



## DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE MICROPLÁSTICOS EN AGUA SUPERFICIAL EN LA CUENCA DEL RÍO GUANAJUATO

Zayín Itáí Antonio Galicia<sup>a\*</sup>, Germán Cuevas Rodríguez<sup>b</sup>, Juan Pablo Huchin Mian<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Biología. Universidad de Guanajuato. Noria Alta. Guanajuato, Gto. 36050 México.

<sup>b</sup> Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Universidad de Guanajuato. Av. Juárez 77, CP 36000 Guanajuato, Gto, México. \*zi.antonio Galicia@ugto.mx

### Resumen

Los microplásticos (MPs) son piezas de plástico menores a 5 mm. La concentración e impacto de los MPs en los ecosistemas acuáticos están incrementado con el paso del tiempo ocasionando problemas a las especies que en ellos habitan. En México, existen pocos estudios sobre los MPs en los ecosistemas riverieños. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue cuantificar la abundancia y distribución de MPs en muestras de agua superficial a lo largo de la cuenca del Río Guanajuato. La cuenca se dividió en tres zonas tomando en consideración la altitud: 1) Cuenca Alta, es la zona con mayor altitud y escaso desarrollo urbano; 2) Cuenca Media, está ubicada en una zona de alta urbanización; y 3) Cuenca Baja, incluye la desembocadura del río y el Área Natural Protegida “Presa La Purísima”. Los puntos de muestreo se ubicaron a lo largo de toda la cuenca (n=17). En cada punto, se tomaron muestras de 1 L de agua superficial por triplicado. Las muestras fueron digeridas con 80 ml de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 70°C durante 30 min. Se encontró que las muestras recolectadas en la cuenca media presentaron la mayor abundancia de MPs (n= 9560), seguido por las muestras recolectadas en la cuenca baja (n= 550), y alta (n= 919). Los MPs tipo filamento representaron el 66.9% (n= 6876), mientras que el restante estuvo conformado por MPs tipo fragmento, esferas y film. La alta abundancia de MPs en la Cuenca Media se explica por la alta urbanización que existe en el área de influencia ya que son sus habitantes, los principales generadores de este tipo de contaminantes.

**Palabras clave:** Microplásticos, Urbanización, Contaminación, Abundancia, Espacialidad.



## SPATIAL AND TEMPORAL DISTRIBUTION OF MICROPLASTICS IN SURFACE WATER AT GUANAJUATO RIVER

### Abstract

Microplastics (MPs) are pieces of plastic smaller than 5 mm. The concentration and impact of MPs in aquatic ecosystems are increasing over time, causing problems for the species that inhabit them. In Mexico, there are few studies on MPs in river ecosystems. Therefore, the aim of this work was to quantify the abundance and distribution of MPs in surface water samples throughout the Guanajuato River basin. The basin was divided into three zones taking altitude into consideration: 1) Cuenca Alta, is the zone with the highest altitude and little urban development; 2) Cuenca Media, is located in a highly urbanized area; and 3) Lower Basin, includes the mouth of the river and the Protected Natural Area “Presa La Purísima”. The sampling points were located throughout the entire basin (n=17). At each point, 1 L surface water samples were taken in triplicate. The samples were digested with 80 ml of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> at 70°C for 30 min. It was found that the samples collected in the middle basin presented the highest abundance of MPs (n= 9560), followed by the samples collected in the lower basin (n= 550), and high (n= 919). Filament-type PMs accounted for 66.9% (n= 6876), while the remainder was made up of fragment, sphere, and film-type PMs. The high abundance of PMs in the Middle Basin is explained by the high urbanization that exists in the area, since its inhabitants are the main generators of this type of pollutant.

**Keywords:** Microplastics, Urbanization, Pollution, Abundance, Spatiality.

### 1. Introducción

La contaminación por plásticos se ha convertido en un problema ambiental con efectos nocivos en la salud (Wagner y Lambert, 2018). Entre 1950 y 2017 se produjo un total de 9.2 mil millones de toneladas de plástico. La mayor proporción consiste en productos y empaques de un solo uso (Yeo y col., 2018). Estos son elaborados principalmente de polietileno (PE), polipropileno (PP), cloruro de polivinilo (PVC) y tereftalato de polietileno (PET) (Kukulka y col., 2012). Al

transcurrir el tiempo, los plásticos se fragmentan en partículas de menor tamaño llamados microplásticos (MPs).

Los MPs son cualquier fragmento o piezas de plástico de pequeño tamaño, menor a 5 mm (Anderson y col., 2016). Los microplásticos pueden ser de dos tipos: el primero, MPs primarios, estos son utilizados como ingredientes de los productos de cuidado personal, como los exfoliantes corporales, pasta de dientes,



cosméticos. El segundo, los MPs secundarios, estos son originados por la degradación o fragmentación de plásticos de mayor tamaño (Jiang y col., 2020).

A la fecha, la mayoría de los estudios de MPs están enfocados en sistemas marinos y existen pocos estudios en los ecosistemas ribereños. Estos son hábitats que conectan a los sistemas terrestres y los acuáticos (Moreno-Jiménez y col., 2017). Espacialmente estos ambientes incluyen el cauce del río hasta su desembocadura a cuerpos de agua más grandes (Hilty y Merenlender, 2004).

Los ríos son ecosistemas importantes para el transporte de MPs. Esto se debe a que los plásticos se transportan a través de las cuencas hidrográficas (Lebreton y col., 2017). Las principales fuentes de MPs son las aguas residuales domésticas e industriales, las escorrentía y las plantas de tratamiento aguas residuales (PTAR) (Boyle y Örmeci, 2020). Aunque estas últimas son una estrategia para remover plásticos que provienen de los ríos, algunos estudios demostraron que las PTAR no retienen todos los MPs en las etapas de tratamiento (Bretas Alvim y col., 2020; Cristaldi y col., 2020) y son liberadas directamente a los ríos, dando como resultado la retención de MPs en embalses, como las presas (Sarkar y col., 2019).

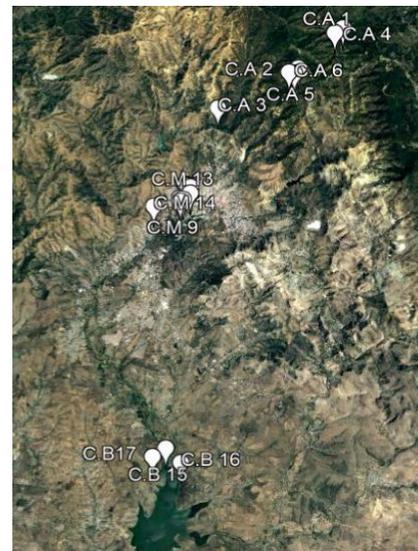
La disponibilidad de los MPs en los ecosistemas acuáticos puede afectar la salud y calidad de vida de las especies que habitan en ellos (Windsor y

col., 2019). Además, la abundancia de MPs en los ríos, indican una urgencia para realizar estudios sistemáticos respecto a las posibles fuentes y el transporte de MPs. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue cuantificar la distribución espacial y temporal de los MPs en muestras de agua superficial en la cuenca del río Guanajuato, ubicado en la capital del estado del mismo nombre, así como caracterizar los principales tipos de MPs presentes en este ecosistema dulceacuícola.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1. Sitios de muestreo

La sección del río Guanajuato que se origina de la cuenca del río Lerma- Chapala, se localiza en el municipio de Guanajuato, Guanajuato (INEGI, 1998). Para este estudio, la cuenca se dividió en tres zonas tomando en consideración su altitud (**Figura 1**).



**Figura 1.** Sitios de muestreo a lo largo de la cuenca del río Guanajuato.



Cuenca Alta: zona con mayor altitud y más alejada de la población, ubicada en la localidad de Santa Rosa de Lima; Cuenca Media: se encuentra en la zona centro de la ciudad y es la parte con mayor urbanización; finalmente la Cuenca Baja: donde se incluyen la desembocadura del río hasta la Presa “La Purísima”, localizada en zona con menor altitud.

Se colectaron muestras de 1 L de agua superficial por triplicado en los 17 sitios a lo largo de la cuenca del río Guanajuato durante la temporada de secas; incluyendo muestras de agua de la planta de tratamiento de aguas residuales, ubicada en el centro de la ciudad de Guanajuato.

## 2.2. Aislamiento de microplásticos

El aislamiento de los MPs se llevó a cabo siguiendo el protocolo modificado de Li y col. (2019) el cual permite eliminar la materia orgánica de las muestras de agua. La digestión de las muestras se realizó agregando 80 ml de peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) al 30% a cada litro de agua, posteriormente se procedió a calentar la muestra a  $70^\circ C$  por 30 minutos, con agitación constante. Posteriormente, las muestras digeridas se filtraron a través de filtros de celulosa, con ayuda de una bomba de vacío, con el objeto de retener y aislar a los MPs.

## 2.3. Caracterización de microplásticos

Los MPs se distinguen de otros materiales en función de las características morfológicas y físicas externas, esto dependerá de las características del tipo de polímero del cual se encuentren fabricados (Cheung, y col., 2016). La caracterización (tamaño, color y forma) de los MPs retenidos se llevó a cabo con un microscopio estereoscópico. Los resultados obtenidos fueron registrados en una base de datos para su posterior análisis.

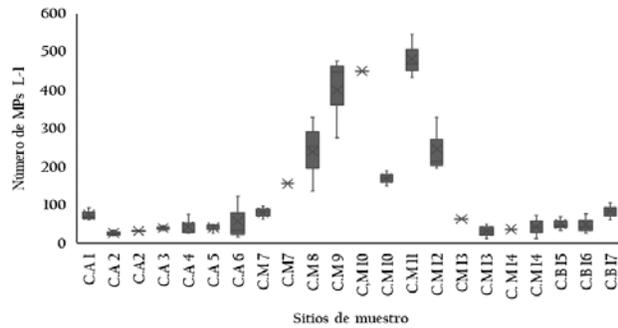
## 3. Resultados

Se encontraron MPs en todas las muestras de agua recolectadas en los 17 sitios de muestreo (**Figura 2**). También se observó una abundancia variable a lo largo de toda la cuenca. La cuenca media presentó la mayor abundancia de MPs ( $n= 9560$ ). Esta cuenca se ubica en ciudad de Guanajuato, la cual se caracteriza por tener un alto número de habitantes. La segunda cuenca con mayor abundancia de MPs fue la cuenca baja ( $n= 919$ ) esta comprende la desembocadura del río hasta la Presa “La Purísima”, mientras que la cuenca con menor número de MPs fue la cuenca alta ( $n= 550$ ) donde se ubica el municipio de Santa Rosa de Lima, sitio con poca urbanización (**Figura 2**). Los MPs tipo filamento representaron el 66.9% ( $n= 6876$ ) del total, mientras que el restante estuvo conformado por MPs tipo fragmento, esferas y film (**Figura 3**).

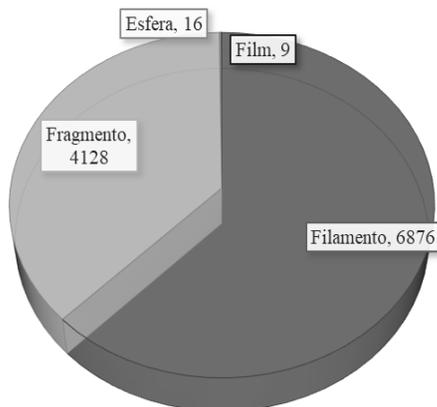
En cuanto a las medidas de los MPs se registró variabilidad en los tamaños de los MPs



analizados, el tamaño promedio mas pequeño lo presentaron los MPs tipo fragmento y fue de 68.79  $\mu\text{m}$  (Tabla 1).



**Figura 2.** Se cuantificó la abundancia de MPs encontrados en muestras de agua superficial en las diferentes zonas de la cuenca del río Guanajuato. C.A= Cuenca Alta, C.M= Cuenca Media, y C.B= Cuenca Baja.



**Figura 3.** Tipos de MPs identificados en muestras de agua superficial en la cuenca del río Guanajuato.

**Tabla 1.** Tamaño promedio de los MPs encontrados en agua superficial en la cuenca del río Guanajuato.

Cuenca	Filamento ( $\mu\text{m}$ ) Media $\pm$ DE	Fragmento ( $\mu\text{m}$ )
Alta	916.54 $\pm$ 1020.18	68.79 $\pm$ 186.64
Media	815.45 $\pm$ 910.67	216.34 $\pm$ 340.43
Baja	1198.46 $\pm$ 1000.66	

Los resultados de este trabajo muestran que la variabilidad, en agua superficial, de la abundancia y tamaño de microplásticos fueron similares a los reportados en otros estudios (Schmidt y col., 2018; Eo y col., 2019; Ding y col., 2019). Las morfologías de los MPs encontrados, podrían sugerir un posible origen. Por ejemplo, las microesferas provienen principalmente de productos cosméticos y los filamentos son de origen textil. La morfología de los microplásticos aunado a la identificación de los polímeros de que están hechos puede contribuir a entender sus posible efectos ambientales. Los microplásticos tipo filamento son los más comunes de encontrar en muestras de agua superficial, esto se debe probablemente a la gran cantidad de fibras presentes en las aguas residuales domésticas generadas durante el lavado de ropa. Algunos estudios reportan una elevada aportación de fibras sintéticas durante el lavado de ropa (Browne y col., 2011). Por otro lado, si las Plantas para Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) se aplicara tratamiento terciario se podría eliminar más del 98% de MPs presentes en las aguas residuales municipales (Murphy y col., 2016). Sin embargo, existe cierta

#### 4. Discusión



liberación de partículas plásticas en las descargas de aguas residuales tratadas, lo cual confirma que las (PTAR) no retienen el 100% de los MPs que entran al proceso de tratamiento. Lo anterior se pudo observar en los resultados de esta investigación, debido a que se detectaron partículas plásticas de diferentes tamaños en muestras obtenidas en la descarga directa de agua tratada hacia al río Guanajuato.

### 5. Conclusión

La contaminación por MPs en ecosistemas ribereños es común, pero aún no existen muchos estudios sobre la abundancia y distribución de estos polímeros en ecosistemas dulceacuícolas. Por lo tanto, este estudio brinda una línea base de la abundancia de MPs en la cuenca del Río Guanajuato. Además, los resultados de este estudio revelaron que la mayor concentración de MPs se localizó en la cuenca media, que es una zona con alto nivel poblacional; mientras que la cuenca alta registró el menor número de MPs. Mientras que las muestras de agua obtenidas de la PTAR indican que muchas de las partículas plásticas quedan retenidas en este complejo, pero al momento de liberar el agua previamente tratada, aún se pudo observar MPs de diferentes medidas, en su mayoría del tipo filamento, que en su mayoría son de color negro.

Nuestros resultados sugiere realizar más estudios en la cuenca del Río Guanajuato para entender los efectos de MPs en la biota de este ecosistema, así

como buscar y plantear medidas para su control e impacto.

### Referencias

- Anderson, J.C., Park, B.J. & Palace, V.P. (2016). Microplastics in aquatic environments: Implications for Canadian ecosystems, *Environmental Pollution*, 218, pp. 269–280.
- Boyle, K. & Örmeci, B. (2020). Microplastics and Nanoplastics in the Freshwater and Terrestrial Environment: A Review, *Water*, 12(9), p. 2633.
- Bretas Alvim, C., Mendoza-Roca, J.A. & Bes-Piá, A. (2020). Wastewater treatment plant as microplastics release source – Quantification and identification techniques, *Journal of Environmental Management*, 255, p. 109739.
- Browne, M.A. *et al.* (2011). Accumulation of Microplastic on Shorelines Worldwide: Sources and Sinks, *Environmental Science & Technology*, 45(21), pp. 9175–9179.
- Cheung, P.K., Cheung, L.T.O. & Fok, L. (2016). Seasonal variation in the abundance of marine plastic debris in the estuary of a subtropical macro-scale drainage basin in South China, *Science of The Total Environment*, 562, pp. 658–665.



- Cristaldi, A. *et al.* (2020). Efficiency of Wastewater Treatment Plants (WWTPs) for Microplastic Removal: A Systematic Review, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), p. 8014.
- Ding, L. *et al.* (2019). Microplastics in surface waters and sediments of the Wei River, in the northwest of China, *Science of The Total Environment*, 667, pp. 427–434.
- Eo, S. *et al.* (2019). Spatiotemporal distribution and annual load of microplastics in the Nakdong River, South Korea, *Water Research*, 160, pp. 228–237.
- INEGI, 1998. Estudio hidrológico del estado de Guanajuato. Instituto Nacional de Estadística, p. 113.
- Hilty, J.A. & Merenlender, A.M. (2004). Use of Riparian Corridors and Vineyards by Mammalian Predators in Northern California, *Conservation Biology*, 18(1), pp. 126–135.
- Jiang, B. *et al.* (2020). Health impacts of environmental contamination of micro- and nanoplastics: a review, *Environmental Health and Preventive Medicine*, 25(1), p. 29.
- Kukulka, T. *et al.* (2012). The effect of wind mixing on the vertical distribution of buoyant plastic debris: wind effects on plastic marine debris, *Geophysical Research Letters*, 39(7), p. n/a-n/a.
- Lebreton, L.C.M. *et al.* (2017). River plastic emissions to the world's oceans, *Nature Communications*, 8(1), p. 15611.
- Li, Y. *et al.* (2019). Interactions between nano/micro plastics and suspended sediment in water: Implications on aggregation and settling, *Water Research*, 161, pp. 486–495.
- Moreno-Jiménez, V. *et al.* (2017). Relación de vegetación ribereña y propiedades del suelo en un afluente del río Tacotalpa, Tabasco, México, *Madera y Bosques*, 23(1).
- Murphy, F. *et al.* (2016). Wastewater Treatment Works (WwTW) as a Source of Microplastics in the Aquatic Environment, *Environmental Science & Technology*, 50(11), pp. 5800–5808.
- Sarkar, D.J. *et al.* (2019). Spatial distribution of meso and microplastics in the sediments of river Ganga at eastern India, *Science of The Total Environment*, 694, p. 133712.
- Schmidt, L.K. *et al.* (2018). Multi-temporal surveys for microplastic particles enabled by a novel and fast application of SWIR imaging spectroscopy – Study of an urban watercourse traversing the city of Berlin, Germany, *Environmental Pollution*, 239, pp. 579–589.
- Singh, R.P., Mishra, S. & Das, A.P. (2020). Synthetic microfibers: Pollution toxicity and remediation, *Chemosphere*, 257, p. 127199.



Wagner, M. & Lambert, S. (eds) (2018).  
Freshwater Microplastics: Emerging  
Environmental Contaminants? Cham: Springer  
International Publishing (The Handbook of  
Environmental Chemistry).

Windsor, F.M. *et al.* (2019). A catchment -scale  
perspective of plastic pollution, *Global Change  
Biology*, 25(4), pp. 1207–1221.

Yeo, J.C.C. *et al.* (2018). Recent advances in the  
development of biodegradable PHB-based  
toughening materials: Approaches, advantages  
and applications, *Materials Science and  
Engineering: C*, 92, pp. 1092–1116.