



CUANTIFICACIÓN DE MICROPLÁSTICOS EN PLAYA XAHUAYXOL, QUINTANA ROO, MÉXICO

Flores Castillo Laura Patricia, Acevedo Cahuich Anel Del Rocío, Guevara Franco José Luis, Ávila Reveles Juan Carlos, Canche Uuh José Alfonso, **Oropeza García Norma Angélica**.

Universidad Autónoma del estado de Quintana Roo, Boulevard Bahía S/N esq. I- Comonfort, Col. del Bosque, Chetumal, Quintana Roo.

paflores@ugroo.edu.mx, Anelacev40@gmail.com, profjoseluisguevara@gmail.com,
juancavi@ugroo.edu.mx, canalfo@ugroo.edu.mx, noropeza@ugroo.edu.mx

Resumen

Los microplásticos son considerados como contaminantes emergentes debido a su amplia distribución en el medio marino y terrestre. En este artículo se describe el análisis de la presencia de microplásticos en sedimentos de la playa Xahuayxol Quintana Roo, México aplicando los métodos de separación por densidad (flotación) y granulometría. La información disponible es variada y se carece de metodología estandarizada para el muestreo, extracción e identificación de microplásticos, sin embargo, este trabajo demuestra la presencia de microplásticos en los sedimentos de la playa Xahuayxol Quintana Roo.

Palabras Clave: *microplásticos, contaminación marina, plásticos en sedimentos.*

Abstract

Microplastics are considered as emerging pollutants due to their wide distribution in the marine and terrestrial environment. This article describes the analysis of the presence of microplastic in Xahuayxol Quintana Roo beach sediments, applying the methods of separation by density (flotation) and granulometry. The available information is varied and there is a lack of standardized methodology for the sampling, extraction and identification of microplastics, however, this work demonstrates the presence of microplastics on the sediments of the beach Xahuayxol Quintana Roo México.

Keywords: *Microplastics, Marine pollution, Plastics in sediments.*

Introducción

Los plásticos son polímeros orgánicos sintéticos derivados del petróleo, constituyen un material altamente masificado en la sociedad actual. Su uso en una infinidad de productos hace muy difícil imaginar el mundo tal cual sin su existencia. El gran éxito que los plásticos han tenido en la sociedad se debe a una gran versatilidad de usos y formas, llegando incluso a remplazar algunos materiales clásicos como el vidrio, el papel o el metal. Además pueden ser usados a altas temperaturas, son resistentes, livianos y de bajo costo (Andrady A., 2011). Su producción global actual sobrepasa los 300 millones de toneladas por año el 40% está destinado a envases de un solo uso y se vierten 8 millones de toneladas al año del cual el 10% acaba en los océanos, si la tendencia de producción y

consumo continúa, se estima que se alcancen los 2.000 millones de toneladas para 2050. (Halden, Plastic and health risks, 2010). (Harold, 2005)

Durante las últimas décadas el aumento del consumo del plástico ha aumentado su producción en mayor cantidad, se ha vuelto un material indispensable para el ser humano debido a su versatilidad que han mostrado para ser práctico en diversos ámbitos. Llegando incluso a reemplazar algunos materiales como el vidrio, el papel o metal.

Es importante destacar que este uso tan extendido de materiales plásticos ha traído consigo una gran cantidad de residuos que se pueden acumular tanto en medios terrestres como acuáticos si no son tratados de forma



adecuada (Jambeck J. R., 2015). El tema de los residuos plásticos en el océano ha sido un tema muy polémico. Estos residuos están expuestos a la acción de diversos factores naturales como la incidencia de los rayos solares, lluvias, vientos y mareas que dan lugar a procesos de fragmentación, generando pequeñas partículas de plásticos. Dichas partículas son denominadas microplásticos cuando presentan tamaños inferiores a 5 mm y nano-plásticos cuando sus dimensiones están comprendidas por debajo de 100 nm (Silva A. B.-S., 2018). Así mismo, el manejo inapropiado de sus residuos, cuya tasa de recuperación no llega a exceder el 5%, los frecuentes derrames como consecuencia de indebidas prácticas de transporte, especialmente a nivel marítimo, contribuyen a que se incrementen las probabilidades de que estos desechos lleguen a alcanzar el ambiente marino, representando un riesgo físico y toxicológico para gran variedad de especies.

Estas micropartículas ya han sido encontradas en todo el medio marino. Como consecuencia de las mareas, los microplásticos llegan y se acumulan en la arena de las playas, constituyendo un problema de contaminación importante, especialmente en áreas protegidas (Cabrera, Determinación de la presencia de microplásticos en playas de Tenerife , 2009). Estos micropartículas se han convertido en una amenaza para el funcionamiento biótico de los diferentes ecosistemas alrededor del mundo al acumularse en la superficie oceánica, en razón a su poca densidad, se convierten en áreas de sustrato para el establecimiento de una gran variedad de organismos, como briozoarios, balanos, gusanos poliquetos, hidroideos y moluscos, constituyéndose en un medio mucho más efectivo para la diseminación de especies no nativas, que los cascos de los barcos o las aguas de balastro (Barnes, 2005) poniendo en peligro la biodiversidad marina (Moore, 2008).

Como destino final, una proporción importante de estas resinas es generalmente depositada en las playas, en donde debido a combinación de factores, entre ellos la acción del clima, sufren procesos de oxidación de manera

acelerada (Andrady A. 2.-1., 2011). El traslado en los océanos y mares de los micro fragmentos de plásticos, supone a las corrientes oceánicas como principales vías de influencia, así como la fricción del viento sobre las moléculas superficiales y los gradientes de las corrientes que determinan la diferencia de densidades, manteniendo los plásticos menos densos en la superficie y dejando perecer los de mayor densidad. En México, se estimó un consumo anual de plástico de 49 kg por habitante en el 2005, de los cuales más de un millón de toneladas se convirtieron en desecho (Segura et al, 2007).

A pesar de la creciente conciencia del problema de la contaminación por plástico, estos materiales continúan produciéndose, consumiéndose y desechándose a un ritmo alarmante, provocando graves problemas para la biosfera ya que los plásticos pueden absorber y transportar contaminantes o pueden ser tóxicos por sí mismos, afectando gravemente a la naturaleza (Rochman, 2013).

Objetivos

Objetivo particular

Determinar la cantidad de microplásticos en la arena de la zona costera de playa Xahuayxol, Quintana Roo.

Objetivo específico

Realizar la cuantificación de microplásticos presentes en los sedimentos superficiales en 3 puntos de muestreo de la playa y realizar un análisis dependiendo su tamaño y características.

Metodología

La playa Xahuayxol, se encuentra ubicado entre Mahahual y Xcalak en el estado de Quintana Roo al sur de México, cerca de Chetumal haciendo frontera con Belice. Su nombre quiere decir "El jardín de piedra" debido al segundo arrecife de coral más grande el mundo que atraviesa la costa maya, tiene una población aproximada de 500 habitantes, se encuentra en las coordenadas latitud 18°30'30"N.87°45' 33"W, la cual se encuentra a nivel del mar.

La metodología desarrollada en este trabajo incluye tres etapas: recolección de microplásticos, clasificación de los mismos de acuerdo al tipo de plástico y determinación del peso por tipo de plástico y peso total. El procedimiento analítico aplicado es el método de flotación o separación por densidad modificado por Thompson et al 2004, así como McMullen, 2004, seguido de filtración en membrana de microcelulosa, inspección visual y retiro de piezas de plástico usando pinzas del sedimento, observación bajo un estereoscopio en el laboratorio para estimar su estructura, su superficie y el tamaño del diámetro en su caso. De forma alterna se realizó análisis granulométrico para la separación de los plásticos en el sedimento.

Resultados y discusión

Los resultados de esta investigación incluyen el recuento de los microplásticos presentes en la playa Xahuayxol, en Quintana, Roo, en el mes de mayo, entre la época seca y de lluvia. Se presenta poca asociación con restos vegetales a excepción de la estación 3 que viene acompañada de una gran cantidad de residuos vegetales y macroplásticos. En mayo, 2019 se encontró un total de 209 microplásticos.

Las tres primeras tablas por método de flotación, identificadas por estación presentan los tipos de plástico, número de partículas, medida retenida y peso al igual que las 3 tablas siguientes por el método de granulometría.

Se observa que el fragmento con más peso (macroplástico) fue la de 20 mm en los diferentes casos.

Fragmentos de plástico duro mayores a 2mm fueron encontrados playa Xahuayxol y representan el 60% de cada estación.

Fragmentos de plástico duro mayores a 2mm fueron encontrados playa Xahuayxol y representan el 60% de cada estación.

La composición según el tipo de plástico de la playa Xahuayxol por método de flotación para la estación 1: 55.88% plástico duro, 35.29% película, 2.94% fibra, 5.88% estireno (Tabla 1). Estación 2: 2.22% pellet, 60% plástico duro, 28.88% película, 4.44 % fibra, 4.44 % estireno (Tabla 2). Estación 3: 71.11% plástico duro, 26.66% película, Fibra 2.22% (Tabla 3).

Por el método de granulometría se obtuvo para la estación 1: 57.14% plástico duro, 19.04% película, 4.76% estireno (Tabla 4). Estación 2: 73.68% plástico duro, 15.78% película, 10.52% Fibra (Tabla 5). Estación 3: 15.55% pellet, 48.88% plástico duro, 31.11% película, 2.22% fibra, 2.22% estireno (Tabla 6).

Clasificación de acuerdo al tipo de plástico, medida y peso.

Tabla 6. Tipos de plástico encontrados en playa de la costa de Xahuayxol, estación 1

Tipos de plástico	N° Partículas	Medida (mm)	Peso (g)
Plástico duro fragmento	19	>2 <5	1.783
Películas o capa	12	>3 <	1.653
Fibra filamentos	1	4	1.649
Estireno (tecnopor)	2	5	1.651
Total	34		6.736

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2, Tipos de plástico encontrados en playa de la costa de Xahuayxol, estación 2.

Tipos de plástico	N° Partículas	Medida (mm)	Peso (g)
Pellet	1	3	1.721
Plástico duro	27	>2 <5	1.885
Capa	13	>3 <5	1.720
Fibra	2	>5 <6	1.708
Estireno (tecnopor)	2	>3 <6	1.715
Total	45		8.749

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Tipos de plástico encontrados en playa de la costa de Xahuayxol, estación 3.

Tipos de plástico (E 3)	N° Partículas	Medida (mm)	Peso (g)
Plástico duro	32	>1 <5	1.722
Capa	12	>1 <6	1.611
Fibra	1	2	1.599
Estireno (tecnopor)			
Total	45		4.932

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Tipos de plástico encontrados en playa de la costa de Xahuayxol, estación 1.

Tipos de plástico (E 1)	N° Partículas	Medida (mm)	Peso (g)
Plástico duro o fragmento	12	>2 <5	1.781
Películas o capa	4	>3 <5	1.632
Fibra o filamentos	4	5	1.640
Estireno (tecnopor)	1	5	1.632
Total	21		6.685

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Tipos de plástico encontrados en playa de la costa de Xahuayxol, estación 2.

Tipos de plástico	N° Partículas	Medida (mm)	Peso (g)
Plástico duro o fragmento	14	>2 a <5	1.834
Películas o capa	3	4	1.662
Fibra o filamentos	2	5	1.674
Estireno (tecnopor)			1.656
Total	19		6.826

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Tipos de plástico encontrados en playa de la costa de xahuayxol, estación 3.

Tipos de plástico	N° Partículas	Medida (mm)	Peso (g)
Gránulo o pellet	7	>2 <4	1.768
Plástico duro o fragmento	22	>2 <5	1.904
Películas o capa	14	>2 <5	1.675
Fibra o filamentos	1	5	1.654
Estireno (tecnopor)	1	4	1.656
Total	45		8.657

Fuente: Elaboración propia

Relación peso/ área

Se obtiene la relación para determinar cuántos gramos de plástico por cada metro cuadrado de playa, en este caso se tomó arena de un cuadrado de 50cm x 50 cm a lo que es equivalente .5m x .5m que vendrían siendo .25m el área, posteriormente se divide entre la cantidad obtenida en gramos por tipo de plástico y al final se hizo con la cantidad total por estación y metodología empleada.

$$\text{Gramos por metro de playa} = \frac{\text{gramos}}{\text{Area}} = \text{gr/m}^2$$

Tabla 7. Gramos por metro de playa, estación 1.

Tipos de plástico	Peso (g/m ²)
Plástico duro o fragmento	7.132
Películas o capa	6.612
Fibra o filamentos	6.596
Estireno (tecnopor)	6.604
Total	26.944

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 8. Gramos por metro de playa, estación 2.**

Tipos de plástico	Peso (g)
Gránulo o pellet	6.884
Plástico duro o fragmento	7.54
Películas o capa	6.88
Fibra o filamentos	6.832
Estireno (tecnopor)	6.86
Total	34.996

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Gramos por metro de playa, estación 3.

Tipos de plástico	Peso (g/m ²)
Plástico duro o fragmento	6.888
Películas o capa	6.44
Fibra o filamentos	6.396
Total	19.728

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Gramos por metro de playa estación 1.

Tipos de plástico	Peso (g/m ²)
Plástico duro o fragmento	7.124
Películas o capa	6.528
Fibra o filamentos	6.56
Estireno (tecnopor)	6.528
Total	26.74

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Gramos por metro de playa, estación 2.

Tipos de plástico	Peso (g/m ²)
Plástico duro o fragmento	7.336
Películas o capa	6.648
Fibra o filamentos	6.696
Estireno (tecnopor)	6.624
Total	27.304

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Gramos por metro de playa, estación 3.

Tipos de plástico	Peso (g/m ²)
Gránulo o pellet	7.072
Plástico duro o fragmento	7.616
Películas o capa	6.7
Fibra o filamentos	6.616
Estireno (tecnopor)	6.624
Total	35.428

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede observar que existe la presencia de microplásticos en los sedimentos de la playa Xahuayxol Quintana Roo.

La búsqueda bibliográfica nos muestra la variedad de métodos y técnicas empleadas para el muestreo y extracción de microplásticos en arena de playa. Es complicado llevar a cabo una comparación debido a que no existe una normativa para la determinación de microplásticos en arena o sedimentos por lo que queda clara la necesidad de estandarizar las metodologías de muestreo, extracción y



análisis de microplásticos en sedimentos, así como en otras matrices para poder permitir el análisis y comparación de diferentes sitios.

La problemática de los plásticos como contaminante se debe abordar desde lo general hasta lo complejo, desde la generación hasta la disposición, incluyendo las normativas ambientales y la regulación tanto en el consumo como en el post consumo.

Ante la presencia de microplásticos en arena o sedimentos de la playa Xahuayxol, es evidente la presencia de los mismos en la columna de agua marina y muy probablemente en la zona béntica, representando un peligro emergente para el ambiente, para los organismos y para la salud humana.

Referencias bibliográficas

- Andrady, A. (2011). *Microplastics in the marine environment* *Mar. Poll. Bull.*, 1596–1605.
- Barnes, D. M. (2005). *Drifting plastic and its consequences for sessile organism dispersal in the Atlantic Ocean.* *Mar. Biol.*, 815-825.
- Cabrera, D. (2009). *Determinación de la presencia de microplásticos en playas de Tenerife.*
- Harold. (2005). *microplasticos. the times*, 22-24.
- Jambeck, J. R. (2015, Junio 23). Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, *Marine pollution, plastic waste*

inputs from land into the ocean. Retrieved from Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., ... Law, K. L. (2015). *Marine pollution.* *Science:* <https://doi.org/10.1126/science>.

McMullen, T.L. 2004. *Quantitative analysis of small-plastic debris on beaches in the Hawaiian archipelago.* *Marine Pollution Bulletin* 48: 790-794

Moore, C. (2008). *Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat.* *Environ. Res.* , 131-139.

Rochman, C. M. (2013, Junio 4). *Classify plastic waste as hazardous.* Retrieved from *Nature:* <https://doi.org/10.1038/494169a>

Segura et al, D. R. (2007). *Contaminación ambiental y bacterias productoras de plásticos biodegradable.* *Biotecnología* , 361-371.

Silva, A. B.-S. (2018). *Microplastics in the environment: Challenges in analytical chemistry . A review,* *Analytica Chimica Acta*, 1-19.

Thompson, R.C.; Olsen, Y.; Mitchell, R.P.; Davis, A.; Rowland, S.J.; John, A.W.G.; McGonigle, D.; Russell, A.E. 2004. *Lost at Sea: Where Is All the Plastic?* *Science* 304: 838.

Alcock S. J. and Branston L. (2000) *SENSPOL: Sensors for Monitoring Water Pollution from Contaminated Land, Landfills and Sediment.* <http://www.cranfield.ac.uk/biotech/senspol/> (accessed 22 July 2005)



Juntos transformemos
Yucatán
GOBIERNO DEL ESTADO



UADY
UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN

10° Congreso Interamericano de Residuos Sólidos AIDIS/DIRSA y 6to Congreso Nacional AMICA

“HACIA CIUDADES CERO RESIDUOS”

MEMORIAS

*Mérida, Yucatán, México
Del 1 al 3 de noviembre 2023*

ISBN: 978-85-93571-15-2



10° Congreso Interamericano de Residuos Sólidos AIDIS/DIRSA y 6to Congreso Nacional AMICA

“HACIA CIUDADES CERO RESIDUOS”

Editores de Memorias:

Dra. María del Carmen Ponce Caballero

Dr. José Ramón Laines Canepa

Mérida, Yucatán, México

Del 1 al 3 de noviembre de 2023

ISBN: 978-85-93571-15-2

**COMITÉ ORGANIZADOR DEL
10° CONGRESO INTERAMERICANO DE RESIDUOS SÓLIDOS
AIDIS/DIRSA Y 6TO CONGRESO NACIONAL AMICA**

Presidente del 10° Congreso de Residuos

M.B.A. Mauricio Vila Dosal - Gobernador Constitucional del Estado de Yucatán

Rector de la Universidad Autónoma de Yucatán

M. en C. Carlos Alberto Estrada Pinto

Presidente de AIDIS

Ing. José Luis Inglese

Presidente de AMICA

Dra. María del Carmen Ponce Caballero

Director DIRSA

Ing. Marcos Alegre

Directora General del Congreso

Dra. Pilar Tello Espinoza

Director Técnico del Congreso DIRSA y Congreso AMICA

Ing. Rosario Castro / Ing. Nicolás Cordero

Coordinadores de Reunión de Universidades y Centros de Investigación:

Dra. Vania Sheneder / Dr. Ramón Laines Canepa

Coordinadores de Reunión de Autoridades

Dra. Pilar Tello / M.I.A. Sayda Melina Rodríguez Gómez

Coordinación de logística:

Dr. Virgilio Góngora Echeverría

Coordinador de visitas técnicas

M.G.A. Diana Pérez Jaumá

Coordinador de Actividades Sociales:

Dr. Carlos Quintal Franco/ M.G.S.T. Michell Reyes Múgica

Coordinador de la EXPODIRSA

Ing. Lenin Villalba /M.I.A. Gabriela Reza Bacelis

Programa Institucional UADY Sustentable

Dra. Diana Cabañas Vargas



Diagnóstico de las deficiencias en la disposición final de los residuos sólidos municipales en el Perú – OEFA 2022. *Autores: Rado Arenas Daniel Enrique, Huaman Cruz Ericson Benigno, Chevarría Hospinal Ruth Genoveva, De La Cruz Callupe Iván Mario, Milla Hernández Alberto Diógenes, Vásquez Bocanegra Lizbet Andrea, Zegarra Sánchez Giovanna Catherine, Donayre Espinoza Rosa María*..... 110

.....

Gestión integral de residuos sólidos en Universidad de Monterrey: primera etapa hacia una institución educativa cero residuos. *Autores: Cardoza Cedillo Leslie Denisse, Peña Laureano Mariana Elizabeth, Paredes Figueroa María Guadalupe, Alfredo Nanni César*..... 120

TEMA 2: ECONOMÍA CIRCULAR..... **126**

Barranco de ensueño: construyendo un futuro sin residuos. *Autores: Jessica Armida Vargas Gómez, Martha Orieta Fidel Smoll, Katherine Vanessa Espinoza Sulca*..... 127

La circularidad de los alimentos: no más residuos. *Autor: Alberto Huiman Cruz.*..... 134

Evaluación económica de residuos de sistemas fotovoltaicos para una economía circular. *Autores: Hernández-López Daniela-Abigail, Marisela Ix-Chel Vega de Lille, Rasikh Tariq, Amina El Mekaoui..* 148

Cierre de basurales a cielo abierto. Situación y perspectiva regional. *Autor: Mario R. Berent*..... 154

TEMA 3: WASTE TO ENERGY..... **160**

Biodegradabilidad del bagazo de Agave duranguensis utilizado para generar biocombustibles. *Autores: Ma. del Refugio Hernández López, Blanca Estela Barragán Huerta, Iván Moreno Andrade, Juan Manuel Viguera Cortés, Marco Antonio Garzón Zúñiga*..... 161

Generación de biometano a partir del aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos para el transporte público ligero en la zona metropolitana de Monterrey. *Autores: Elizabeth Villarreal Lerma Andrea, Alejandra Rodríguez Ramírez, Rodrigo Casas Muñoz, Carlos Escamilla-Alvarado, María Guadalupe Paredes Figueroa*..... 168

Sinergia residuos sólidos – energía: potencial energético de residuos sólidos en Ecuador. *Autores: Diego Esteban Teca Gavilanes, Luis Vicente Aldeán Morales, Radharani Dasi Alzate Luna*..... 174

Pirólisis de cascarilla de palma de aceite, para la obtención de productos de valor agregado. *Autores: Nathaly Alejandra Díaz Molina, José Aurelio Sosa Olivier, José Ramón Laines Canepa, Raúl Deyoses Pérez Chan, Donato Antonio Figueiras Jaramillo.* 182

Potencial de macroalgas invasivas del caribe mexicano como sustrato para producir hidrógeno biológico. *Autores: Edgar A. Córdova Méndez, Carlos Quintal-Franco, Iván Moreno-Andrade, Marco A. Garzón-Zúñiga, Carmen Ponce-Caballero*..... 188

TEMA 4: RESIDUOS MARINOS..... **195**

Cuantificación de microplásticos en playa Xahuayxol, Quintana Roo, México. *Autores: Laura Patricia Flores Castillo, Anel Del Rocío Acevedo Cahuich, José Luis Guevara Franco, Juan Carlos Ávila Reveles, José Alfonso Canche Uuh, Norma Angélica Oropeza García* 196

