



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Fitorremediación de pasivos mineros con *Polylepis* sp. en sinergia con *Arthrobacter luteolus*, *Pseudomonas extremaustralis* y *Stenotrophomonas rhizophila* en la unidad minera Sumaq Rumi (Junín – Perú)”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA AMBIENTAL

Presentado por:

Gabriela Victoria Flores Piscocoya (0000-0003-2416-650X)

Asesor:

Susan Mery Medina Canzio (0000-0003-2574-7728)

Lima – Perú

2022

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 17 de febrero del 2023.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Blgo. Dámaso Wilfredo Ramirez Huaroto
Miembro: Mg. Blgo. Catherine Mariela Coronado León
Miembro: Mg. Ing. César Oswaldo Arévalo Hernández

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

"Fitorremediación de pasivos mineros con *Polylepis* sp. en sinergia con *Arthrobacter luteolus*, *Pseudomonas extremaustralis* y *Stenotrophomonas rhizophila* en la unidad minera Sumaq Rumi (Junín - Perú)"

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- Gabriela Victoria Flores Piscocoya

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Dra. Susan Mery Medina Canzio

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple () calificar a:

Tesisista: Gabriela Victoria Flores Piscocoya		Nota (en letras): 17 (Diecisiete)	
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena (X)	Aprobado Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Mg. Blgo. Dámaso Wilfredo Ramirez Huaroto
Presidente



Mg. Blgo. Catherine Mariela Coronado León
Miembro 1



Mg. Ing. César Oswaldo Arévalo Hernández
Miembro 2



Dra. Susan Mery Medina Canzio
Asesor

T// (51) 610 6738
informes@cientifica.edu.pe
cientifica.edu.pe

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN¹

Lima, 7 de febrero del 2023

Señor,
Percy Mayta Tristán

Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur
Presente. –

De nuestra consideración,

Yo: Gabriela Victoria Flores Piscocoya, egresado de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con la asesora de tesis Dra. Susan Mery Medina Canzio, declaramos que este informe final de tesis: "Fitorremediación de pasivos mineros con *Polylepis* sp. en sinergia con *Arthrobacter luteolus*, *Pseudomonas extremaustralis* y *Stenotrophomonas rhizophila* en la unidad minera Sumaq Rumi (Junín – Perú)", sustentado para obtener el título de Ingeniera Ambiental es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi (nuestra) investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos², que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,



Firma tesista
DNI: 73259893



Firma del asesor de tesis
DNI: 43371726

¹ En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD

² Los documentos están en: <https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/>

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Fitorremediación de pasivos mineros con *Polylepis* sp. en sinergia con *Arthrobacter luteolus*, *Pseudomonas extremaustralis* y *Stenotrophomonas rhizophila* en la unidad minera Sumaq Rumi (Junín - Perú)

Autores. Gabriela Victoria Flores Piscocoya.

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2037347787).

Resultado de la evaluación. 7%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.

Fitorremediación de pasivos mineros

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	docplayer.es Fuente de Internet	1%
3	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.minem.gob.pe Fuente de Internet	<1%
5	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%
6	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1%
8	1library.co Fuente de Internet	<1%
9	doi.org Fuente de Internet	

RESUMEN

Los pasivos mineros en el Perú generan desechos y emisiones, muchas veces son concesiones de diferentes empresas mineras que no siguen un adecuado plan de remediación de sus pasivos mineros, y esta tarea pasa a un segundo plano. Es por lo que, ante las normativas ambientales vigentes, es importante contemplar un plan de remediación y cierre de pasivos ambientales mineros que sea efectivo, económico y lo menos invasivo con el medio ambiente. La fitorremediación podría ser una estrategia que cumple con las tres necesidades mencionadas anteriormente. Esta investigación se desarrolló in situ en la minera “Sumaq Rumi” (Junín) con el objetivo de evaluar la eficiencia de la simbiosis planta-microorganismo para optimizar la fitorremediación de *Polylepis rodolfo-vasquezii*. Se instalaron la parcela control con tierra de la zona y la parcela tratamiento con pasivo minero donde se sembró la especie *Polylepis rodolfo-vasquezii*, y se inocularon microorganismos nativos aislados de la zona identificados molecularmente (ADN) como *Arthrobacter luteolus*, *Pseudomonas extremaustralis* y *Stenotrophomonas rhizophila*, para evaluar la eficiencia de la simbiosis planta-microorganismo que optimizaría la fitorremediación, se analizó la bioabsorción de As, Ag, Mn, Pb, Zn, Fe, Cu, y otros en la planta y, la acumulación de los mismos en el suelo por técnicas de espectrometría. Finalmente se concluyó que *Polylepis rodolfo-vasquezii* en estado juvenil es potencialmente hiperacumuladora, de bajo costo de crecimiento, fácil adaptación al medio ambiente andino y de gran sinergia junto con la bacteria *Stenotrophomonas rhizophila*, con la que evidenció mayor absorción de metales en la planta siendo candidata para futuras biorremediaciones de suelos contaminados con pasivos mineros.

Palabras Clave: *Polylepis rodolfo-vasquezii*₁, *Arthrobacter luteolus*₂, *Pseudomonas extremaustralis*₃, *Stenotrophomonas rhizophila*₄, pasivos mineros₅, fitorremediación₆, metales pesados₇.

ABSTRACT

Mining liabilities in Peru generate waste and emissions, many times they are concessions from different mining companies that do not follow an adequate remediation plan for their mining liabilities, and this task takes a back seat. Therefore, given the environmental regulations in force, it is important to contemplate a plan for the remediation and closure of mining environmental liabilities that is effective, economical and the least invasive with the environment. Phytoremediation could be a strategy that meets the three needs mentioned above. This research was carried out in situ at the “Sumaq Rumi” mining company (Junín) with the objective of evaluating the efficiency of the plant-microorganism symbiosis to optimize the phytoremediation of *Polylepis rodolfo-vasquezii*. The control plot with soil from the area and the treatment plot with mining liability where the species *Polylepis rodolfo-vasquezii* was planted, and native microorganisms isolated from the area, molecularly identified (DNA), such as *Arthrobacter luteolus*, *Pseudomonas extremaustralis* and *Stenotrophomonas rhizophila*, were inoculated. To evaluate the efficiency of the plant-microorganism symbiosis that would optimize phytoremediation, the bioabsorption of As, Ag, Mn, Pb, Zn, Fe, Cu, and others in the plant was analyzed, as well as their accumulation in the soil by spectrometry techniques. Finally, it was concluded that *Polylepis rodolfo-vasquezii* in its juvenile state it is potentially hyperaccumulating, with low growth cost, easy adaptation to the Andean environment and great synergy with the bacterium *Stenotrophomonas rhizophila*, with which it showed greater absorption of metals in the plant, being a candidate for future bioremediation of soils contaminated with mining liabilities.

Keywords: *Polylepis rodolfo-vasquezii*₁, *Arthrobacter luteolus*₂, *Pseudomonas extremaustralis*₃, *Stenotrophomonas rhizophila*₄, mining liabilities₅, phytoremediation₆, heavy metals₇.