

Biorremediación in situ de Pb, Cr y Cu mediante consorcio microbiano: revisión sistemática y propuesta metodológica en sedimentos fluviales amazónicos

Henry Rodrigo Quiroz-Moreno¹, Silvia Alejandra Llerena-Gordillo¹

¹ Universidad Regional Amazónica Ikiam, km 7 ½ vía Muyuna, Tena 150150, Ecuador

*Henry Quiroz: henry.quiroz@est.ikiam.edu.ec

Resumen

La contaminación de sedimentos fluviales por plomo (Pb), cromo (Cr) y cobre (Cu) constituye una amenaza crítica para los ecosistemas acuáticos de la provincia de Napo, en la Amazonía ecuatoriana, donde la minería artesanal ha generado concentraciones que superan ampliamente los límites permisibles. La biorremediación in situ mediante consorcios microbianos emerge como alternativa sostenible, pero la evidencia sobre su acción combinada permanece dispersa y sin sistematizar. El presente estudio tiene como objetivo realizar una revisión sistemática de la literatura científica sobre biorremediación in situ de sedimentos contaminados con Pb, Cr y Cu mediante *Aspergillus fumigatus*, *Bacillus thuringiensis* y *Penicillium chrysogenum*, para sustentar el diseño de una propuesta metodológica circular aplicable a los ríos del cantón Tena. Se empleará un diseño secuencial de carácter propositivo con enfoque cuantitativo ejecutando tres ecuaciones de búsqueda complementarias en Scopus, Web of Science, PubMed y Dimensions (2000–mayo 2026) bajo el protocolo PRISMA 2020, con evaluación del riesgo de sesgo mediante ROBINS-I y certeza de la evidencia mediante GRADE. El efecto sinérgico del consorcio se estimará mediante el Índice de Sinergia Inferida (ISI) y el Índice de Interacción por Consenso (IIC), complementados con el modelo de independencia de Bliss. Se espera evidenciar la tendencia de crecimiento del campo, inferir la naturaleza de la interacción microbiana y fundamentar el Protocolo BACS-in situ, que integra bioestimulación, bioaumentación con consorcio encapsulado y biorecuperación de metales en un esquema circular.

Palabras clave:

Consorcio hongo-bacteria; biosorción; biorrecuperación de metales; metales pesados; Amazonía ecuatoriana; análisis bibliométrico.