAC, modificando algunos aspectos con el fin de ajustarlo a nuestras necesidades y objetivos. Se empleó un cuadrante de 50 x 50 cm en lugar de 1 x 1 m, y para reducir el sesgo de la práctica se tomaron réplicas de cada muestra a continuación de la primera muestra y siguiendo un transecto perpendicular a la línea de costa.

Se realizó un solo muestreo el día 6 de octubre de 2024 a las 3:30 p.m., 11 días, después del paso de la tormenta tropical Helene, que provocó fuertes vientos y abundantes lluvias alterando las condiciones de las zonas a trabajar. Hay que considerar que las lluvias pudieron arrastrar parte de los microplásticos y macroplásticos hacia el mar, lo que incide sobre los resultados, por lo queda pendiente realizar más muestreos de las áreas para aumentar los datos, y lograr información representativa del ecosistema a evaluar.

Fueron analizados 100 m de playa arenosa comenzando cerca del río, acercándose a la zona del punto de comercio y de mayor concentración de personas a medida que se avanzó. Se colocaron 5 estaciones ubicadas sobre la línea de pleamar a 5 m del agua, de forma no aleatoria, con 20 m entre sí medidos con lienza. Se obtuvo un total de 5 muestras y 5 réplicas en cada estación.



Inicialmente se colocó el cuadrado de madera de 50 cm x 50 cm, con el cual se marcó el área para tomar las muestras y las estaciones. La arena se recogió utilizándose espátulas pequeñas a 1 cm de profundidad aproximadamente, colocándose en una olla metálica (Figura 6).

Toda la arena fue traspasada para bolsas de nylon blancas donde se pesaron con pesa digital. Posteriormente fue vertida en cubos plásticos para realizar los enjuagues con agua de mar previamente filtrada. Se realizaron dos enjuagues durante los cuales se retiraron los restos visiblemente mayores a 1 cm y se pasó el agua a través de una malla de fitopláncton de 75 μ m colocada sobre un colador (Figura 6).

Figura 6.- Procedimiento del muestreo y objetos empleados. a) Cuadro de madera 50 x 50 cm. b) Toma de las muestras de arena. c) Pesa digital y muestras de arena siendo pesadas en las bolsas de nylon. d) Enjuague y filtrado de la arena.



Los restos atrapados en la malla fueron recogidos con una cuchara metálica y colocados en sobres de nylon transparente donde se nombraron con rotulador permanente negro. Fueron descartados los posibles restos de MPs que pudieron quedar sin flotar y aquellos con un tamaño superior a 1 cm y menores de 0.3 mm, como parte del método estandarizado comparable con otros estudios (Evaluación de partículas de microplásticos (0,3-5 mm) en playas arenosas de Cuba, por Marco Antonio García Varens, sin publicar).

Las muestras finales fueron trasladadas al laboratorio del Instituto de Ciencias del Mar de Cuba (ICIMAR) el día 8 de octubre para su secado. Se dejaron secar durante 24 h a 35°C en la estufa colocadas dentro de cápsulas de cerámica sobre bandejas metálicas. Antes de pesarlas se realizó una limpieza bajo microscopio óptico donde se extrajeron restos visiblemente superiores a los 5 mm. Luego se pesaron en pesas analíticas y finalmente fueron colocadas en frascos de cristal (Figura 7). Durante el manejo en el laboratorio, las muestras eran transportadas de la estufa a la pesa analítica dentro de una desecadora para evitar que absorbieran humedad del ambiente.

Figura 7.- Frascos de cristal usados como envase final de las muestras.



Durante el muestreo se tomaron 5 muestras de agua superficiales a 1 m de profundidad para ampliar las matrices analizadas en la continuación del trabajo.

3 RESULTADOS

Los pesos obtenidos *in situ* para las muestras de arena, fueron semejantes a largo de los 100 m analizados, con un máximo para la réplica de la muestra 1 (1b) con 2567.3 g y un mínimo para la réplica de la muestra 2 (2b) de 1542.2 g.

Tabla 1.- Pesos para las muestras de arena.

Muestra/Réplica	Peso (g)
1a	2127.3
1b	2567.3*
2a	2540.1
2b	1542.2*
3a	2186.3
3b	2340.5
4a	2503.8
4b	2150.0
5a	2508.3
5b	2204.5
Total	22670.3
Promedio	22670.3

Tabla 2.- Pesos obtenidos para las muestras secadas en el laboratorio.

Muestra/Réplica	Peso (g)		Peso neto (g)
	Cápsula Vacía	Cápsula con Muestra seca	
1a	18.7092	18.9656	0.2564
1b	20.1335	20.3280	0.1945
2a	17.7894	17.9353	0.0459
2b	18.8049	18.9090	0.1041
3a	21.9056	22.1102	0.2046

3b	18.6434	18.7371	0.0937*
4a	19.6881	19.9095	0.2214
4b	17.8404	18.4550	0.6146
5a	40.9158	41.5432	0.6274*
5b	40.1778	40.5665	0.3887
Total	234.6081	237.4594	2.8513
Promedio	234.6081	23.74594	0.28513

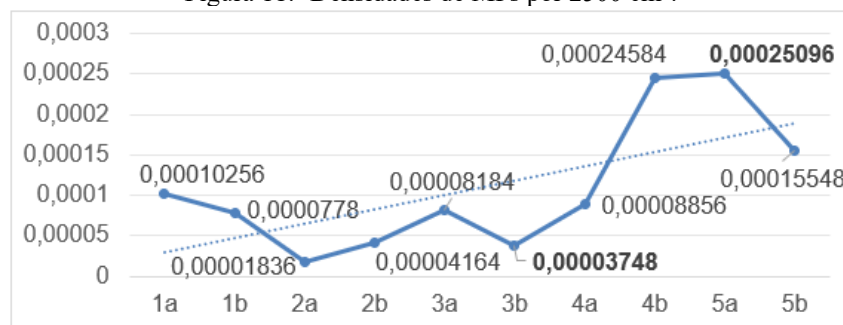
Los pesos de las muestras, una vez secadas en el laboratorio, mostraron un aumento significativo en las estaciones 4b y 5a donde había mayor concentración de personas. Las muestras tomadas cerca de la desembocadura del río (1 y 2) no mostraron diferencias notables al resto salvo de las muestras 4 y 5.

Las densidades fueron calculadas a partir del peso neto de las muestras y el volumen del cuadrado de madera utilizado para enmarcar la estación de trabajo. Al igual que los pesos netos anteriores, las mayores densidades se encontraron para las muestras de mayor masa: 4b y 5a, confirmando que la acumulación de microplásticos es mayor para ese área, que se encuentra entre los 50 - 75 m, dentro de los 100 m estudiados.

Tabla 3.- Densidad de MPs por cada estación.

Muestra/Réplica	Peso neto (g)	Densidades de MP por 2500 cm ³ (g/cm ³)
1a	0.2564	0.00010256
1b	0.1945	0.0000778
2a	0.0459	0.00001836
2b	0.1041	0.00004164
3a	0.2046	0.00008184
3b	0.0937*	0.00003748*
4a	0.2214	0.00008856
4b	0.6146	0.00024584
5a	0.6274*	0.00025096*
5b	0.3887	0.00015548
Promedio	0.28513	0.00012902

Figura 11.- Densidades de MPs por 2500 cm³.



El gráfico refleja una tendencia de aumento hacia la zona de mayor actividad antrópica.

Se realizó búsqueda de nurdles alrededor de la playa, pero no se encontraron restos de estos, ni en la zona, ni en las muestras llevadas al laboratorio.

Además de microplásticos, se apreciaron restos sólidos de mayor tamaño esparcidos por la playa y en la superficie del agua. El equipo durante el muestreo completó una pequeña tarea de limpieza de estos residuos, quedando amontonados para extraerlos del área.

Figura 12.- Residuos sólidos recogidos en áreas de muestreo de playa Bacuranao.



Todos estos son resultados preliminares que pretenden enfocar futuras investigaciones para medir con mayor certeza cuál es el efecto real que tienen los microplásticos en los ecosistemas playeros de Cuba.

4 DISCUSIÓN

La valoración de microplásticos en playas ha sido estudiado por diferentes autores (Ranatunga, Wijetunge y Karunarathna, 2021; Torrez-Pérez *et al.*, 2021), y su importancia desde el punto de vista ecológico es que permite dar una valoración de cuan afectadas están las especies marinas de todo el hábitat de este ecosistema debido a este contaminante, que tiene estudios en la literatura científica que demuestran su impacto desfavorable en la trama trófica de los ecosistemas marinos (Boerger, *et al.*, 2015).

Confirmar la presencia de microplásticos en Bacuranao resulta alarmante ante la diversidad de organismos que recurren a estas para alimentarse, como aves, crustáceos y peces. Se necesita realizar exámenes de restos estomacales y/o fecales para afirmar que los microplásticos estén insertadas en las redes tróficas del ecosistema.

A pesar de ponerle alto interés a la presencia nurdles, se manifestó la ausencia total de los mismos tanto en las muestras analizadas en el laboratorio, como en las playas, todo lo cual reafirman los resultados que la organización Nurdle Patrol ofrece en su

página web, donde aparecen mapas actualizados con los reportes que se realizan tras cada monitoreo de estas partículas (Figura 13).

Figura 13.- Tomada de www.nurdlepatrol.org



La presencia de los microplásticos en esta zona de playa, puede reflejarse sobre el ecosistema. La ingesta de estos desechos puede provocar la muerte del organismo por desnutrición o por la acumulación de contaminantes químicos. Estos últimos, así como las partículas de MPs, se bioacumulan pudiendo llegar al hombre a través de los alimentos. La acumulación de químicos en tejidos de animales, como los pepinos de mar, fue planteado por Erin Graham en 2009 (Graham y Thompson, 2009).

Otro estudio realizado en 2008, planteó que la presencia de estos residuos en la arena altera las características de esta, como su permeabilidad y temperatura, afectando los huevos de especies ovopositoras dependientes de estos sustratos, como cangrejos y tortugas (Carson, Colbert, Kaylor y McDermid, 2008).

También se han reportado casos de aves con cantidades significativas de microplásticos en sus estómagos, aunque para ellas la mayor incidencia que se registra es para el consumo de pellets (Lusher, 2015). En Cuba es frecuente ver al gorrión común (*Passer domesticus*) en las zonas de playa, y aunque no hay estudios en el país que lo confirmen, puede ser víctima potencial de los microplásticos, así como el tinguillo (*Charadrius vociferans*) que ha sido igualmente reportado en playa Bacuranao.

Los microplásticos, así como los desechos plásticos de mayor tamaño, terminan concentrándose en las aguas cuando llegan a estas por la acción del viento, el arrastre de las lluvias y la intervención humana. Una vez aquí, pueden juntarse y formar balsas donde

sirven de base para la proliferación de microorganismos. Pueden además ser colonizados por virus patógenos y bacterias que representan un posible peligro para la salud del ecosistema (Lusher, 2015).

Aunque a nivel mundial se han realizado investigaciones sobre el impacto de los microplásticos y su distribución (Moore, 2008; Thompson *et al.*, 2004) en Cuba se dificultan estos estudios debido a la falta de recursos y a la novedad del tema en la isla.

5 CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos y la utilización del método de REMARCO se confirman la contaminación de microplásticos en la zona.
- La playa de Cojímar es un área altamente contaminada donde se vierten los desechos arrastrados por el río Cojímar así como los de los pobladores.
- Los resultados mostraron una variación de homogeneidad hacia la zona de mayor concentración de personas.
- La ausencia de nurdles como forma original del microplástico confirma los resultados de otros controles realizados al norte de La Habana.
- La comparación de los resultados obtenidos con en la literatura evidencia q existe un riesgo potencial en la trama trófica.

Recomendaciones

Sumar a los análisis el procesamiento de las muestras de agua, y el muestreo de otra playa con relevancia ecológica, pesquera o recreativa, así como la revisión de restos estomacales de peces y crustáceos capturados en las zonas estudiadas, para verificar la entrada de los MPs a la red trófica y realizar la clasificación de los microplásticos encontrados según su naturaleza.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigaciones Pesqueras y al ICIMAR por permitir que se realizara en procesamiento de las muestras en sus laboratorios y su colaboración para la realización del trabajo.

Al investigador Dr. Jace Tunnell por donar los frascos de cristal utilizados para almacenar las muestras después de secadas y por toda la información ofrecida durante el Taller de Microplásticos en que se participó.

REFERENCIAS

- Arencibia Carballo, G. (2008). La contaminación plástica: un problema galopante. 2008, Acalán Revista de la Universidad Autónoma del Carmen.
- Boerger, C. M., Lattin, G., Moore, Sh. L., Moore, CH. J. (2010). Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. *Marine Pollution Bulletin*, 2275 - 2278.
- Carson, H., Colbert, S., Kaylor, M. y McDermid, K. (2008). Small plastic debris changes water movement and heat transfer through beach sediments. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 1708–1713.
- Chamero, A. G., Hernández, C. M. A., & Lago, D. C. (2020). Primera evidencia de microplásticos en la bahía de Cienfuegos. Cuba. *Ecosistemas*, 29(3), 2085-2085.
- Coyle, R., Hardiman, G., & O’Driscoll, K. (2020). Microplastics in the marine environment: A review of their sources, distribution processes, uptake and exchange in ecosystems. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 2, 100010.
- Davidson, P., Asch R. (2011) Plastic ingestion by mesopelagic fishes in the North Pacific Subtropical Gyre. *Marine Ecology Progress Series*, 170, 432: 173–180.
- First Sentier MUFG Sustainable Investment Institute. (2020). Microplastic pollution: the causes, consequences and issues for investors. Recuperado de <https://www.firstsentier-mufg-sustainability.com/research/microplastics-05-2020.html>
- Graham, E. y Thompson, J. (2009). Deposit- and suspension-feeding sea cucumbers (Echinodermata) ingest plastic fragments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 368, 22–29.
- Kavya, A. N. L., Sundarrajan, S., & Ramakrishna, S. (2020). Identification and characterization of micro-plastics in the marine environment: A mini review. *Marine Pollution Bulletin*, 160, 111704.
- Lusher, A. (2015). Microplastics in the marine environment: distribution, interactions and effects. *Marine anthropogenic litter*, 245-307.
- MIP. (1996). Resolución No. 457/96. Ministerio de la Industria Pesquera. Gaceta Oficial de la República. 4 p.
- Moore, J. (2008) Synthetic polymers in the marine environment: A rapidly increasing, long-term threat. *Environmental Research*, 108, 131–139.
- Ponce, D. G., Velazco, K. P., Vargas, N. A., Gabriel, B., & Galindo, G. (2023). Presencia de microplásticos en pescados aptos para consumo humano, agua y playas de la bahía de Santa Lucia, Acapulco, México. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 4(1), 239–250. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.241>.
- Ranatunga, R. R. M. K. P., Wijetunge, D. S., & Karunarathna, K. P. R. (2021). Microplastics in beach sand and potential contamination of planktivorous fish *Sardinella gibbosa* inhabiting in coastal waters of Negombo, Sri Lanka. *Sri Lanka Journal of Aquatic Sciences*, 26(1).

Salgado, L. (2025). Cuando los microplásticos en los ríos empiezan a ser una preocupación. **Scidev.Net** <https://www.elespectador.com/ambiente/cuando-los-microplasticos-en-los-rios-empiezan-a-ser-una-preocupacion/>

Thomas Sánchez, R., Dellundé Granja, D., Martínez Milanés, A., Ocano Busía, C. A., Pis Ramírez, M. A., Arencibia Carballo, G. (2024). Conocimiento de la ciguatera en los municipios costeros de La Habana, Cuba.

Thompson, Richard & Olsen, Ylva & Mitchell, Richard & Davis, Anthony & Rowland, Steven & John, Anthony & Mcgonigle, D.F. & Russell, Andrea. (2004). Lost at Sea: Where Is All the Plastic?. *Science* (New York, N.Y.). 304. 838. 10.1126/science.1094559.

Torrez-Pérez, K., Cervantes, O., Reys-Gomez, J., & Olivos, A. (2021). Clasificación de microplásticos en playas de Colima y Jalisco, México. *Revista costas*, 2, 199-222. <https://doi.org/10.25267/Costas.2021.v2.i3.0903>

Tunnell, J. W., Dunning, K. H., Scheef, L. P., Swanson, K. M. (2020). Measuring plastic pellet (nurdle) abundance on shorelines throughout the Gulf of Mexico using citizen scientists: Establishing a platform for policy-relevant research. *Marine Pollution Bulletin*, 151, 110194.

Vázquez Morillas, A., Cruz Salas, A. Alvarez Zeferino, J., Rosado Piña, V., Beltrán Villavicencio, M., Mendoza Sánchez, M., Espinosa Valdemar, R., Velasco Pérez, M. (2020) Manual para el monitoreo de microplásticos en playas de arena. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/343322519>.

Wang, J., Tan, Z., Peng, J., Qiu, Q., & Li, M. (2016). The behaviors of microplastics in the marine environment. *Marine Environmental Research*, 113, 7-17.