

# Caracterización geoquímica en la amazonía ecuatoriana: Biodisponibilidad de metales pesados en el cantón Carlos Julio Arosemena Tola

Yandry Bermello, Oswaldo Guzmán, Anderson Guamán, Ehiner Tapia, Santiago Balcázar\*

Universidad Regional Amazónica Ikiam (URAI)

yandry\_bermello@outlook.com – santiago.balcazar@ikiam.edu.ec

## Introducción

### Contexto:

En el cantón Carlos Julio Arosemena Tola (Napo), la agricultura y la minería constituyen las principales actividades económicas. Esta coexistencia ha dado lugar a cambios en el uso del suelo, donde áreas agrícolas han sido intervenidas temporalmente por actividades mineras. Bajo estas condiciones, el análisis de metales pesados en el suelo requiere un enfoque que considere no solo su concentración total, sino también su especiación química y biodisponibilidad, factores determinantes en la evaluación del riesgo ambiental y la movilidad de estos elementos en el sistema edáfico [1][2][3].

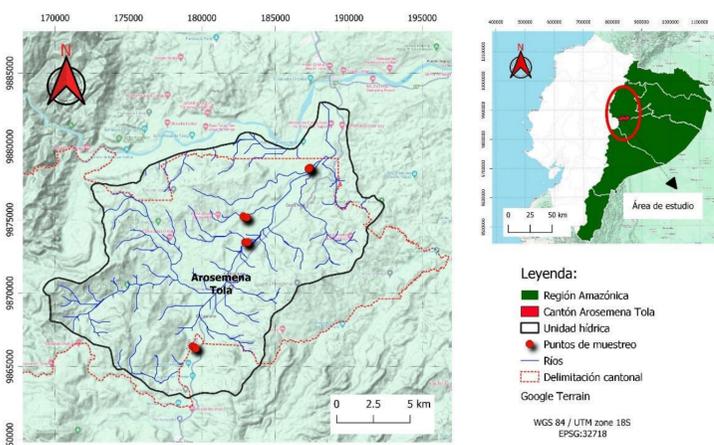
### Pregunta de investigación:

¿Cómo se distribuyen y especian los metales pesados en suelos agrícolas con diferentes antecedentes de intervención minera?

### Objetivo:

Caracterizar la distribución y especiación de metales pesados en suelos agrícolas con y sin antecedentes de intervención minera en el cantón Arosemena Tola.

## Método



**Mapa 1.** Ubicación de puntos de muestreo. Los puntos rojos en el mapa indican los sitios de muestreo dentro del cantón Arosemena Tola, los cuales están situados a una distancia relativa de 200 a 500 metros de fuentes hídricas.

### Etapas

#### 1. Muestreo

12 muestras en total (6 mineras, 6 control).  
3 áreas por finca (100 m<sup>2</sup>), 5 submuestras en zigzag por área.  
Profundidad: 40 cm (rizosfera).  
Muestras compuestas por cuarteo.

#### 2. Análisis de laboratorio

Secado a 60 °C (48 h).  
Parámetros: pH, conductividad, redox, COT.  
Tamizado <63 µm.

Metales: Cr, Zn, Pb, As mediante FRX portátil (Titan S1).  
3 repeticiones por muestra.

#### 3. Análisis de especiación

##### Elaboración de diagramas de Pourbaix

**Método de Tessier:** solo Pb, por su interés ambiental el cual fue analizado por espectrofotometría de absorción atómica.

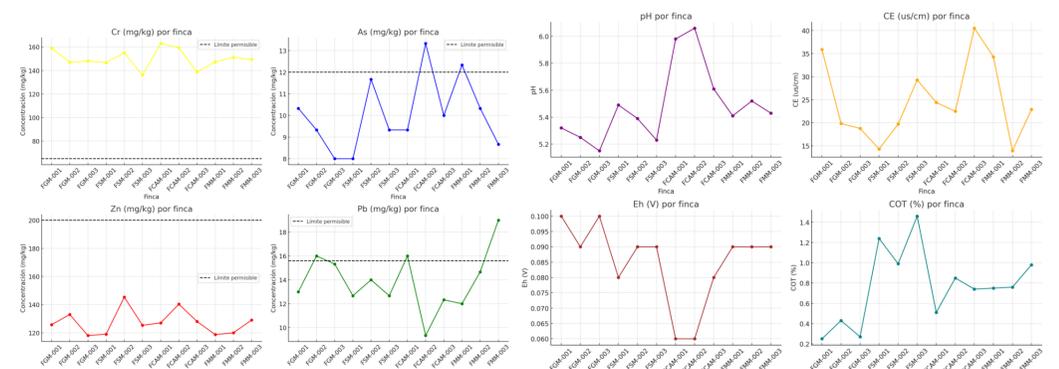
**Control de calidad:** estándares, réplicas y blancos.

CODIGO FINCA CONTROL: FSM y FGM

CODIGO FINCA CON MNERIA: FCAM y FMM

## Resultados

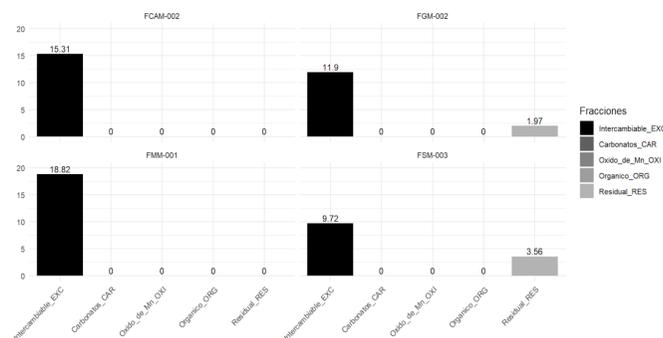
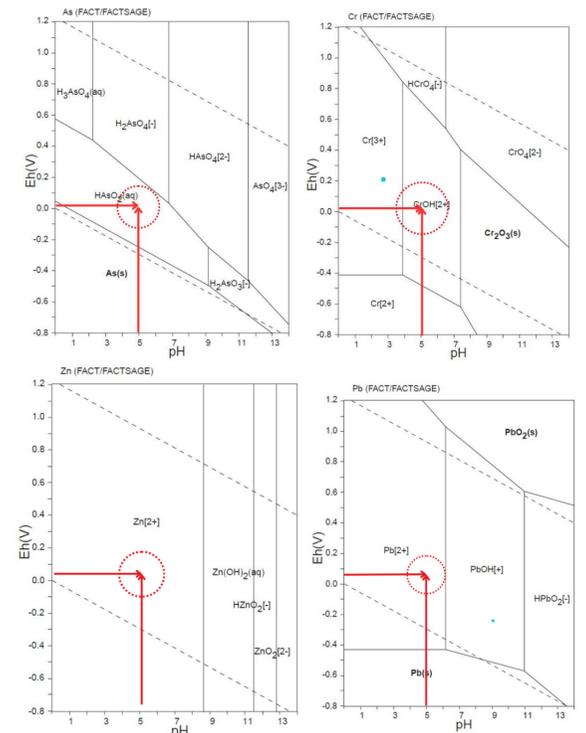
### Parámetros físico químicos



No se encontraron diferencias significativas entre fincas control y con minería (Kruskal-Wallis,  $p > 0.05$ ).

### Especiación:

As : HAsO<sub>2</sub> (aq) (Arsenito)  
Pb : Pb [2+] Plomo divalente  
Cr : CrOH [2+] Cromo hexavalente  
Zn : Zn [2+] Zinc divalente



Extracción secuencial de Tessier para Pb

## Conclusiones

- **Concentraciones similares entre fincas:** No se encontraron diferencias significativas en las concentraciones de Cr, As, Zn y Pb entre fincas con intervención minera y fincas control.
- **Especiación química:** El Cr se encontró en su forma Cr(III), mientras que el As apareció en su forma As(III); el Zn y el Pb estuvieron presentes como Zn<sup>2+</sup> y Pb<sup>2+</sup>, respectivamente.
- **Biodisponibilidad y riesgo:** El análisis de extracción secuencial (Tessier) mostró que el Pb es biodisponible en todas las fincas, principalmente en la fracción intercambiable. La presencia biodisponible de Pb<sup>2+</sup> y As(HAsO<sub>2</sub>) indica un posible riesgo de bioacumulación en cultivos.
- Falta de un fondo geoquímico local impide establecer con certeza el origen natural de los metales analizados.

## Agradecimientos

A la **Fundación Maquita** por su apoyo en la logística y vinculación con las comunidades.  
A las **personas investigadoras y técnicas de la Universidad Regional Amazónica Ikiam** por su asesoría y acompañamiento.  
Y a las **personas agricultoras participantes** por su colaboración y confianza.

## Referencias Clave

- [1] Ramos, C., Ruales, J., Rivera-Parrá, J. L., Sakakibara, M., & Díaz, X. (2022). Sustainability of Cocoa (*Theobroma cacao*) Cultivation in the Mining District of Ponce Enriquez: A Trace Metal Approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(21), 14369. <https://doi.org/10.3390/ijerph192114369>  
[2] Lago Vila, M. (2018). *Biodisponibilidad de metales pesados en suelos contaminados* [Tesis doctoral, Universidade de Vigo]  
[3] Kim, R.-Y., Yoon, J.-K., Kim, T.-S., Yang, J. E., Owens, G., & Kim, K.-R. (2015). Bioavailability of heavy metals in soils: Definitions and practical implementation—a critical review. *Environmental Geochemistry and Health*, 37(6), 1041–1061. <https://doi.org/10.1007/s10653-015-9695-y>

