



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Eficiencia de biofiltro atmosférico de musgos para la remoción de plomo (Pb) en el kilómetro 6.5 de la Carretera Central, Ate - 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Br. Mori Gallardo, Laura Pamela

ASESOR:

Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2018

PÁGINA DEL JURADO

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don
 (a) Laura Pamela Mori Gallardo
 cuyo título es: Eficiencia de biofiltro atmosférico de
musgo para la remoción de plomo (Pb) en el
kilometro 6.5 de la Carretera Central, Ate - 2018

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 14 (número)
CATORCE (letras).

Los Olivos 13 de 12 del 2018

 PRESIDENTE	 SECRETARIO
---	--


 VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Dedicatoria

De manera especial a mi madre por su esfuerzo, comprensión y apoyo incondicional en los momentos más importantes de mi etapa de estudios universitarios. Eres una mujer que me llena de orgullo y no va haber manera de devolver tanto que me has ofrecido.

A mis hermanos por su apoyo y confianza para poder cumplir mis objetivos como persona y estudiante.

Agradecimiento

A Dios por darme la vida, a mis padres, hermanos y sobrinos, siendo ellos los principales promotores de mis sueños.

A mis padres por siempre desearme lo mejor para mi vida, por sus consejos que me motivaron a seguir adelante, por contar y creer incondicionalmente en mí.

Gracias sinceras a mi madre por todo el esfuerzo desmedido que hizo para culminar mi carrera.

A mis hermanos por toda la confianza y el apoyo incondicional que me transmitieron en toda mi etapa universitaria.

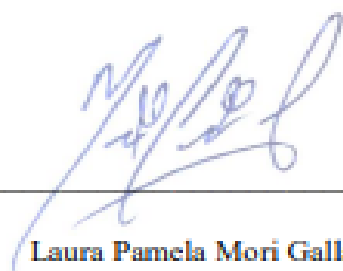
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Laura Pamela Mori Gallardo con DNI N° 48506162, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño 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 dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Los Olivos 13 de diciembre de 2018.



Laura Pamela Mori Gallardo

DNI N° 48506162

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, presento ante ustedes la Tesis titulada “EFICIENCIA DE BIOFILTRO ATMOSFÉRICO DE MUSGO PARA LA REMOCIÓN DE PLOMO EN EL KILOMETRO 6.5 DE LA CARRETERA CENTRAL, ATE - 2018”.

La Autora.

Laura Pamela Mori Gallardo

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2 TRABAJOS PREVIOS.....	2
1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA.....	4
1.3.1. Contaminación en el Distrito de Ate.....	4
1.3.2. Contaminación	5
1.3.2 Contaminación Atmosférica	5
1.3.3 Fuentes de contaminación.....	5
1.3.3.1 Fuentes puntuales o fuentes fijas	5
1.3.3.2 Fuentes de área	5
1.3.3.3 Contaminación Primario.....	5
1.3.3.4. Contaminación Secundario.....	6
1.3.4. Principales Fuentes de Contaminación del Aire.	6
1.3.4.1 Material Particulado.	6
1.3.4.2 Ozono	6

1.3.4.3 Dióxido de nitrógeno	6
1.3.4.4 Plomo.....	6
1.3.4.5 Monóxido de Carbono	6
1.3.4.6 Dióxido de azufre	7
1.3.4.6 Metales Pesados.....	7
1.3.5 Límite Máximo Permisible	7
1.3.6 Estándar de Calidad Ambiental	7
1.3.7. Actualización de Estándar de Calidad Ambiental para Aire	7
1.3.8. Efectos de la Contaminación del Aire	8
1.3.9 Musgo <i>Sematophyllum</i> y <i>Sphagnum moss</i>	8
1.3.9.1 Taxonomía de las especies vegetales <i>Sematophyllum</i> y <i>Sphagnum moss</i>	8
1.3.9.2 Descripción de los musgos	9
1.3.9.2 Musgo Morfología.....	10
1.3.9.3 Ciclo de vida del musgo	10
1.3.10 Adsorción.....	11
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.4.1 Problema general	12
1.4.2 Problema específico.....	12
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	12
1.6 HIPÓTESIS	14
1.6.1 Hipótesis General	14
1.6.2 Hipótesis Específicas.....	14
1.7 OBJETIVOS	15
1.7.1 Objetivo General.....	15
1.7.2 Objetivo Específico	15
II. MÉTODO	16
2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	16

2.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	16
2.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	21
2.4.1 Población	21
2.4.2 Muestra	21
2.4.3 Muestreo	23
2.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD	23
2.5.2.1 Elaboración de los biofiltros de musgo	24
2.5.2. PROCEDIMIENTO EN LABORATORIO.....	33
2.5.3 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD	39
2.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	40
2.7. ASPECTOS ÉTICOS	40
III. RESULTADOS	41
3.1. RESULTADO DE PLOMO EN LAS ESPECIES DE PLANTAS PRESENTES EN LA AVENIDA NICOLÁS AYLLON, KILÓMETRO 6.5, CARRETERA CENTRAL DISTRITO DE ATE.	41
3.2 . RESULTADOS INICIALES DE PLOMO, CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICOS.....	42
3.1.2 Características físico – Químicos iniciales.....	43
3.1.1 Cantidad de agua y porcentaje de humedad en los musgos.....	44
3.2. RESULTADOS FINALES CON LOS BIOFILTROS DE MUSGOS EXPUESTOS EN DIFERENTES TIEMPOS Y PESOS.	45
3.2.1 Resultados finales de los parámetros físico - químicos de los biofiltros de musgos expuestos en 15 y 30 días.	45
3.2.2. Resultados de espectrometría por absorción atómica de plomo en los biofiltros de musgos <i>Sematophyllum</i> y <i>Sphagnum moss</i> en 15 y 30 días de exposición.	56
3.2.2.3 Resultados finales de los biofiltros de musgos <i>Sematophyllum</i> y <i>Sphagnum moss</i> en 30 días de exposición.....	58

3.2.3 Resultados finales de la eficiencia de remoción del plomo con los biofiltros atmosféricos de musgos <i>Sematophyllum</i> y <i>Sphagnum moss</i> en 15 y 30 días de exposición.....	60
IV. DISCUSIÓN	79
V. CONCLUSIONES	81
VI. RECOMENDACIONES	82
VII. REFERENCIAS	83
ANEXOS	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura del musgo.....	10
Figura 2. Ciclo de vida del musgo.....	11
Figura 3. Puntos de tratamiento en el kilómetro 6.5 de la carretera central de Nicolás Ayllon	18
Figura 4. El área de trabajo.....	21
Figura 5. Retirando el material particulado de las especies vegetales.....	24
Figura 6. Musgos y materiales para la elaboración de los biofiltros.	25
Figura 7. Musgo <i>Sphagnum moss</i>	26
Figura 8. Musgo <i>Sematophyllum</i>	26
Figura 9. Reproducción del musgo <i>Sphagnum moss</i>	26
Figura 10. Reproducciones del musgo <i>Sematophyllum</i>	26
Figura 11. Elaboración de biofiltros.....	27
Figura 12. Pesando los musgos <i>Sematophyllum</i> y <i>Sphagnum moss</i> en diferentes cantidades.	27
Figura 13. Los biofiltros con musgos <i>Sematophyllum</i> y <i>Sphagnum moss</i> en diferentes pesos	28
Figura 14. Puntos de monitoreo de los biofiltros de musgo.....	29
Figura 15. Temperatura y humedad atmosférica.....	29
Figura 16. Recolección de biofiltros <i>Sematophyllum</i> y <i>Sphagnum moss</i>	30
Figura 17. Muestras de musgos <i>Sematophyllum</i> y <i>Sphagnum moss</i> después de su exposición	31
Figura 18. Pesando las muestras de biofiltros de musgo <i>Sematophyllum</i> y <i>Sphagnum moss</i> para cada punto.....	31
Figura 19. Limpiando biofiltros de musgo <i>Sphagnum moss</i> y <i>Sematophyllum</i>	32
Figura 20. Homogenización de las muestras de musgo <i>Sematophyllum</i> y <i>Sematophyllum</i>	32
Figura 21. Vista microscópica de musgo <i>Sematophyllum</i> y <i>Sphagnum moss</i>	34
Figura 22. Pesando musgos inicialmente para determinar la cantidad de agua.....	35
Figura 23. Pesando las muestras iniciales de musgo.....	36
Figura 24. Preparación de los extractos de musgo <i>Sematophyllum</i> y <i>Sphagnum moss</i>	36
Figura 25. Analizando con el multiparametro el extracto de musgo.....	36
Figura 26. Incinerando las muestras de musgos.....	37
Figura 27. Dejando enfriar musgos incinerados.....	38

Figura 28. Proceso para el análisis de absorción atómica	38
Figura 29. Reconocimiento del área de trabajo	86
Figura 30. Retirando el material particulado con plomo de la especie vegetal.	86
Figura 31. Musgos y materiales para diseñar el biofiltro	86
Figura 32. Regando a los musgos	86
Figura 33. Pesando a los musgos para colocar en los biofiltros	86
Figura 34. Pesando a los biofiltros con musgos antes de ser colocados en las viviendas ...	87
Figura 35. Muestras codificadas de musgos listas para su incineración	87
Figura 36. Analizando la cantidad de agua y porcentaje de humedad	87
Figura 37. Recolección de biofiltros de musgo después de su exposición en la av. Nicolás ayllon	87
Figura 38. Biofiltros de musgo en las viviendas	87
Figura 39. Colocando musgos en los biofiltros	87
Figura 40. Muestras de musgo incineradas	87
Figura 41. Muestras de biofiltro de musgo recolectadas a 15 días de exposición.....	87
Figura 42. Incinerando muestras de musgos en la estufa	87
Figura 43. Muestras de musgo pastosas en la estufa	87
Figura 44. Muestras de musgos en la fiola para la absorción atómica.	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estándar de calidad ambiental para aire	8
Tabla 2. Clasificación taxonómica <i>Sematophyllum</i>	9
Tabla 3. Clasificación taxonómica <i>Sphagnum moss</i>	9
Tabla 4. Diseño experimental.....	17
Tabla 5. Operacionalización de las variables	19
Tabla 6. Operacionalización de las variables independiente.....	20
Tabla 7. Punto de ubicación de la población.....	21
Tabla 8. Puntos de ubicación del área de trabajo	22
Tabla 9. Puntos de tratamiento	22
Tabla 10. Técnica e instrumentos	23
Tabla 11. Código de los musgos iniciales	33
Tabla 12. Código de las muestras de musgos.....	33
Tabla 13. Código de las muestras de musgos expuestas en cada punto.....	33
Tabla 14. Resultados del plomo (Pb) en las especies vegetales del distrito de Ate	41
Tabla 15. Resultados de análisis de espectrofotometría de plomo (Pb) en musgos inicial .	42
Tabla 16. Características físico - químicos de los musgos <i>Sematophyllum</i> y <i>Sphagnum moss</i>	43
Tabla 17. Resultado de cantidad de agua y porcentaje de humedad para las especies <i>Sematophyllum</i> inicial (MVI) y <i>Sphagnum moss</i> inicial (MBI).....	44
Tabla 18. Parámetros físico- químicos de los biofiltros de musgos <i>Sematophyllum</i> en 15 días	45
Tabla 19. Característica físico- químicos de los biofiltros de musgos <i>Sphagnum moss</i> en 15 días.....	46
Tabla 20. Parámetros físico- químicos de los biofiltros de musgos <i>Sematophyllum</i> en 30 días	50
Tabla 21. Parámetros físico- químicos de los biofiltros de musgos <i>Sphagnum moss</i> en 30 días	51
Tabla 22. Resultado de espectrofotometría por absorción atómica de plomo (Pb) en musgos <i>Sematophyllum</i> (MV) y <i>Sphagnum moss</i> (MB), después de 15 días expuesto en la Av. Nicolás Ayllon.....	56

Tabla 23. Resultado de espectrofotometría por absorción atómica de plomo (Pb) en musgos <i>Sematophyllum</i> (MV) y <i>Sphagnum moss</i> (MB), después de 30 días expuesto en la Av. Nicolás ayllón.....	58
Tabla 24. Resultados de eficiencia de remoción de plomo con los biofiltros de musgos en el tiempo de 15 días.....	60
Tabla 25. Resultados de eficiencia de remoción de plomo con los biofiltros de musgos en el tiempo de 30 días.....	62
Tabla 26. Prueba de normalidad de shapiro –wilk por cada tratamiento realizado.....	64
Tabla 27. Prueba de ANOVA de un factor.....	65
Tabla 28. Pruebas de normalidad de datos para la temperatura	66
Tabla 29. Prueba de t-student	67
Tabla 30. pruebas de normalidad de datos para el pH.....	68
Tabla 31. Prueba de t-student	69
Tabla 32. Pruebas de normalidad de datos para la conductividad eléctrica	70
Tabla 33. Prueba de t-student	71
Tabla 34. Prueba de normalidad para datos de potencial redox	72
Tabla 35. Prueba de t-student	73
Tabla 36. Prueba de normalidad para datos de cantidad de agua.....	74
Tabla 37. Prueba de t-student	75
Tabla 38. Prueba de normalidad para datos de humedad	76
Tabla 39. Prueba de t-student	77

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Plomo en las especies vegetales de la Av. Nicolás Ayllon, Km 6.5, Ate	41
Gráfico 2. Resultado inicial de plomo en los musgos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	42
Gráfico 3. Características físico - químicos de los musgos	43
Gráfico 4. Cantidad de agua y porcentaje de humedad en los musgos.	44
Gráfico 5. Resultados de temperatura en 15 días.	46
Gráfico 6. Resultados de pH en 15 días	47
Gráfico 7. Resultados de Conductividad Electricidad en 15 días	47
Gráfico 8. Resultados de Potencial Redox en 15 días	48
Gráfico 9. Resultados cantidad de agua en 15 días	48
Gráfico 10. Resultados de Humedad en 15 días	49
Gráfico 11. Resultados de la conductividad en 30 días.....	52
Gráfico 12. Resultados de humedad en 30 días.....	53
Gráfico 13. Resultados de Cantidad de agua en 30 días.....	53
Gráfico 14. Resultados de Potencial Redox en 30 días.	54
Gráfico 15. Resultados de Temperatura en 30 días.....	55
Gráfico 16. Resultados de pH en 30 días.....	55
Gráfico 17. Resultados finales de plomo en las especies de musgos en 15 días	57
Gráfico 18. Resultados finales de plomo en las especies de musgos en 30 días.	59
Gráfico 19. Eficiencia de remoción Pb (%) con los biofiltros de musgos en 15 días.	61
Gráfico 20. Eficiencia de remoción Pb (%) con los biofiltros de musgos en 30 día.....	63

RESUMEN

El desarrollo de esta investigación tiene como objetivo determinar cuál de los dos biofiltros de musgo *Sematophyllum* y *Sphagnum moss* es más eficiente en la remoción de plomo atmosférico, en el kilómetro 6.5 de la carretera central del distrito de Ate. La concentración de material particulado con plomo atmosférico existente durante muchos años fue de 313 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Se colocaron 6 puntos de tratamiento en el área de trabajo, las cuales contenían 3 biofiltros de musgo por cada especie, en un total de 6 biofiltros, en una altura de 3 metros. El procedimiento para los biofiltros de musgos se pesó en cantidades de 100, 150 y 200 g a las especies de *Sematophyllum* y *Sphagnum moss*, esto se realizó para determinar cuál es la concentración óptima de plomo. Se analizó las propiedades fisicoquímicas de los musgos *Sematophyllum* y *Sphagnum moss* necesarias para la remoción del plomo. El tiempo de exposición de los biofiltros fue de 15 y 30 días en el mes de octubre del 2018. Los resultados obtenidos fueron en la especie musgos *Sematophyllum* para 15 días de 89.01% y en 30 días de 73.33%, en la especie *Sphagnum moss*, se obtuvo porcentajes menores para 15 días de 66.88 % y en 30 días de 47,87 %, la especie que mejor remueve el plomo atmosférico es el musgo *Sematophyllum*.

Palabras claves: biofiltros, musgo, atmosfera, remoción, material particulado y plomo.

ABSTRACT

The objective of this work is to determine which of the two biofilters of moss *Sematophyllum* and *Sphagnum moss* is more efficient in the removal of atmospheric lead, at kilometer 6.5 of the central road of the district of Ate. The concentration of particulate material with atmospheric lead existing for many years was 313 µg / m³. Six treatment points were placed in the work area, which contained 3 moss biofilters for each species, in a total of 6 biofilters, at a height of 3 meters. The procedure for the biofilters of mosses was weighed in amounts of 100, 150 and 200 g to the species of *Sematophyllum* and *Sphagnum moss*, this was done to determine what the optimum concentration of lead is. The physicochemical properties of the mosses *Sematophyllum* and *Sphagnum moss* necessary for the removal of lead were analyzed. The exposure time of the biofilters was 15 and 30 days in the month of October 2018. The results obtained were that the moss biofilters *Sphagnum moss* are more efficient in the removal of lead

Keywords: biofilters, moss, atmosphere, removal, particulate material, lead.

ANEXO 20


 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, **DR. JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ**, docente de la Facultad **Ingeniería** y Escuela Profesional de **Ingeniería Ambiental**, de la Universidad César Vallejo Filial – Lima Los Olivos, revisor de la tesis titulada:

“EFICIENCIA DE BIOFILTRO ATMOSFÉRICO DE MUSGOS PARA LA REMOCIÓN DE PLOMO (PB) EN EL KILÓMETRO 6.5 DE LA CARRETERA CENTRAL, ATE - 2018” de la estudiante **LAURA PAMELA MORI GALLARDO**, constató que la investigación tiene un índice de similitud de **19 %** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

La suscrita analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender **EL INFORME DE INVESTIGACIÓN** cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los olivos, 06 de Diciembre del 2018


.....
Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez
DNI: 08747308

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------