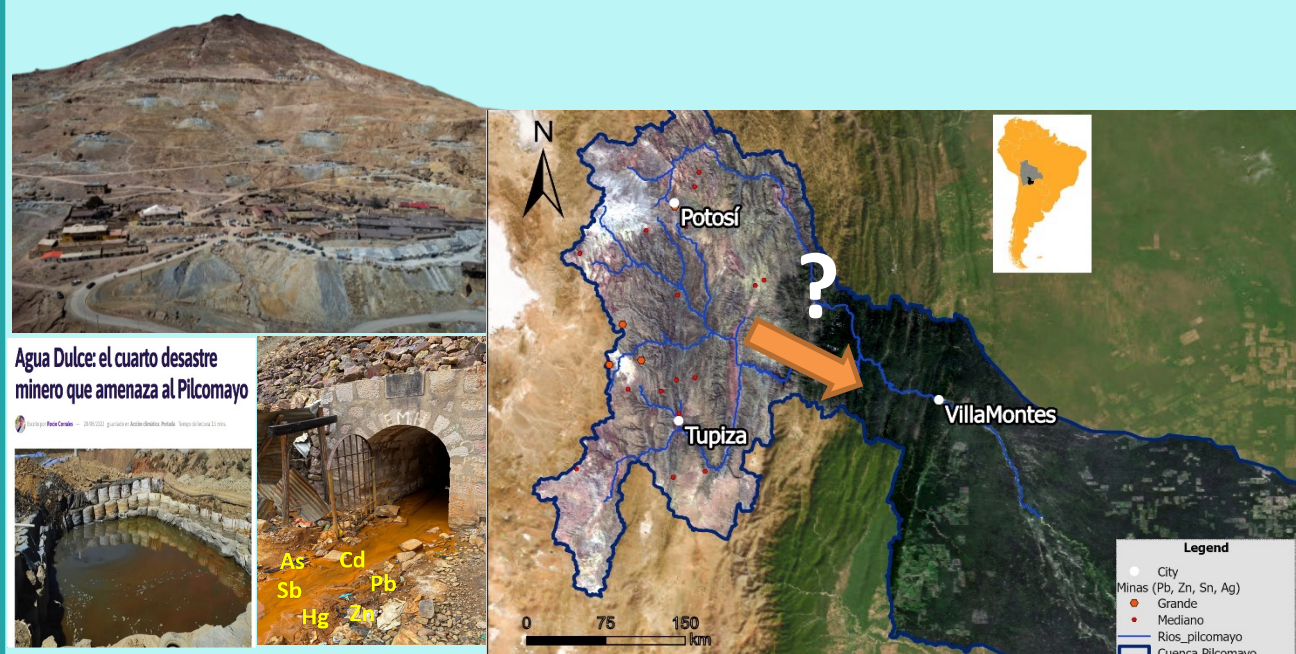


- **Caracterización de la presión antrópica:** Las actividades mineras causan graves problemas en los recursos hídricos, principalmente por la liberación de metales y metaloides. Los metales son contaminantes tóxicos y persistentes que pueden transportarse en grandes sistemas fluviales lejos de sus fuentes y transferirse a organismos acuáticos, en particular a recursos pesqueros, lo que representa un riesgo para la salud humana. Por ello, mi trabajo tiene como objetivo evaluar la contaminación por metales y metaloides en las diferentes matrices fluviales (agua, materia particulada en suspensión (MES), sedimentos y peces) y determinar el riesgo potencial para la salud humana a través del consumo de pescado.
- **Transporte de contaminantes metálicos:** Mecanismos complejos (dilución, adsorción, coprecipitación, sedimentación/remobilización) intervienen en la transferencia de metales en ríos afectados por la minería. Este proyecto busca identificar las fuentes de contaminación, dilucidar los mecanismos que rigen la movilidad de los metales y estimar los flujos de metales exportados en el río transfronterizo Pilcomayo.
- **Monitoreo Ambiental Participativo:** Este trabajo involucra a estudiantes locales y desarrolla sus habilidades prácticas y rigurosas de muestreo para medir parámetros físicoquímicos y recolectar muestras de agua de río y sedimentos para análisis de metales con alta resolución temporal, así como diseccionar y recolectar tejidos de peces para análisis de metales.

Proyecto Pilcomayo: “Vulnerabilidades y adaptación a los cambios en la disponibilidad de agua en la cuenca transfronteriza del Pilcomayo” (Financiación del Fondo Equipe France, Embajada de Francia en Bolivia)

CONTEXTO:



- ➔ **Impacto minero histórico y actual:** Cerro Rico de Potosí – un legado de 500 años de historia minera, con la ocurrencia de grandes fallas accidentales en la presa de relaves (por ejemplo, 235,000 m³ de lodo tóxico liberados en 1996 causaron contaminación hasta 200 km aguas abajo de las minas), y la descarga crónica y continua de efluentes mineros.
- ➔ **Contaminación histórica metálica** se registró en los sedimentos del alto Pilcomayo. Los afluentes afectados por la minería siguen sufriendo las consecuencias de la contaminación histórica y actual. En el medio Pilcomayo, la disminución de la concentración de metales en los sedimentos se atribuyó a la dilución por sedimentos limpios debido a las altas tasas de erosión en la región andina.
- ➔ **Nuevo boom de la minería** en la cuenca alta, asociado a las actividades de extracción de metales básicos y oro, genera preocupación entre las comunidades ribereñas debido a su potencial impacto en la contaminación de las llanuras aluviales agrícolas y los recursos pesqueros.

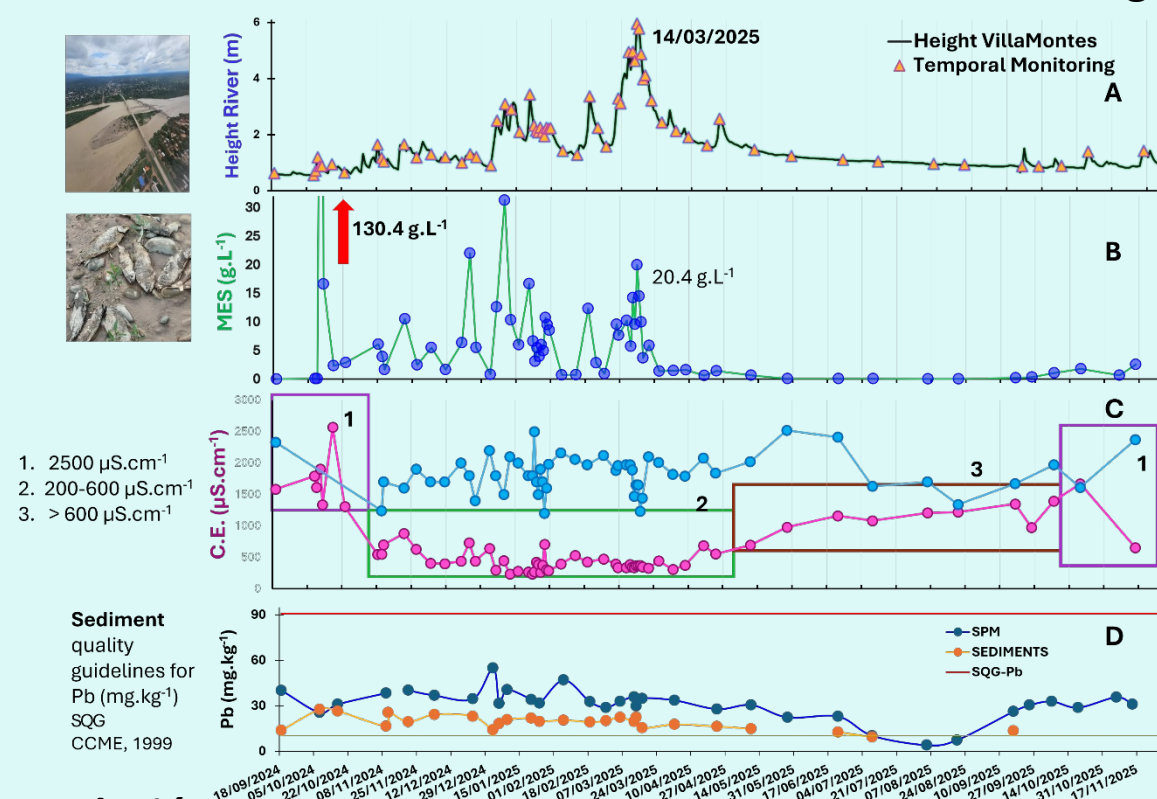
Caracterización del transporte de metales

Metodología: monitoreo temporal a >500 km aguas abajo de las minas.

Trabajo de muestreo colaborativo con estudiantes voluntarios locales de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho (UAJMS).



Resultados: Dinámica de los metales durante un año hidrológico



Conclusión:

- Se registra una marcada disminución de la contaminación en el agua, partículas en suspensión y sedimentos en comparación con los resultados de estudios históricos de finales de la década de 1990 y principios de la de 2000 en la cuenca media del río Pilcomayo, posiblemente atribuible a una mejor gestión de los relaves. (prontamente artículo sobre: Evolution of Metal Pollution in the Pilcomayo River from the Late 20th Century to the Present: Synthesis of the Bibliographic Evidence (Nina, et al. 2026).
- El cambio climático y el auge de la minería en las zonas de Potosí/Tupiza preocupan a las comunidades; por ello, es necesario generar resultados fiables y monitorear la evolución en el futuro cercano.

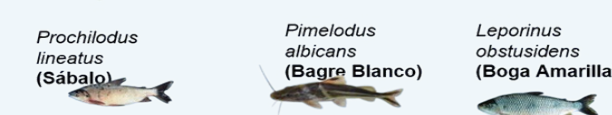
Calidad de los pescados y el nivel potencial de riesgo a través del consumo humano

Metodología: Se obtuvieron muestras de tejido muscular, hígado y óseo (opérculo) de todos los ejemplares. Se registraron los parámetros biométricos de todos los ejemplares, incluyendo la longitud total (LT), la longitud estándar (SL) y la masa corporal.

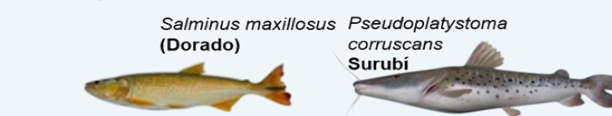
Trabajo de muestreo colaborativo con estudiantes locales de UAJMS y la asociación local de pescadores de las comunidades Weenhayek y Guaraníes.



Especies Locales



Especies Comerciales



Cinco especies de consumo local y comercial fueron estudiadas.

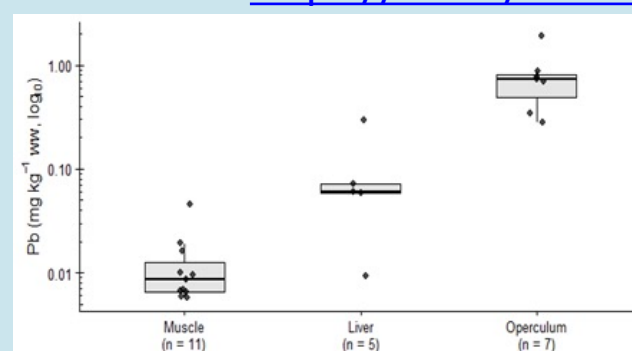
A: Resultados preliminares: Pb en tejidos de Prochilodus lineatus (Sábalo) (Aguirre, et al. 2026)

Enlace artículo: <https://surl.li/ctotmp>

Commission Regulation (EC) No. 1881/2006/EU

Limite máximo en tejidos para **Pb** : 0.30 mg.kg⁻¹ de peso seco.

<http://data.europa.eu>



Músculo	0.013 ± 0.012 mg kg ⁻¹
Hígado	0.099 ± 0.111 mg kg ⁻¹
Hueso (Opérculo)	0.799 ± 0.535 mg kg ⁻¹

B: Evaluación del potencial riesgo a través del consumo humano con una dieta rica en peces

Scenario	Population	Pb concentration (mg kg ⁻¹ ww)	Average fish ingestion rate IR (g day ⁻¹)	Body weight BW (kg)	EDI (mg kg ⁻¹ day ⁻¹)	RfD – WHO (2011) (mg kg ⁻¹ day ⁻¹)
Low consumption	Adults	0.013	4 - 6	60	8.67.10 ⁻⁷ - 1.30.10 ⁻⁶	1.20.10 ⁻³
Low consumption	Children	0.013	4 - 6	20	2.60.10 ⁻⁶ - 3.90.10 ⁻⁶	6.00.10 ⁻⁵
High consumption	Adults	0.013	110 - 164	60	2.38.10 ⁻⁵ - 3.55.10 ⁻⁵	1.20.10 ⁻³
High consumption	Children	0.013	44 - 65.6	20	2.86.10 ⁻⁵ - 4.26.10 ⁻⁵	6.00.10 ⁻⁵

Conclusión:

- Disminución de los niveles de plomo en el músculo del sábalo en comparación con los estudios de principios del siglo XXI.
- A pesar de que las concentraciones de Pb y Hg están por debajo de las recomendaciones de la OMS, también se considerará el alto consumo de pescado en las poblaciones ribereñas para evaluar la exposición, ya que una dieta rica en peces (como depredadores) podría implicar una mayor exposición al mercurio, especialmente para niños.

Agradecimientos:

Este trabajo presentado es un esfuerzo colaborativo de todos los autores quienes sus nombre no son mencionados a principios del poster. Un inmenso agradecimiento a Nina L., Aguirre K., Pizarro L., Pouilly M., Ormachea M., Ramos O.

