



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

EVALUACIÓN DE LA RIZOABSORCIÓN EN PLANTAS (*Tessaria integrifolia* L., *Ricinus communis* L. y *Piper aduncum* L.) DE LA RIBERA DEL RÍO TULUMAYO (CHANCHAMAYO, JUNÍN)
INFLUENCIADAS POR EFLUENTES MINEROS

Tesis para optar el título de:

INGENIERO AMBIENTAL

Presentado por:

Bach. Rodrigo Rojas Albengrin **0000000341710757**

Asesor:

Blgo. Gustavo Ricardo Dreyfus Raymond

Co-Asesora:

Dra. Susan Mery Medina Canzio **0000000325747728**

Lima – Perú

2020

COPIA DE ACTA DE SUSTENTACIÓN



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, _2_ de _octubre_ de 2020.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dr. Brenton Mark Ladd	<input type="checkbox"/>
Miembro: Mg. Mirtha Rosario Nazario Ramirez	
Miembro: Mg. Karol Natalie Lavado Solis	

Se reúnen para evaluar la tesis titulada: "Evaluación de la rizoabsorción en plantas (*Tessaria integrifolia* L., *Ricinus communis* L. y *Piper aduncum* L.) de ribera del río tulumayo (Chanchamayo, Junín) influenciadas por efluentes mineros"

Presentada por el bachiller:

- Rodrigo Rojas Albengrin

Para optar el Título Profesional de ingeniero ambiental.

Asesorada por: Blgo Gustavo Ricardo Dreyfus Raymond y coasesorado por: Dra. Susan Mery Medina Canzio

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de los estudiantes de la carrera de ingeniería ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple () calificar a: 17

Tesis: Rodrigo Rojas Albengrin			Nota (en letras): Diecisiete
Aprobado ()	Aprobado - Muybuena (x)	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.

Dr. Brenton Mark Ladd **Presidente del Jurado**

Blgo Gustavo Ricardo Dreyfus Raymond **Asesor**

Mg. Mirtha Rosario Nazario Ramirez **Miembro del jurado**

Dra. Susan Mery Medina Canzio **Co-asesora**

Mg. Karol Natalie Lavado Solis **Miembro del jurado**

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

DEDICATORIA

Este proyecto de tesis está dedicado principalmente a Dios, por haberme dado la vida y por haberme dejado concluir esta etapa de mi vida. Así mismo, a mi padre, a pesar de que no estamos físicamente juntos, este momento hubiera sido algo muy especial para ti. También, esto va dedicado para mi madre, que quien fue la que me enseñó que el conocimiento es la mejor arma para afrontar la vida y; por último, a mi hermano, que fue uno de los principales motivos que me motivó para culminar la tesis.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera empezar agradecer a mis familiares y amistades (mis padrinos Linda y Cali, Úrsula, Karina y Max), por haberme apoyado hasta el final de este proyecto, también agradezco; a mi mejor amigo Kief, mi tía Glenda y a mi tío Kief; que estuvieron pendiente de mí de cómo iba el proyecto y no dejarme caer cuando las cosas no salían como esperaba. También agradezco a mis amigos de la universidad; Jonathan, Vanessa, Estefany y Milagros; que también me apoyaron en todo momento.

Por otro lado; de manera muy especial, quisiera agradecer a mi co-asesora de tesis; Susan Medina, por haberme guiado en este proyecto y aparecer como un ángel en la recta final de mi carrera universitaria. También estoy agradecido enormemente con Paul y Nadia por acogerme en su casa como uno más de la familia y apoyarme en todo momento en este proyecto. También, a Laura por apoyarme con su fundo (Fundo Selva Verde) en donde pude realizar este proyecto y, por último; agradezco a la Universidad Científica del Sur, por haberme apoyado con el uso de sus laboratorios.

INDICE GENERAL

Resumen.....	5
Abstract.....	6
Artículo versión inglés.....	7
Artículo versión español.....	53
Resumen.....	53
Introducción.....	54
Metodología.....	57
Resultados.....	64
Discusión.....	80
Conclusiones.....	88
Conflicto de intereses.....	89
Contribución de autor.....	89
Recursos.....	89
Agradecimientos.....	89
Referencias.....	90
Material suplementario.....	100
Anexos.....	101

RESUMEN

Las zonas amazónicas del Perú abarcan áreas agronómicas y ríos que están siendo influenciados por actividades mineras de extracción de metales pesados que operan desde hace más de 20 años como en la cuenca del río Tulumayo, donde las plantas nativas pueden tener potencial de fitorremediación. Esta investigación evaluó una línea base del contenido de Pb y Zn en el suelo y agua de la cuenca del río Tulumayo en Perú, así como los factores de crecimiento, bioconcentración y translocación de estos metales en *Tessaria integrifolia*, *Ricinus communis* y *Piper aduncum* en condiciones de campo durante 8 semanas en monocultivo e intercalado bajo riego de agua limpia, contaminada y de río, analizando muestras de suelo, sedimentos, agua y plantas a través de espectrometría de masas. El contenido de Pb y Zn se registró para la línea base a lo largo de la cuenca del río Tulumayo, donde las zonas no influenciadas por la minería tienen menor concentración de metales. Asimismo, el ensayo de fitorremediación de las tres especies indicó que acumulan y trasladan diferentes tasas de metales. *Tessaria integrifolia* fue el mayor bioacumulador de Pb y Zn en la biomasa más baja mientras se riega con agua de río y podría ser una potencial planta fitorremediadora para recuperar de manera sustentable los ambientes amazónicos.

ABSTRACT

The Amazonian zones in Peru cover agronomic areas and rivers that are being influenced by mining activities of heavy metal extraction operating for more than 20 years like in Tulumayo River basin where native plants may have phytoremediation potential. This research had evaluated a baseline of Pb and Zn content in soil and water of Tulumayo basin in Perú, as well as the growth, bioconcentration and translocation factors of these metals in *Tessaria integrifolia*, *Ricinus communis* and *Piper aduncum* under field conditions during 8 weeks in monocrop and intercrop set up under irrigation of clean, contaminated and river water, analyzing soil, sediments, water and plant samples through mass spectrometry. The Pb and Zn content was recorded for baseline along the Tulumayo basin where the zones not influenced by mining have lower concentration of metals. Likewise, phytoremediation trial of the three species indicated that they accumulate and translocate different rates of metals. *Tessaria integrifolia* was the greater bioaccumulator of Pb and Zn in the lowest biomass while irrigated with river contaminated water and could be potential phytoremediator plant to recover in a sustainable way the Amazonian environments.