

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL



APLICACIÓN DEL SISTEMA DE FITORREMEDIACIÓN PARA
SUELOS CONTAMINADOS POR METALES PESADOS,
SIMULADO EN UNA MINI PLANTA DE TRATAMIENTO,
EMPLEANDO LAS ESPECIES *Caesalpinia spinosa* Y *Schinus
molle* - LOS OLIVOS, JUNIO-NOVIEMBRE 2013

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

GANVINI MENDOZA, IRWIN WILHELM

ASESORA

Q.F. MÓNICA GUADALUPE RETUERTO FIGUEROA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

INGENIERÍA DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS
NATURALES

LIMA – PERÚ

2013-II

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

A mis padres, Romain e Isabel, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ellos, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y por el orgullo que sienten por mí, me hizo continuar hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

A mis hermanos, Romain, Willy e Ingrid, gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida. Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso, sincero e incondicional apoyo.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mis padres, Romain e Isabel, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me han demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

A mis hermanos, Romain, Willy e Ingrid, quienes con sus consejos me han ayudado a afrontar los retos que se han presentado a lo largo de mi vida.

A la profesora Q.F. Mónica Guadalupe Retuerto Figueroa, por su incondicional apoyo y dedicación profesional para que se pueda realizar este trabajo de investigación.

Al Ing. Víctor Manuel Córdova Espinoza, Jefe del área de Mantenimiento Mecánico de la Empresa Filamentos Industriales S.A. por toda la comprensión brindada durante la elaboración de esta tesis.

Al Licenciado Carlos Alberto Jaimes Velasquez, por sus magníficos aportes dentro del desarrollo de la estadística en el presente trabajo.

A todas las personas que de una manera u otra se vieron involucradas con esta investigación, ofreciendo su ayuda constante y desinteresada.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE.....	iv
PRESENTACIÓN	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	9
1.1.1. Planteamiento del Problema	9
1.1.2. Formulación del problema	10
1.1.2.1. Problema General:.....	10
1.1.2.2. Problemas específicos:	10
1.1.3. Justificación	10
1.1.4. Antecedentes.....	11
1.1.4.1. Internacionales	11
1.1.4.2. Nacionales	15
1.1.4.3. Locales	16
1.1.5. Objetivos	17
1.1.5.1. General.....	17
1.1.5.2. Específicos.....	17
1.2. MARCO REFERENCIAL	17
1.2.1. Marco Teórico	17
1.2.1.1. Remediación de suelos	18
1.2.1.5. Especies a ser analizadas	21
1.2.2. Marco Conceptual.....	23
2. MARCO METODÓLOGICO	25
2.1. Hipótesis	25
2.1.1. General.....	25
2.1.2. Específicas.....	25

2.2.	Identificación de variables	25
2.2.1.	Definición conceptual	25
2.2.2.	Definición operacional	26
2.3.	Metodología	26
2.3.1.	Tipo de estudio	26
2.3.2.	Diseño de investigación	26
2.3.3.	Operacionalización de variables	27
2.4.	Población y muestra	28
2.5.	Criterios de selección	28
2.6.	Método de investigación	28
2.6.1.	Etapa I: Implementación	29
2.6.2.	Etapa II: Pre – test y Post- test	33
2.7.	Técnicas de recolección de datos	33
2.8.	Métodos de análisis de datos.....	34
2.9.	Consideraciones éticas	34
3.	RESULTADOS.....	35
3.1.	Pre – Test y Post Test 1	35
4.	DISCUSIÓN	41
4.1.	Comparación de los análisis	41
5.	CONCLUSIONES	42
6.	SUGERENCIAS.....	43
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
8.	ANEXOS.....	45

PRESENTACIÓN

La investigación realizada pretende identificar nuevas especies, las cuales puedan servir como herramientas para poder remediar suelos contaminados por plomo. Para ello se elaboró un sistema de Fitorremediación utilizando las especies *Caesalpinia spinosa* y *Schinus molle* y poder determinar si presentan la capacidad de remover este contaminante de los suelos.

Las conclusiones del presente trabajo se realizaron en base a los análisis realizados a los suelos tanto al momento de contaminar los suelos (Pre-test) como después de un período de tiempo (Post-test1 y Post-test 2). Una vez obtenidos los resultados pasaron por pruebas estadísticas con el fin de poder determinar si se pueden afirmar las hipótesis planteadas. Para el contraste de hipótesis se realizaron el análisis de variancia (Anova de un factor)

RESUMEN

La presente investigación busca determinar nuevos mecanismos que puedan servir como herramientas para poder ayudar a evitar y/o mitigar los problemas ambientales que presenciamos en nuestros tiempos. Es así, que a través de la implementación de un sistema de Fitorremediación se pretende determinar si las especies *Caesalpinia spinosa* y *Schinus molle* poseen las propiedades para poder remover el plomo en el suelo.

Para ello se emplearon 10 plantas de cada especie de un año y medio de edad, las cuales fueron sometidas a 3 tratamientos de suelos contaminados con plomo. Para poder determinar su nivel de absorción se sacaron análisis al momento de contaminar el suelo y posteriormente, pasado un determinado período de tiempo, dos análisis más.

Luego de analizar los resultados y las pruebas estadísticas, se puede concluir que sólo la especie *Schinus molle* presenta una variación significativa entre las concentraciones obtenidas en los análisis, sin embargo ambas especies tienen la capacidad de sobrevivir en presencia de concentraciones altas de este contaminante. Así mismo, recomienda que ambas especies no deben ser utilizadas como indicadores de contaminación por los motivos antes mencionados.

ABSTRACT

This research seeks to identify new mechanisms that could help us like tools to prevent and / or mitigate environmental problems we witnessed on our times. So, through of an implementation of a Phytoremediation system is intended to determine whether species *Schinus molle* and *Caesalpinia spinosa* have the properties to remediate the contaminated soil.

To make this investigation we used 10 plants of each species that are a year and a half old, which were subjected to 3 different treatments of contaminated soils with lead. To determine the level of absorption, analysis had to be performed once contaminated the soil and then after a certain period of time, two more tests.

After analyzing the results and the statistical tests, we can conclude that only the specie *Schinus molle* is able to phytoremediate lead in the soil, however both species have the ability to survive in the presence of high concentrations of this pollutant. It also recommends that both species cannot be used as indicators of pollution for the reasons mentioned above.