III CONGRESO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS 2025

Centenaria FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS y FARMACIA

Metales pesados y microplásticos en el río Motagua

Juan Francisco Perez Sabino
Escuela de Química
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Universidad de San Carlos de Guatemala

01/09/2025

Equipo de Investigación

M.Sc. Bessie Evelyn Oliva Hernández,

Dr. Juan Francisco Pérez Sabino,

Lic. Max Samuel Mérida Reyes,

Br. José Alejandro Charuc Muñoz,

Br. Jorge Alejandro Reyes Pérez,

Colaboradores:

Lic. Manuel Alejandro Muñoz Wug,

Lic. Edwin Adolfo Taracena Monzón,

Lic. Marvin Jeraldo Xajil Sabán,

Br. Carlos Rodolfo Vargas López,

Br. Mayra Abigail Tichabaj Esquit,







Metales pesados

- Constituyen parte integrante del ambiente y de la materia viva, ocurriendo naturalmente en pequeñas concentraciones, en el orden de partes por billón (ppb) a partes por millón (ppm).
- En forma iónica tienen alta afinidad por moléculas que contienen átomos de nitrógeno y azufre, enlazándose con relativa facilidad a proteínas y macromoléculas celulares.
- Las concentraciones de varios metales pesados se han reportado en diferentes cuerpos de agua de Guatemala: lago Amatitlán (Cano, 2018), lago de Atitlán (Pérez et al., 2015), Canal de Chiquimulilla (Oliva et al., 2023).
- En un estudio de la contaminación del río Motagua se reportaron diferentes metales en cuatro especies de peces (De León, 2003).

Microplásticos

Microplásticos: partículas plásticas menores de 5 mm (Bellasi et al., 2020).

Considerados contaminantes emergentes.

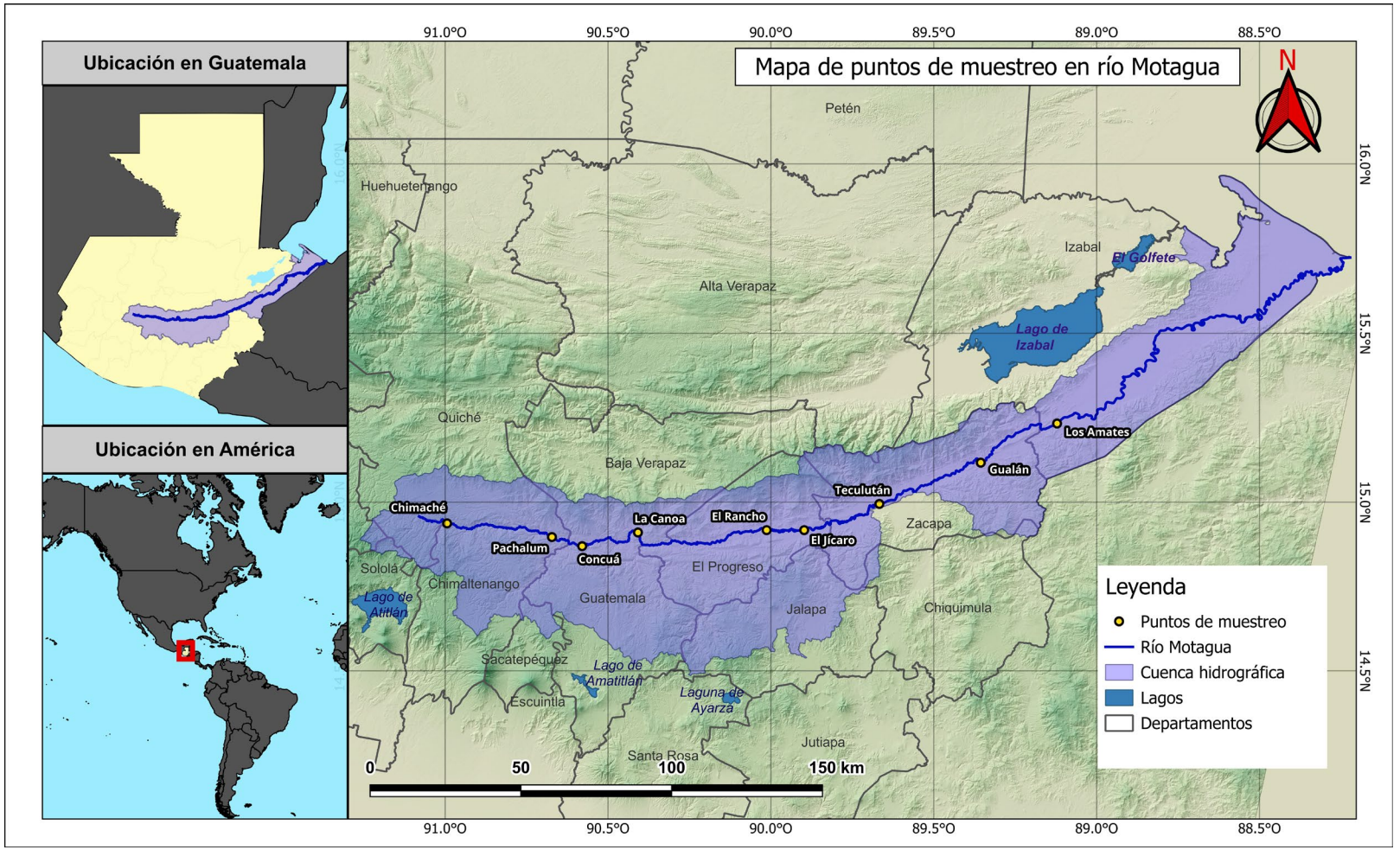
Se encuentran en el medio ambiente, ya sea por vertido directo o por la degradación de materiales plásticos de mayor tamaño (Barboza et al., 2020).

Riesgo toxicológico.

Los microplásticos se han encontrado en cuerpos de agua de Guatemala en estudios recientes: lago de Amatitlán (Oliva et al., 2021), lago Petén Itzá (Mejía, 2019; Oliva et al., 2023), lago de Atitlán (López, 2018).

Río Motagua

- Antigua ruta comercial
- Longitud: 486 km
- Recorre el país desde el depto. de Quiché hasta su desembocadura en el Mar Caribe.
- Calidad del agua en la cuenca del río Motagua
- Contaminación por nutrientes, metales, plásticos.
- Impacto del río Las Vacas sobre la calidad del agua del río Motagua (Pérez et al., 2002)



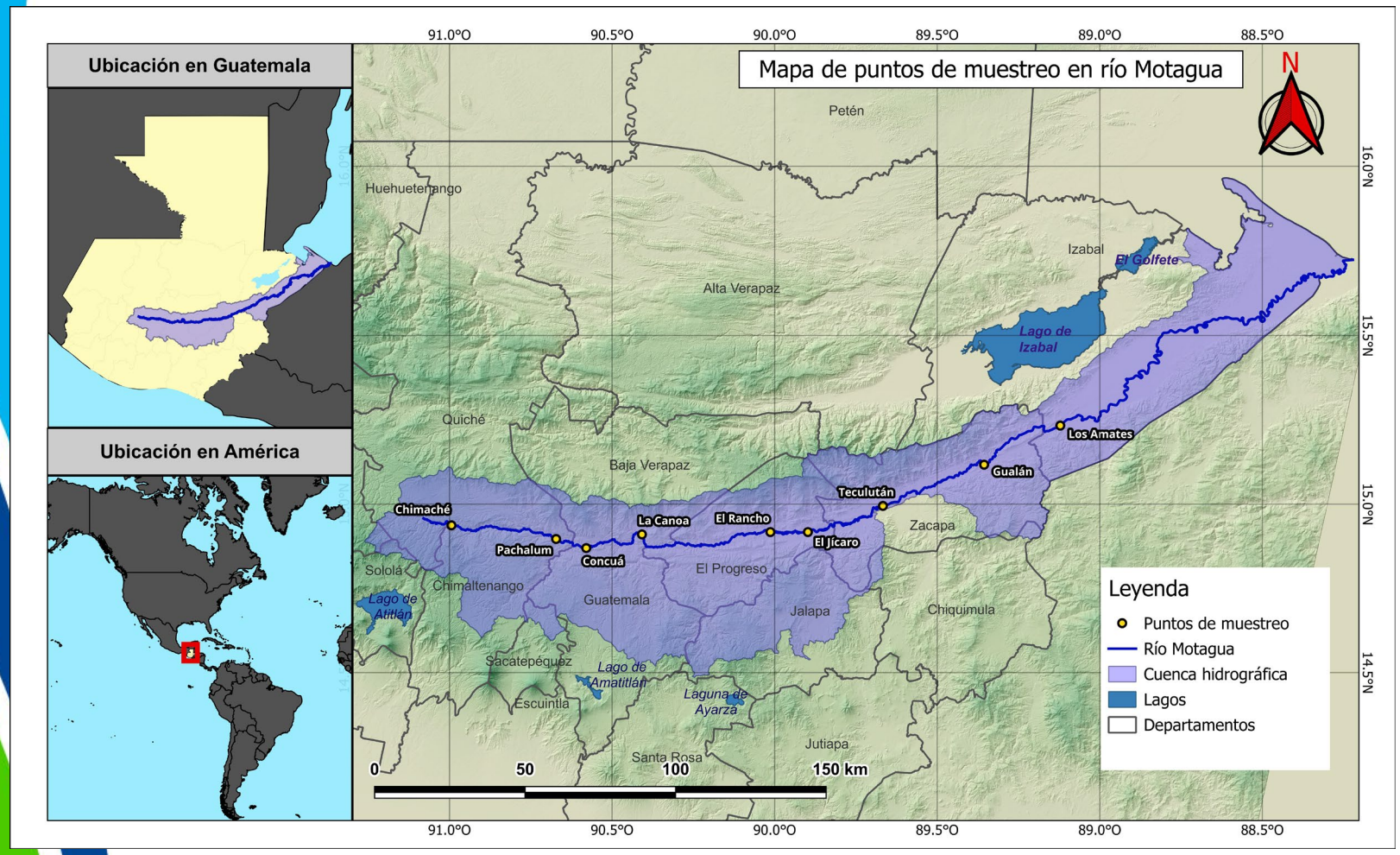
Objetivos

Determinar las concentraciones de metales y frecuencia de microplásticos en peces, agua y sedimentos del río Motagua, en cercanías de poblaciones y luego de la unión con sus principales afluentes.

Clasificar los microplásticos presentes en agua y peces del río Motagua, por tamaño y composición química

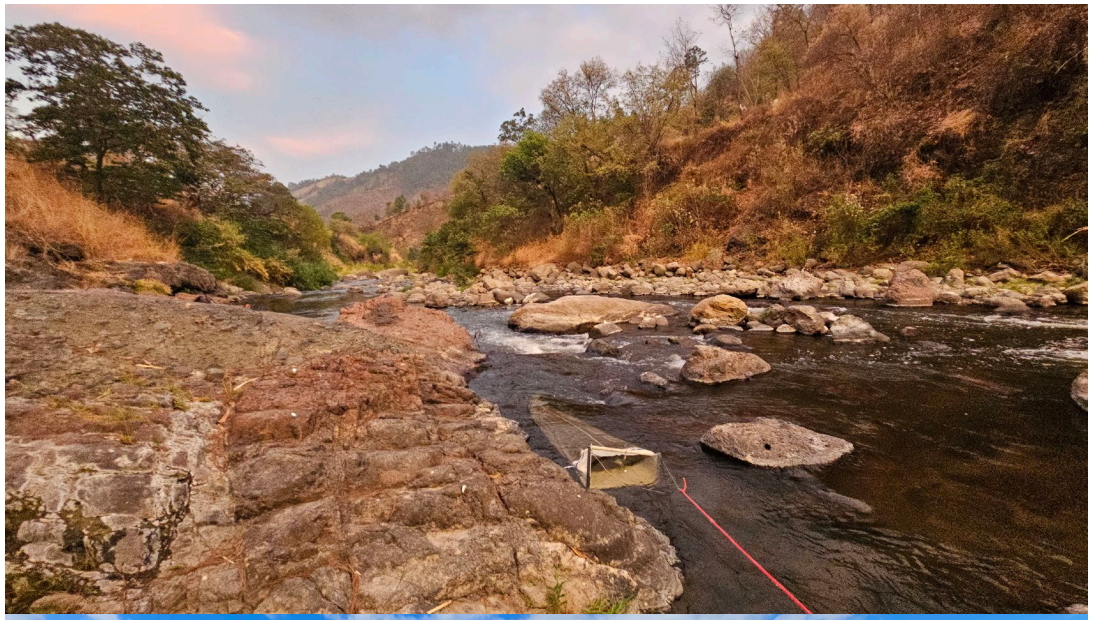
Determinar los principales parámetros fisicoquímicos del agua del río Motagua.

Metodología



- Las muestras de agua para análisis fisicoquímicos y metales pesados, se colectaron en 9 puntos.
- Para el análisis de microplásticos en agua, en el primer muestreo, en abril de 2024, se colectaron 4 puntos en la cuenca alta, 1 en la cuenca media y 2 en la cuenca baja, utilizando una red para microplásticos. En los siguientes muestreos se ampliaron dos puntos en la cuenca media (El Rancho y El Jícaro).
- Los sedimentos se colectaron en cuatro sitios en la cuenta alta, tres en la cuenca media y dos en la cuenca baja.
- Las muestras de peces se colectaron en Gualán, Zacapa, por parte de pescadores locales.

Puntos de muestreo









Metodología

- Los sitios fueron georreferenciados.
- Para el análisis de metales en agua se colectaron muestras de 1 L en botellas de plástico.
- Los sedimentos se colectaron con draga Ekman y con cucharón.
- Los peces (*Parachromis motaguensis*) se capturaron con atarraya.
- Los parámetros físicos y químicos de campo se midieron con una sonda multiparamétrica.
- Los microplásticos en agua, fueron colectados con red, contra la corriente del río.





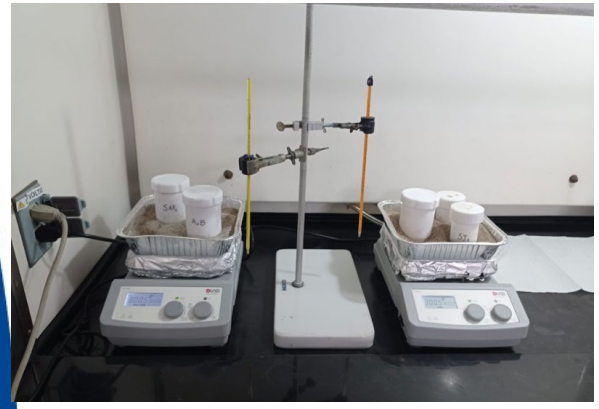


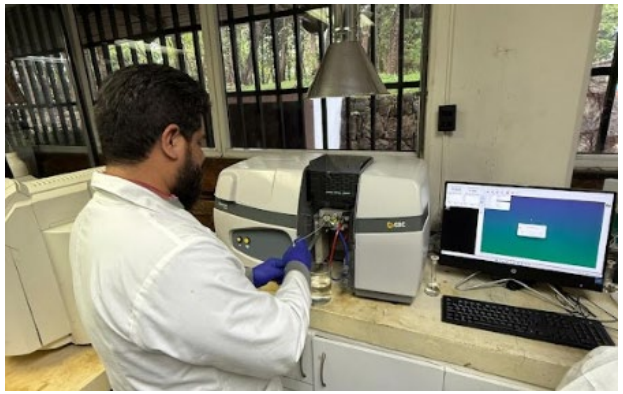


Metodología

Los metales se analizaron por espectrofotometría de absorción atómica, según metodología APHA, AWWA y WEF (2017).

Los peces se disectaron y se extrajeron el aparato digestivo y branquias. Las muestras se digirieron con KOH, separándose los microplásticos, que luego se clasificaron bajo el estereoscopio.







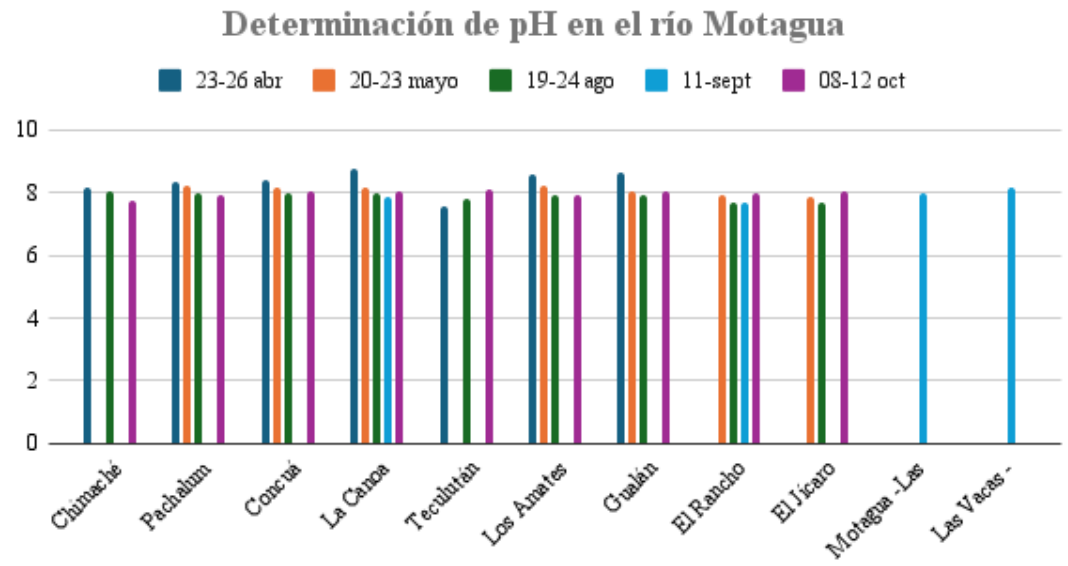


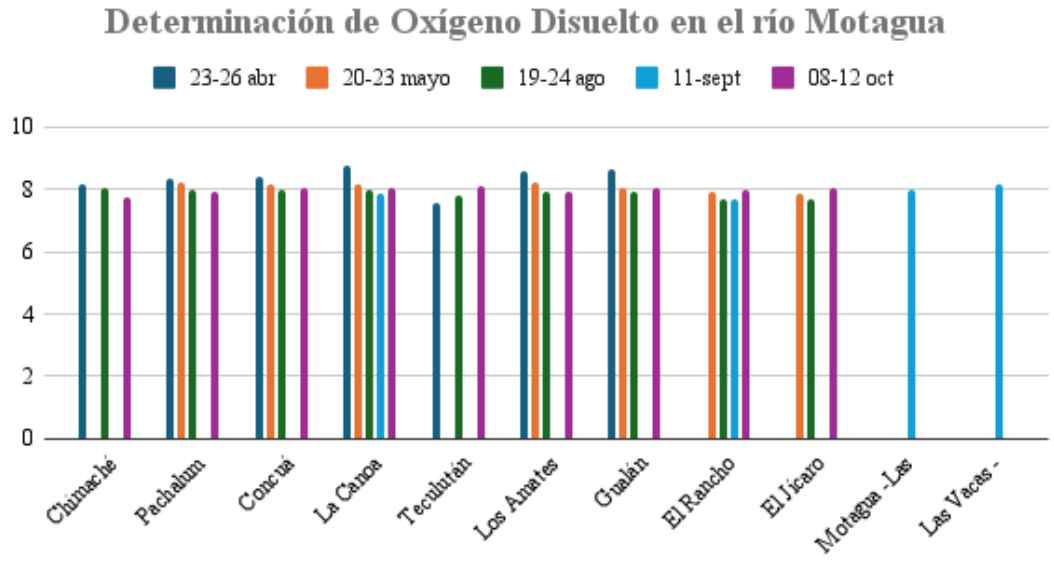


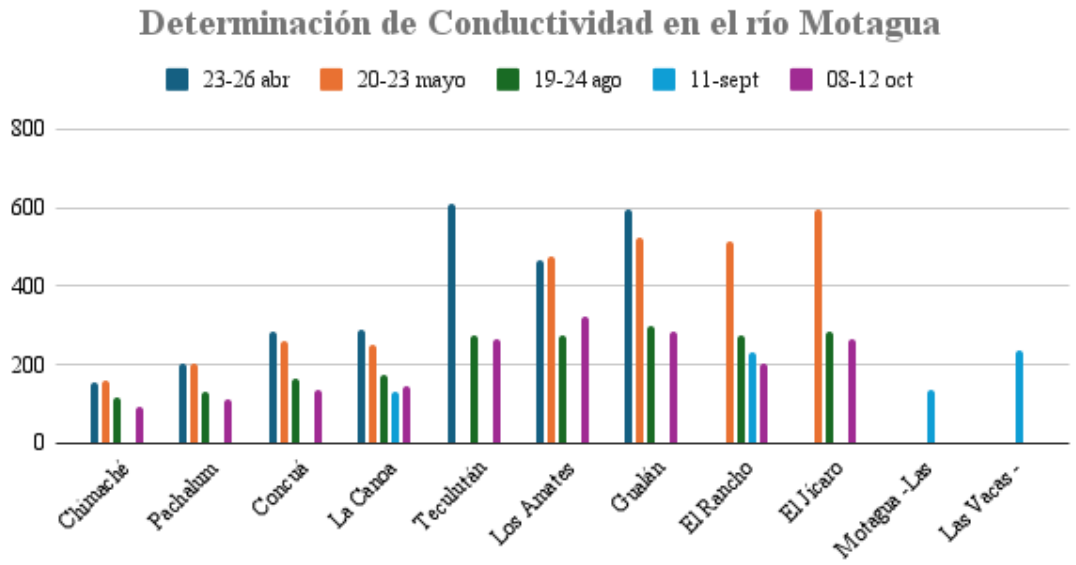


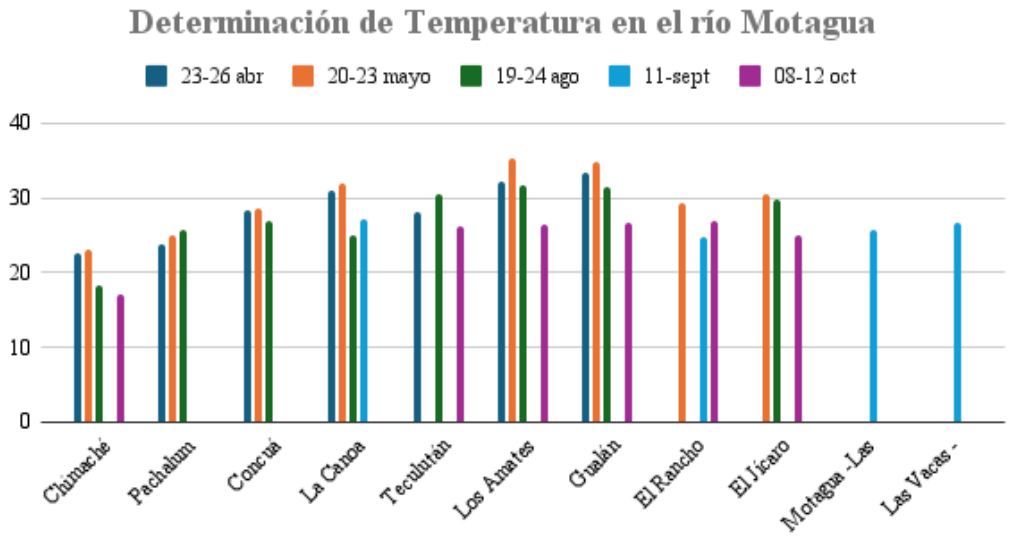


Resultados de mediciones de campo en los puntos de muestreo en el río Motagua







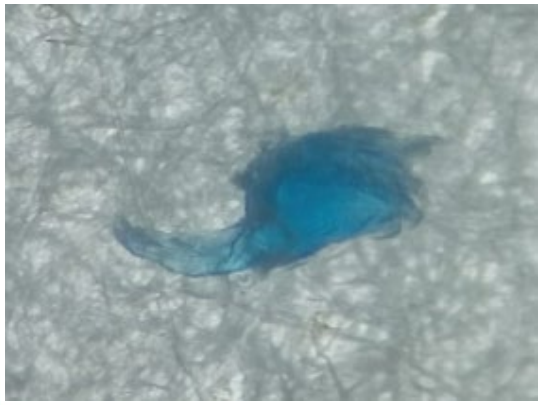


Microplásticos en agua y peces colectados en el río Motagua

	Fibras							
	Roja	Azul	Blanca	Trans	Negra	Verde	Amarilla	Suma
Agua	1	2	0	0	1	0	0	4
TD Peces	23	20	1	18	14	7		83
BR Peces	7	2	2	9	9	2	1	32
	119							

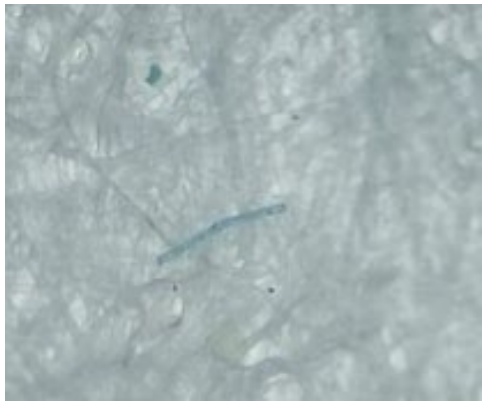
	Fragmentos								
	Rojo	Azul	Verde	Blanco	Naranja	Amarillo	Trans	negro	Suma
Agua	3	4	4	0	1	2	22	0	36
TD Peces	23	52	43	4		1	21	1	145
BR Peces	1	4	1	1		0	0	2	9
	190								

	Láminas						
	Roja	Azul	Negro	Blanco	Verde	Trans	Suma
Agua	0	0	0	0	0	7	7
TD Peces	2	29	10	13	30	5	89
BR Peces	1	0	12	0	0	0	13
	109						









Microplásticos en agua del río Motagua

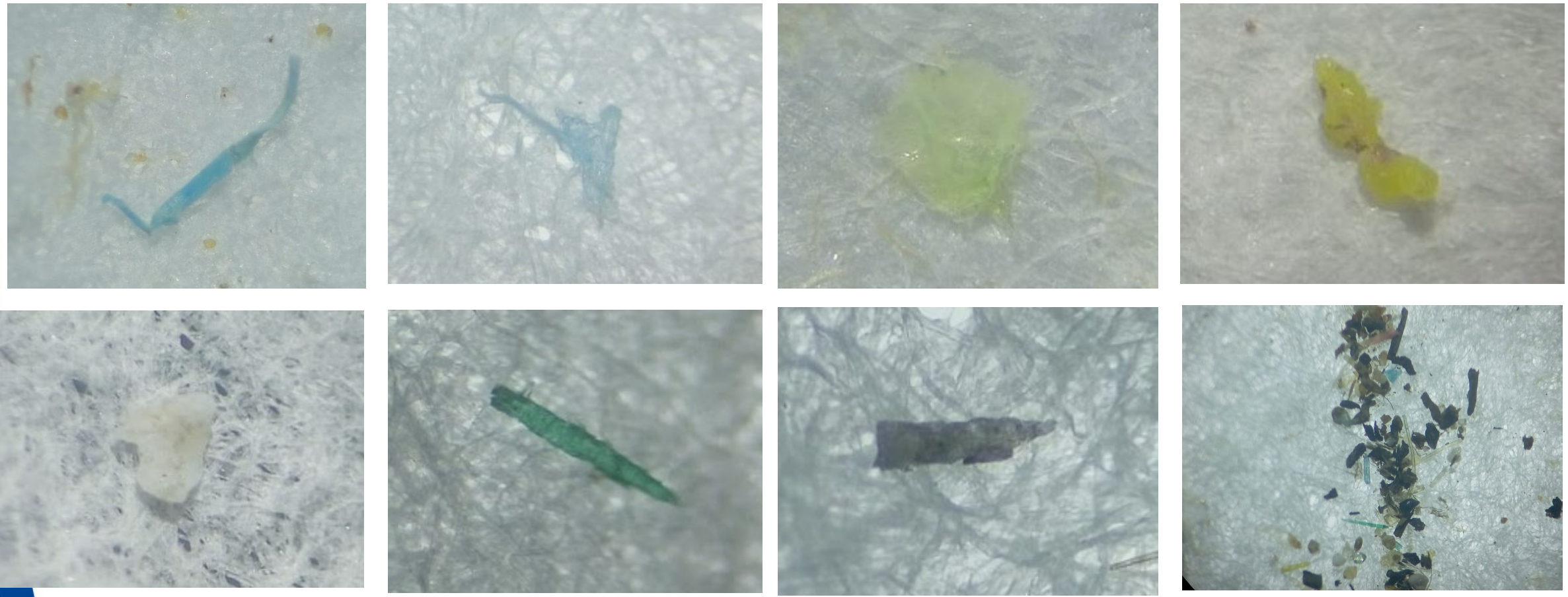
		Fibras							Fragmentos								Láminas						
		Roja	Azul	Blanca	Trans	negra	verde	amarilla	Rojo	Azul	Verde	Blanco	Naranja	Amarillo	Trans	negro	Roja	Azul	Negro	Blanco	Verde	Trans	Total
Chimaché	RMH2O01																						**0**
Pachalum	RMH2O02																						**0**
Concuá	RMH2O03								1														**1**
La Canoa	RMH2O04												1										**1**
Teculután	RMH2O05								1	3	4			1	15								**24**
Los Amates	RMH2O06	1													3							6	**10**
Gualán	RMH2O07		2			1			1	1				1	4							1	**11**
	Total	**1**	**2**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**3**	**4**	**4**	**0**	**1**	**2**	**22**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**7**	**47**
		4							36								7						







Microplásticos



Metales en sedimentos del río Motagua (mg/kg)

Nombre	Cu	Cd	Pb	Ni	Zn
Chimaché	7.8	ND	0.5	2.8	25.0
Pachalum	16.7	ND	1.3	14.1	52.4
Concuá	12.9	ND	0.7	17.8	49.3
La Canoa	14.8	ND	0.7	14.8	47.0
El Rancho	26.2	ND	1.8	43.7	77.6
El Jícaro	15.3	ND	1.5	24.1	55.2
Teculután	18.1	ND	1.1	25.8	50.0
Gualán	16.9	ND	1.0	19.7	38.4
Los Amates	13.5	ND	0.8	27.0	41.5
Promedio	15.8	ND	1.1	21.1	48.5
Desv. Est.	4.9	ND	0.4	11.2	14.2

Promedios de metales en sedimentos de cuenca alta y cuenca media-baja del río Motagua (mg/kg)

Metal	Cuenca alta	Cuenca media-baja
Cu	13.0	18.0
Cd	ND	ND
Pb	0.8	1.2
Ni	12.4	28.0
Zn	43.4	52.5

Conclusiones

Los resultados evidencian la variabilidad de la calidad del agua en el río Motagua, influenciada por factores naturales y actividades humanas. La conductividad, la reducción de oxígeno disuelto y los niveles elevados de fosfatos sugieren impactos significativos por descargas urbanas y agrícolas, especialmente en las cuenca media-baja del río.

Se encontraron microplásticos en el tracto digestivo del 64% de los peces analizados, de la especie *Parachromis motaguensis*, predominando los microplásticos clasificados como fragmentos (57%) y fibras (25%)

La mayor concentración de metales en sedimentos y sólidos en el agua del río Motagua en la cuenca media-baja, con valores superiores en un 20 a 135% a los de la cuenca alta, indican una mayor contaminación del río Motagua en la cuenca media-baja.

Referencias

- Barboza, L.G.A., Lopes, C., Oliveira, P., Bessa, F., Otero, V., Henriques, B., Raimundo, J., Caeano, M., Vale, C., Guilhermino, L. (2020). Microplastics in wild fish from Nortg East Atlantic Ocean and its potential for causing neurotocix effects, lipid oxidative damage, and human risks associated with ingestion exposure. *Science of te Total Environment*, 717, 134625.
- Bellasi, A.; Binda, G., Pozzi, Q., Galfassi, S., Volta, P., y Bettinetti, R. (2020). Microplastic contamination in freshwater environments: a review, focusing on interactions with sediments and benthic organisms. *Environments*, *7*(4), 1-28. https://doi.org/10.3390/environments7040030
- De León, L.R. (2003). Contaminación del río Motagua: Análisis de contaminación de peces en el río Motagua (Contaminación de peces y lesiones gastrointestinales y dermatológicas). Dirección General de Investigación -DIGI- Programa Universitario de Investigación en Estudios de Coyuntura, USAC. Informe final 2003-013. https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/coyuntura/INF-2003-013.pdf
- López, N. (2018). *Contaminación por microplásticos en la superficie del lago Atitlán, Sololá*. [Tesis. Licenciatura en Biología, Universidad del Valle de Guatemala]. https://repositorio.uvg.edu.gt/handle/123456789/3453
- Mejía, A. (2019). Contaminación por microplástico en un lago endorreico de tierras bajas: El caso de Petén Itzá. [Tesis licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC]. Repositorio: Tesis/B295.pdf
- Muñoz, I., Gómez, M.J., Molina-Díaz, A., Huijbregts, M.A.J., Fernández-Alba, A.R., García-Calvo, E. (2008). Ranking potential impacts of priority and emerging pollutants in urban wastewater through life cycle impact assessment. *Chemosphere, 74*(1), 37-44. doi: 10.1016/j.chemosphere.2008.09.029.
- Oliva-Hernández, B., Muñoz-Wug, M., Chaulón-Vélez, G., Mazariegos-Ortiz, C., Xajil-Sabán, M., Santos-Ruiz, F., Quevedo-López, G., Pérez-Sabino, F. (2023) Metales en tejido muscular de peces y camarones de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico, Guatemala. *Ciencia Tecnología y Salud*; 10(2):116-133
- Oliva-Hernández, B.E., Santos-Ruiz, F.M., Muñoz Wug, M.A., & Pérez-Sabino, J. F. (2021a). Microplastics in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) from Lake Amatitlán. *Ambiente & Agua*, 16(5), e2754. https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2754
- Oliva-Hernández, B., Muñoz Wug, M., García, D., Rosales Melgar, M., & Santos Ruiz, F. (2021b). *Determinación de microplásticos y tierras raras en agua y peces del lago de Amatitlán*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala-Dirección General de Investigación.
- Pérez, J.F. Oliva, B.E. Callejas, B. (2002). Impacto de la contaminación de río Las Vacas sobre la calidad del agua del Río Motagua, Guatemala., "*EL AGUA EN IBEROAMERICA. De la escasez a la Desertificación*". CYTED: Buenos Aires.
- Pérez Sabino, F., Valladares, B., Hernández, E., Oliva, B., Del Cid, M., & Jayes Reyes, P. (2015). Determinación de arsénico y mercurio en agua superficial del lago de Atitlán. *Ciencia, Tecnología y Salud*. *2*(2), 37-44.

Agradecimientos

A la Dirección General de Investigación de la USAC por el cofinanciamiento del Proyecto: Evaluación de la contaminación por metales pesados y contaminantes emergentes en el río Motagua (cuenca alta, media y baja) Partida presupuestaria 4.8.63.0.71

Organizado por:

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

FUNCAGUA por la vida

Global Water Partnership Central America
GWP Guatemala

ICC
Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático

UVG UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

The Nature Conservancy Guatemala

WCS

WWF

III CONGRESO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS 2025

¡Muchas gracias!

Contacto:
Dr. Juan Francisco Pérez Sabino
Correo electrónico: fpsabino@usac.edu.gt