



Metales pesados en **microplásticos** y efectos tóxicos

Estudio en el pez *Oreochromis mossambicus* y
evaluación espacial de la
cuenca del río Guanajuato.

Hugo Abraham Hernández Villanueva,
Juan Pablo Huchin Mian
Guadalupe Falcón Millán
María del Pilar González Muñoz



El auge global de los polímeros

La producción de plástico ha escalado de 2 millones de toneladas en 1950 a más de 400 millones en 2024. Menos del 10% se recicla efectivamente.

- Degradación: Acción solar, abrasión física y procesos térmicos.
- Fragmentación: Microplásticos (MPs) primarios y secundarios.
- Persistencia: Resistencia extrema en ecosistemas dulceacuícolas.

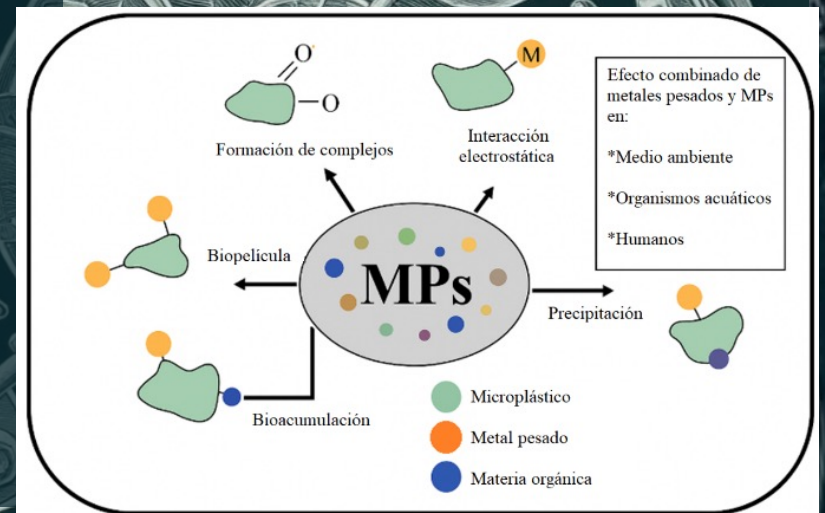
"Los MPs no son solo contaminantes físicos; son vectores químicos complejos."



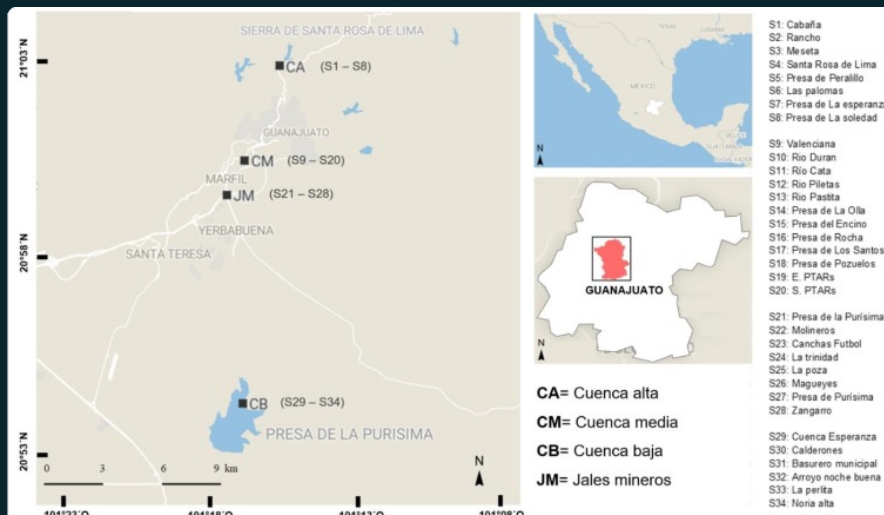
Vectores de contaminación química

Los MPs adsorben metales pesados (Pb, Cu, Zn, Cr, Cd) mediante mecanismos fisicoquímicos:

- Interacciones electrostáticas por cargas superficiales.
- Complejación con grupos funcionales polares.
- Formación de biopelículas que facilitan la unión.



Cuenca del Río Guanajuato



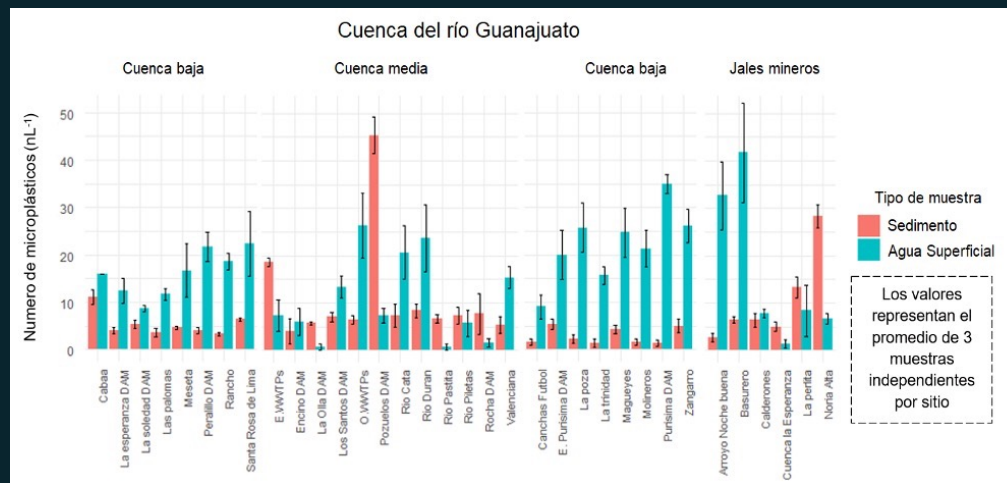
34 sitios de muestreo clasificados por gradiente altitudinal e impacto antrópico:

- Cuenca Alta: Sierra de Santa Rosa (2500 m s.n.m.).
- Cuenca Media: Tramo urbano y descargas directas.
- Cuenca Baja: Presa La Purísima.
- Zona de Jales: Influencia de minería histórica.

Protocolo de análisis analítico

- Aislamiento: Digestión oxidativa (H_2O_2) y tamizado.
- Identificación: Microscopía RAMAN y estereoscópica.
- Cuantificación Metálica: Digestión ácida e ICP-OES.

Distribución **espacial** heterogénea



Máxima abundancia: Zona de Jales (Agua)

Máxima abundancia: Cuenca Media (Sedimento)

Morfología y **diversidad** visual

El 66.7% de las partículas fueron filamentos, seguidos de fragmentos (29.7%).

- Filamentos: Predominantes en agua (>75%), mayor movilidad.
- Fragmentos: Dominantes en sedimento, mayor densidad.
- Coloración: Negro (32.7%), Azul (31.8%) y Rojo (12.1%).



Identificación de **polímeros** (Raman)

La espectroscopía Raman permitió asignar con precisión la naturaleza química de los MPs:

Polímeros Individuales

PET, Polipropileno (PP), Polietileno (PE), Poliestireno (PS) y Policarbonato (PC).

Mezclas Complejas

Combinaciones como PET/PC y PS/PP, sugiriendo fuentes industriales y urbanas diversas.

Adsorción **extrema** de metales en MP's

Valores registrados significativamente superiores a la literatura global:

- Zinc (Zn): Hasta 10574 µg/g en agua superficial.
- Cobre (Cu): Hasta 5244 µg/g en cuenca media.
- Cadmio (Cd): 2,302 µg/g detectado en sedimento.
- Cromo (Cr): 1,658 µg/g cerca de jales mineros.

Índice de Carga de Contaminación (PLI_i)

$$CF_i = \frac{C_i}{C_o}$$

$$PLI_i = \sqrt{CF_i}$$

- C_i corresponde a la concentración promedio de MPs registrada en cada zona de estudio.
- C_o corresponde a la concentración mínima registrada dentro de la matriz analizada y utilizada como valor de referencia.

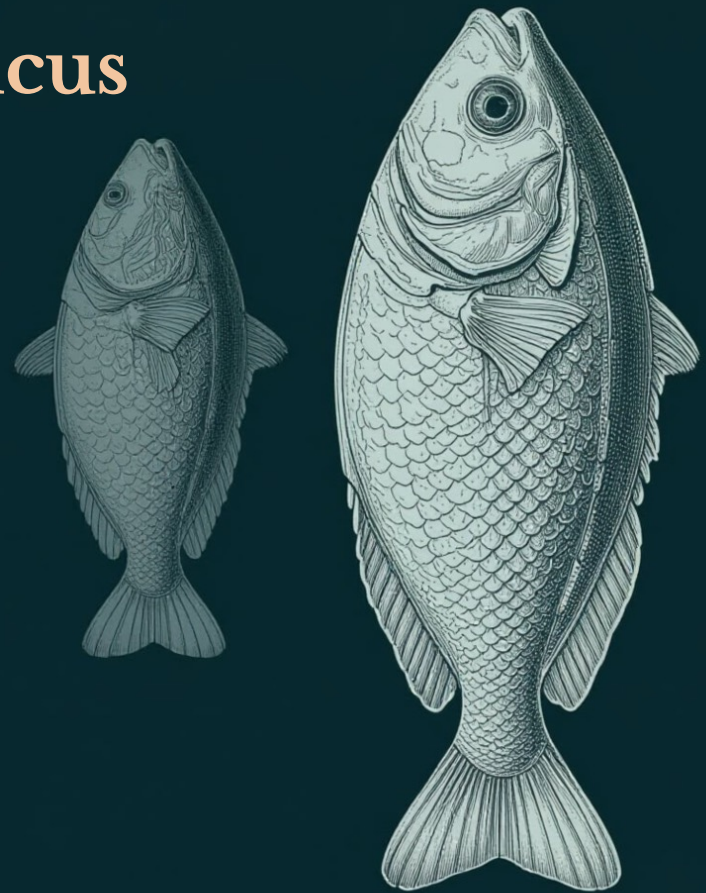
Agua Superficial: El riesgo más alto se localiza en la cuenca baja (PLI = 4.71) y zonas de jales (PLI = 4.17).

Sedimento: La cuenca media presenta la mayor retención de MPs (PLI = 3.33).

Bioensayo: *O. mossambicus*

Evaluación de partículas de desgaste de neumáticos (TWP):

- Sujeto: Alevines de tilapia común.
- Tratamientos: Control, 5 mg/L y 20 mg/L.
- Partículas: Derivadas de neumáticos envejecidos.



Efectos **letales** de los neumáticos

La supervivencia disminuyó drásticamente en grupos expuestos:

- Control: >75% de supervivencia a los 20 días.
- Tratados: Mortalidad acelerada en los primeros 10 días.

Presencia en **tracto** digestivo

La disección confirmó la ingestión activa de microplásticos:

- Acumulación: Mayor en tratamiento de 20 mg/L.
- Morfología: TWP irregulares detectados por microscopía 4X.
- Consecuencias: Obstrucción intestinal y posible estrés oxidativo.

CONCLUSIONES

Dinámica de Cuenca

El agua superficial es el motor de transporte; el sedimento es el sumidero de acumulación prolongada.

Impacto Biológico

La exposición a TWP reduce significativamente la supervivencia de especies acuáticas locales.

Riesgo Metálico

Los MPs concentran metales pesados en niveles alarmantes, actuando como vectores móviles tóxicos.

Gestión Ambiental

Se identifican áreas críticas para mitigación, especialmente cerca de jales y zonas urbanas.

GRACIAS

gomupi@ugto.mx



Gracias por
su atención

