



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

FITORREMEDIACIÓN EN EL SUELO CONTAMINADO CON COBRE
CON LA ESPECIE MENTA (*Mentha piperita*) Y MATERIA
ORGÁNICA, LIMA 2014

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL

AUTOR:

DÁVILA CORCINO, KRISTELL YESENIA

ASESOR:

MAG. ING. AMANCIO GUZMÁN RODRÍGUEZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

INGENIERÍA DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS
NATURALES

LIMA-PERÙ

2014

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi hermana Chelsy, por acompañarme siempre, compartir experiencias y mostrarme con su simpleza su amor incondicional. Quiero que tomes este trabajo como muestra de que con esfuerzo se puede conseguir metas importantes que nos ayudan a crecer y superar retos como persona y profesional. Quiero que sepas que el compromiso que demuestras al tomar tus decisiones y cumplirlas ha influido mucho en mis decisiones de no desistir.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirme vivir y compartir diversas experiencias durante todo el proceso de realización del proyecto junto a personas que han sido parte de este importante paso en mi vida.

A mi padre, quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional.

A mi madre, quien con sus ganas de emprender y su empuje diario han calado en mis decisiones de culminar y cumplir mis objetivos sin peros de por medio.

A mi hermana quien me enseña todos los días que el compromiso y responsabilidad van de la mano enfrentando los retos y complicaciones con mucha valentía.

A mi familia, por los momentos compartidos, las muestras de afecto y por estar ahí para mí, siempre.

A mis amigos, quienes con su compañía y apoyo de todos los días han hecho que dedique un poco más de tiempo a este proyecto acompañándome en el proceso.

DECLARATORIA DE AUMENTICIDAD

Yo, Kristell Dávila Corcino estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, identificada con DNI N° 71602058, con la tesis titulada: "FITOESTABILIZACIÓN EN EL SUELO CONTAMINADO CON COBRE CON LA ESPECIE MENTA (*Mentha piperita*) Y MATERIA ORGÁNICA, LIMA 2013-14" declaro que:

- a) La tesis es de mi autoría.
- b) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto la tesis no ha sido plagiada.
- c) La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

Lima, 19 de Julio 2014

Kristell Dávila Corcino



PRESENTACIÓN

La minería en nuestro país es una actividad latente que genera un impacto significativo en los lugares donde se realiza. Desde el punto de vista ambiental los pasivos de esta actividad son tremendamente nocivos que afectan al medio y a la población circundante. Como solución a un problema continuo se proponen diversas formas de remediar con tratamientos físicos, químicos y biológicos. En esta oportunidad se toma en cuenta de manera relevante el tratamiento biológico.

El trabajo muestra los resultados que se obtienen de la aplicación de la técnica de fitoestabilización en suelos contaminados con la finalidad de reducir el porcentaje de contaminante en el suelo, la cual se plantea como una solución contemporánea y de uso óptimo no solo por los resultados que brinda sino por los cambios a los que se adaptan los lugares estudiados. Los resultados positivos son orientados hacia una solución amigable con el medio ambiente con la finalidad de estabilizar contaminantes como el cobre (Cu) en el suelo afectado por actividades industriales.

Para la determinación y comparación de los resultados se tomó como referencia los valores establecidos en los ECA de la Unión Europea con la finalidad de tomar como parámetro valores mínimos que suponen la calidad del suelo.

Por razones relevantes de cuidado de medio ambiente para este estudio se ha realizado una simulación de dos parcelas de suelo contaminado con el metal cobre (Cu) en las cuales se aplicaron los tratamientos de fitoestabilización.

Por consiguiente en el proyecto se recopila información ligada al estudio de gran valor utilizada como referencia, asimismo se describe el proceso metodológico con las muestras y diseños establecidos para el estudio de investigación además del proceso de determinación de los valores reales como resultado la aplicación de la técnica de fitoestabilización a las muestras de suelo contaminado simulado.

Finalmente se presentan gráficos, tablas e imágenes como información didáctica para un mejor entendimiento.

ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	iv
PRESENTACIÓN.....	v
ÍNDICE.....	vi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	2
FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA, TÉCNICA O HUMANISTA.....	7
JUSTIFICACIÓN.....	13
1.1. Problema	14
1.2. Hipótesis	14
1.3. Objetivos	15
II. MARCO METODOLÓGICO	
2.1. Variables.....	16
2.2. Operacionalización de Variables	16
2.3. Metodología	17
2.3.1. Fase Pre – Experimental	17
Proceso de Armado de Parcela	17
Procedo de Preparación del Suelo	19
Proceso de Caracterización del Suelo.....	20
Ensayo de Infiltración.....	20
Ensayo de Conductividad Eléctrica	22
Ensayo de pH y T ^º	25

2.3.2. Fase Experimental.....	27
Proceso de Siembra	27
Proceso de Riego	28
Proceso de Adición de Materia Orgánica (M.O.).....	28
Proceso para la Toma de Submuestras y Muestras	30
Conservación y Transporte de las Muestras	30
2.4. Tipos de Estudio	31
2.5. Diseño	31
2.6. Población, Muestra y Muestreo	34
2.6.1. Población	34
2.6.2. Muestra	34
2.6.3. Muestreo	35
2.6.3.1. Técnica de Muestreo	35
2.6.3.2. Tipo de Muestreo	35
2.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	35
2.7.1. Técnica de Recolección de Datos	35
2.7.2. Instrumentos para la Recolección de Datos.....	36
2.8. Métodos de Análisis de Datos	36
2.8.1. Determinación de la Concentración	36
2.8.2. Prueba de Hipótesis para la Media Poblacional	37
2.8.3. T-Student	37
2.9. Aspectos Éticos	38

III. RESULTADOS

3.1. Pre – Experimental 39

3.2. Experimental 43

3.2.1. Tratamiento 1 43

3.2.2. Tratamiento 2 45

3.3.3. Determinación del Tratamiento más Efectivo 48

IV. DISCUSIÓN 50

V. CONCLUSIONES 53

VI. RECOMENDACIONES 54

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 55

ANEXOS

LISTA DE IMÁGENES

IMAGEN 1: Especie <i>Mentha piperita</i>	25
IMAGEN 2: Parcelas de madera forradas con la primera capa (plástico transparente)	31
IMAGEN 3: Parcelas de madera forradas con la segunda capa (plástico doble)	31
IMAGEN 4: Parcela de madera cubierta con plástico	31
IMAGEN 5: Suelo colocado en las parcelas	32
IMAGEN 6: Suelo en las parcelas de tratamiento y testigo	32
IMAGEN 7: Tubo de 6cm de diámetro hundido en el suelo	33
IMAGEN 8: Colocación del plástico encima de la superficie	34
IMAGEN 9: Adición de Agua Destilada	34
IMAGEN 10 y 11: Pausadamente se extrae el plástico	34
IMAGEN 12 y 13: Absorción del agua	35
IMAGEN 14 y 15: Colocación del tubo 3 cm de diámetro a 10cm de profundidad	35
IMAGEN 16 y 17: Obtención de la muestra	36
IMAGEN 18: Muestra obtenida	36
IMAGEN 19 y 20: Adición de agua destilada	36
IMAGEN 21: Conductivímetro	37
IMAGEN 22 y 23: Medición de la muestra	37
IMAGEN 24: Solución Buffer	38
IMAGEN 25: Calibración del Ph – metro	38
IMAGEN 26: Medición de Ph de la muestra	39
IMAGEN 27 y 28: Ph y Temperatura	39
IMAGEN 29 y 30: Siembra	40
IMAGEN 31: Obtención y toma de muestra	43

LISTA DE TABLAS

TABLA 1: Coeficiente Isohúmico (K_1) de diversos productos empleados como abono	42
TABLA 2: Prueba de Ensayo de Suelos antes del Tratamiento para todas las Parcelas	51
TABLA 3: Prueba de Ensayo de Suelos durante del Tratamiento para todas las Parcelas	52
TABLA 4: Prueba de Ensayo de Suelos después del Tratamiento para todas las Parcelas	52
TABLA 5: Tabla Comparativa – Pruebas de Ensayo (Parcela 1: Tratamiento 1)	53
TABLA 6: Tabla Comparativa – Pruebas de Ensayo (Parcela 2: Tratamiento 2)	53
TABLA 7: Valores de Concentración Inicial y Final de todas las Repeticiones	55
TABLA 8: Valores de Concentración (media) Inicial y Final	55
TABLA 9: Cantidad y Porcentaje de Absorción	56
TABLA 10: Valores de Concentración Inicial y Final de todas las Repeticiones	57
TABLA 11: Valores de Concentración (media) Inicial y Final	58
TABLA 12: Cantidad y Porcentaje de Absorción	59
TABLA 13: Concentraciones Iniciales y Finales de los dos Tratamientos	60
TABLA 14: Prueba de muestras relacionadas	58
TABLA 15: Prueba de muestras relacionadas	59

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: Prueba de Ensayo de Suelo – Parcela 1	54
GRÁFICO 2: Prueba de Ensayo de Suelo – Parcela 2	54
GRÁFICO 3: Concentración de Cu antes y después del Tratamiento 1	56
GRÁFICO 4: Porcentaje de Absorción – Tratamiento 1	57
GRÁFICO 5: Concentración de Cu antes y después del Tratamiento 2	58
GRÁFICO 6: Porcentaje de Absorción – Tratamiento 2	59
GRÁFICO 7: Concentraciones iniciales y finales de los dos tratamientos	60
GRÁFICO 8: Comparación de porcentaje absorbido de los Tratamientos 1 y 2	61

RESUMEN

El estudio se llevó a cabo en la ciudad de Lima con una duración de seis meses consecutivos. Se ha realizado una simulación de dos parcelas de suelo contaminado con cobre (Cu) en los que se ha colocado varios ejemplares de la especie *Mentha piperita* (Menta) evaluando el proceso de estabilización de la planta con respecto al metal contaminante, con la finalidad de disminuir los niveles de cobre (Cu) y determinar cuál de los dos tratamientos es el de mayor efectividad.

Se aplicaron dos tratamientos: el primero utilizando solo la especie *Mentha piperita* y el segundo, la especie adicionando materia orgánica, debido a que ésta mejora la actividad catabólica de la planta aumentando su capacidad de estabilización del contaminante, utilizando el cobre como fuente de alimento y energía disminuyendo los niveles de acumulación del contaminante en el suelo. Así también se colocaron tres parcelas testigo que ayudaron a determinar si existen factores influyentes que modifican el normal desarrollo del proyecto.

Las cantidades iniciales de cobre (Cu) en el suelo fueron de 979.11 ppm (mg/kg) y 981.04 ppm (mg/kg) como valores promedio para cada parcela. Luego de los tratamientos se obtuvieron resultados que fueron favorables debido a que se evidenció una disminución de la cantidad de contaminante en el suelo, siendo el segundo tratamiento el de mayor efectividad con un valor promedio de 113.20 ppm (mg/kg) comparado al valor 515.33 ppm (mg/kg) del primer tratamiento. Los valores fueron resultados de varias repeticiones para una mayor exactitud.

Los resultados indican que la técnica de fitoestabilización con la especie *Mentha piperita* es efectiva en cuanto a estabilización del metal de cobre (Cu) se refiere. Sin embargo la adición de materia orgánica es un factor importante para su optimización. Por lo tanto se concluye que el segundo tratamiento es el de mayor efectividad.

ABSTRACT

This research conducted in the city of Lima for a period of six consecutive months. A simulation was performed of two plots of soil contaminated with copper (Cu) in which has been placed several individuals of the species *Mentha piperita* (Menta) evaluating the stabilization of the plant with respect to the contaminant metal, in order to decrease the levels of copper and determine which of the two treatments is the most effective.

Two treatments were applied: the first using only the species *Mentha piperita* and second, the species adding organic matter, because it improves the catabolic activity of the plant to increase its ability to stabilize the contaminant, using copper as a food source and decreasing energy accumulation levels of the contaminant in the soil. In addition there were applied three control plots that helped to determine if influential factors that modify the normal development of the project.

The initial amount of copper (Cu) in the soil were 979.11 ppm (mg/kg) and 981.04 ppm (mg/kg) as average values for each plot. After the treatments it was obtained favorable results. It showed a decrease in the amount of contaminant in the ground, being the second one the most effective treatment with an average value of 113.20 ppm (mg/kg) compared to 515.33 ppm (mg/kg) the value of the first treatment. The values were results of several repetitions for best accuracy.

The results indicate that the technique of phytostabilization with the species *Mentha piperita* is effective in terms of stability of the metal copper (Cu) refers. However, the addition of organic matter is an important factor for its optimization. Therefore it is concluded that the second treatment is the most effective.