



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

**FITORREMEDIACIÓN DE SUELO CONTAMINADO POR COBRE
(Cu.) CON LA ESPECIE *Lobularia marítima (Alyssum)* EN EL
DISTRITO DE LOS OLIVOS ALTURA SEGUNDA DE PRO LIMA.
LIMA 2014.**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL.**

**Autor:
TARAZONA ESPINOZA, KREYNER**

**Asesora:
Mag. RODRIGUEZ ANAYA, ROSA DEIFILIA**

**Línea de Investigación:
CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD**

LIMA – PERÚ

2014 - II

PÁGINA DEL JURADO

Mag. Rosa Deifilia Rodríguez Anaya

Presidente

Dr. Jhony Wilfredo Varverde Flores

Secretario

Karin Medalit Villanueva Nuevo

Vocal

DEDICATORIA

Esta investigación lo dedico a mis padres; Juanico Francisco Tarazona Parraguirre y María Rosa Espinoza Mallqui por todo el apoyo moral y económico que me brindaron para yo poder realizar mi más grande sueño.

A mi padre Juanico Fransisco Tarazona Parraguirre por enseñarme a trabajar duro para salir adelante, trazarme una meta, alcanzarla y trazarme otra. A respetar, cuidar y dar todo por la familia.

A mi madre María Rosa Espinoza Mallqui por enseñarme a no ser conformista, siempre buscar mejores oportunidades, a cuidar de las personas importantes para mí y mantener siempre unido a la familia.

A mis hermanos Yessica Natalia Romero Espinoza, Yowshy Tarazona Espinoza y Anni Luz Pamela Díaz Tarazona por ser los mejores hermanos, siempre cuidándonos unos a otros.

AGRADECIMIENTO

A la Mag. Nora Rosa Concepción Malca Casavilca, por brindarme su ayuda y para la elaboración de mi proyecto de tesis desde su inicio hasta la finalización, por inculcarme valores como la responsabilidad, respeto, puntualidad y ser un profesional competitivo.

A la Ing. Rosa Rodríguez Anaya, por brindarme su ayuda en el desarrollo del proyecto de tesis y por inculcarme valores como la responsabilidad, respeto, puntualidad y ser un profesional competitivo.

A la Universidad Cesar Vallejo por brindarme la oportunidad de desarrollar mis conocimientos y capacidades y por ser mi alma mater en educación superior el cual siempre lo tendré muy en alto durante toda mi vida profesional.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Kreyner Tarazona Espinoza con DNI N° 70022699, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, diciembre del 2014

Kreyner Tarazona Espinoza

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Fitorremediación de suelo contaminado por cobre (Cu.) Con la especie *Lobularia marítima (Alyssum)* en el Distrito de Los Olivos altura Segunda De Pro Lima”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Kreyner Tarazona Espinoza

ÍNDICE

PAGINA DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE.....	vii
RESUMEN.....	xi
ABSTRAC.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	13
1.2. Objetivos.....	13
II. MARCO METODOLÓGICO	
2.1. Hipótesis.....	14
2.2. Variables.....	14
2.3. Operacionalización de variables.....	15
2.4. Metodología.....	16
2.5. Tipo de estudio.....	16
2.6. Diseño de investigación.....	16
2.7. Población y muestra.....	16
2.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
2.9. Método de análisis de datos.....	24
III. RESULTADOS.....	27
IV. DISCUSIÓN.....	38
V. CONCLUSIÓN.....	41
VI. RECOMENDACIONES.....	42
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
VI. ANEXO.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1 Normativa Peruana para suelos MINAM (LMP).....	12
Tabla N°2 Legislación Española para suelos agrícolas (LMP).....	13
Tabla N°3 Variable independiente y variable dependiente.....	15
Tabla N°4 Pasos para la toma de muestra y su análisis por el	

método de Espectroscopía de absorción atómica.....	21
Tabla N°5 Etapas para el análisis de la fitorremediación de suelo contaminado por cobre.....	24
Tabla N°6 Muestreo de dos variables.....	27
Tabla N°7 Resultado del análisis de laboratorio del suelo contaminado por uso excesivo de fertilizante.....	27
Tabla N°8 Resultado del análisis de laboratorio del suelo contaminado con una cantidad de 708 mg/kg de Cobre.....	28
Tabla N°9 Resultado del análisis de laboratorio del suelo contaminado con una cantidad de 531 mg/kg de Cobre.....	28
Tabla N°10 Resultado del análisis de laboratorio para suelo contaminado con las diferentes cantidades de cobre.....	28
Tabla N°11 Resultado del laboratorio para la raíz de la especie <i>Lobularia marítima (Alyssum)</i> plantado en un suelo contaminado de cobre.....	29
Tabla N°12: Resultado del laboratorio para el tallo de la especie <i>Lobularia marítima (Alyssum)</i> plantado en un suelo contaminado de cobre.....	30
Tabla N°13: Recuperación de suelo contaminado del Distrito de Los Olivos altura Segunda de Pro.....	33
Tabla N°14: Absorción de cobre por las raíces de la especie <i>Lobularia marítima (Alyssum)</i> del suelo contaminado del Distrito de Los Olivos altura Segunda de Pro.....	34
Tabla N°15 Absorción de cobre por el tallo de la especie <i>Lobularia marítima (Alyssum)</i> del suelo contaminado del Distrito de Los Olivos altura Segunda de Pro.....	35
Tabla N°16 Comparación del porcentaje de recuperación del suelo agrícola del Distrito de Los Olivos altura segunda de Pro y los límites máximos permisibles de España 2010.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1 La especie <i>Lobularia marítima (Alyssum)</i>	9
Figura N°2 Sulfato de cobre utilizado en la agricultura por el método de la fumigación.....	11
Figura N°3 Sulfato de cobre utilizado en la agricultura Directamente al suelo junto al tallo de la planta.....	11
Figura N°4 Codificación de las macetas para la mejor toma de	

datos, seguimiento y análisis.....	23
Figura N°5 Hiperacumulación inducida a cantidades de 708mg/kg y 531mg/kg de cobre.....	25
Figura N°6 La especie <i>Lobularia marítima (Alissum)</i> en las diferentes cantidades de cobre en el suelo de las macetas.....	26
Figura N°7 Método para la dilución del cobre.....	26
Figura N°8 Disminución de la cantidad de cobre en suelo contaminado a diferentes cantidades de cobre.....	29
Figura N°9 Absorción de cobre por la raíz de la especie <i>Lobularia marítima (Alyssum)</i> del suelo contaminad a diferentes cantidades de cobre en el distrito de Los Olivos.....	30
Figura N°10 Absorción de cobre por el tallo de la especie <i>Lobularia marítima (Alyssum)</i> del suelo contaminad a diferentes cantidades de cobre en el distrito de Los Olivos.....	31
Figura N°11 Composición de un suelo agrícola.....	32
Figura N°12 Porcentaje de recuperación de los suelos contaminado por cobre.....	33
Figura N°13 Porcentaje de absorción de cobre por la raíz de la especie <i>Lobularia marítima (Alyssum)</i>	35
Figura N° 14 Porcentaje de absorción de cobre por el tallo de la especie <i>Lobularia marítima (Alyssum)</i>	36
Figura N°15 Gráfica comparativa de los Análisis del laboratorio y los LPM de España para suelo agrícola.....	37
Figura N°16 Lugar de la toma de muestra, suelo agrícola del Distrito de Los Olivos altura segunda de Pro.....	46
Figura N°17 Muestra de suelo agrícola del Distrito de Los Olivos altura segunda de Pro.....	46
Figura N°18 Maceteros con plantaciones de la especie <i>Lobularia marítima (Alissum)</i>	47
Figura N°19 Balanza analítica para medir la cantidad de Cobre.....	47
Figura N°20 Pasos para del análisis de Cobre en el suelo, raíz y tallo por el método de Espectroscopía de absorción atómica.....	48
Figura N°21 Análisis de la constancia de verificación de las especie <i>Lobularia marítima (Alissum)</i>	49

Figura N°22 Primera muestra de análisis para suelo contaminado por exceso de uso de fertilizante.....	50
Figura N°23 Segunda muestra de análisis para suelo contaminado por exceso de uso de fertilizante.....	51
Figura N°24 Tercera muestra de análisis para suelo contaminado por exceso de uso de fertilizante.....	52
Figura N°25 Primer análisis para suelo inducido a contaminación	53
Figura N°26 Segundo análisis para suelo inducido a contaminación con 708 mg/kg de cobre y 531 mg/kg de Cobre.....	54
Figura 27: Tercer análisis para suelo inducido a contaminación con 708 mg/kg de cobre y 531 mg/kg de Cobre.....	55

RESUMEN

El objetivo de este estudio es determinar en qué medida la especie *Lobularia marítima* (*Alissum*) reduce el nivel de concentración de cobre (Cu.) en el suelo contaminado del Distrito de Los Olivos altura Segunda de Pro. El suelo contaminado del Distrito de Los Olivos altura Segunda de Pro tiene como principal fuente de contaminación a los fertilizantes sintéticos (insecticidas, pesticidas, herbicidas, fungicida) que contiene sulfato de cobre como uno de los aditivos para el crecimiento y desarrollo de la planta. El procedimiento realizado en este estudio con suelo contaminado en el Distrito de Los Olivos altura Segunda de Pro, comenzó con el traslado del suelo y la especie *Lobularia marítima* (*Alissum*) a un laboratorio certificado para verificar los resultados del proceso de la fitorremediación. El estudio del nivel de contaminación del suelo se dio con una frecuencia de treinta días y cuarenta y cinco días. En donde se obtuvo resultados para su análisis. Los suelos llevados al laboratorio tuvieron un nivel de contaminación de 531mg/kg de Cobre, 708 mg/kg. de Cobre y el suelo contaminado por el excesivo uso de fertilizantes. En donde se tomó el suelo contaminado por el uso excesivo de fertilizantes de contaminante para nuestro estudio de fitorremediación y los suelos con niveles de 531 mg/kg. de Cobre y 708 mg/kg. de Cobre para verificar si la planta *Lobularia marítima* (*Alyssum*) es una planta hiperacumuladora para el metal del Cobre tomando apuntes, fotografías y grabaciones. El sulfato de cobre que se utilizó como abono para la agricultura es diluido durante la fabricación por las industrias hasta obtener un 17% de su pureza. Este abono inorgánico una vez llegado al suelo mediante la fumigación tiene se mantiene en la planta hasta 5 años antes de que la planta lo absorba y lo sintetice completamente otra de las formas de contaminación del suelo es cuando se aplica directamente al suelo en forma de abono. El uso de la especie *Lobularia marítima* (*Alyssum*) como especie fitorremediadora para suelos contaminados por metales se puede realizar por dos métodos de tratamiento ex-situ ó in-situ.

En esta investigación se desarrolló tomando en cuenta el método ex – situ con el cual se obtuvo resultados favorables en referencia a la norma Española para suelo agrícola contaminado (LMP). Los resultados encontrados fueron: para el suelo contaminado del distrito de Los Olivos por el uso excesivo de fertilizante la muestra en el día uno presentó 185mg/kg de cobre disminuyendo en el día cuarenta y cinco hasta 97mg/kg de cobre, la cantidad de cobre encontrado en la raíz de la especie *Lobularia marítima* (*Alyssum*) en el día uno fue de 130mg/kg de cobre disminuyendo en el día cuarenta y cinco hasta 53mg/kg de cobre, la cantidad de cobre, La cantidad de cobre encontrado en el tallo de la especie *Lobularia marítima* (*Alyssum*) en el día uno fue de 43mg/kg de cobre disminuyendo en el día cuarenta y

ABSTRACT

The aim of this study is to determine to what extent the maritime *Lobularia* species (*Alisum*) reduces the level of concentration of copper (Cu) in polluted District of Los Olivos Pro Second floor height. The contaminated soil District of Los Olivos Second tall Pro's main source of pollution to synthetic fertilizers (insecticides, pesticides, herbicides, fungicide) containing copper sulfate as one of additives for growth and plant development. The procedure performed in this study with contaminated soil in the District of Los Olivos height Pro II began with the transfer of land and maritime *Lobularia* species (*Alisum*) to a certified laboratory to verify the results of the process of phytoremediation. The study of the soil contamination level is given with a frequency thirty days to forty-five days. Where results were obtained for analysis. The soil under laboratory had a contamination level of 531mg / kg of copper, 708 mg / kg. Copper and soil contaminated by excessive use of fertilizers. Where soil contaminated by excessive use of polluting fertilizer use for our study phytoremediation and soil levels of 531 mg / kg was taken. Copper and 708 mg / kg. Copper to check *Lobularia* sea floor (*Alyssum*) is a metal hyperaccumulator Copper for taking notes, photographs and recordings plant. Copper sulfate was used as an agricultural fertilizer is diluted during manufacturing industries to obtain a 17% purity. This inorganic fertilizer once reached the soil by spraying has kept on the ground until five years before the plant to absorb and fully synthesize another form of soil contamination is when applied directly to the soil as fertilizer. Using species *alyssum* (*Alyssum*) as *fitoremediadora* species soils contaminated with metals can be performed by two methods of ex-situ or in-situ treatment. This research was developed taking into account the method ex - situ with which favorable results were obtained in reference to the Spanish standard for contaminated agricultural land (LMP). The results were: for the polluted district of Los Olivos by overuse of fertilizer soil sample on day one had 185mg / kg of copper decline in the forty-five day to 97mg / kg of copper, the amount of copper found in the following species *alyssum* (*Alyssum*) on day one was 130mg / kg in reducing copper forty-five days to 53mg / kg of copper, the amount of copper, the amount of copper found in the stem *Lobularia* maritime species (*Alyssum*) on day one was 43mg / kg in reducing copper forty-five days to 19mg / kg copper. The amount of copper found in agricultural land in the district of Los Olivos was compared with the LMP of Spain to agricultural land which is 148mg / kg. initially contaminated agricultural soil in Los Olivos has a number of copper 185mg / kg surpassing the LMP of Spain decrease until the 97mg / kg on day forty-five that is below the LMP. These results were compared with the results of the background mentioned in this investigation.

Keywords: Fitorremediación, pollution, absorption.