



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL**

**“REMOCIÓN DE PLOMO (Pb) CON LA CÁSCARA DE PLÁTANO DE  
SEDA *MUSA PARADISIÁCA*, EN AGUAS CONTAMINADAS, A NIVEL  
DE LABORATORIO, 2015”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORA:**

**ROCCA MURGA, EVELYN ANDREA**

**ASESOR:**

**Dr. CUELLAR BAUTISTA, JOSE ELOY**

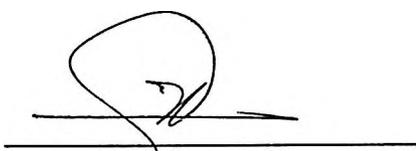
**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES**

**LIMA – PERÚ**

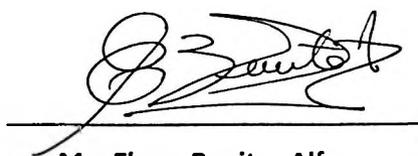
**2015**

**JURADO CALIFICADOR:**



**Dr. Sabino Muñoz Ledesma**

**PRESIDENTE**



**Mg. Elmer Benites Alfaro**

**SECRETARIO**



**Mg. Wilber Quijano Pacheco**

**VOCAL**

*A mis queridos padres Jorge, Rocca Paquillo y Haydêe,  
Murga Neira, quienes me dieron vida, educación, apoyo y  
un amor incondicional brindado a lo largo de toda mi  
vida, a mi hermana Ingrid Rocca Murga, por sus consejos  
y empuje.*

*Son el motor para la consecución de grandes metas, a ustedes por  
siempre mi corazón y agradecimiento.*

## AGRADECIMIENTOS

Agradecer en primera instancia a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr culminar mi carrera con éxito y así cumplir la meta más importante en mi vida, asimismo su infinita bondad y amor.

A mis ángeles que cuidan de mí, desde el cielo y la tierra: Víctor Murga, Alejandrina Paquillo, Gabino Rocca y Ofelia Rojas.

A mis tíos queridos Rosa y Rogger Rocca, que siempre están ahí dándome su apoyo incondicional, al igual que mi tío Flavio, que a pesar de la distancia desea lo mejor para mí.

A la familia Murga, porque solo nosotros sabemos la esencia de ser una sola familia unida y maravillosa que nunca se falta en los peores y mejores momentos.

A la familia Abanto Santa Cruz, por su cobijo y apoyo incondicional en una etapa de formación y culminación profesional.

A mi alma mater, Universidad César Vallejo por darme la oportunidad de estudiar y ser una profesional, así mismo a mi asesor, Dr. José Eloy Cuellar Bautista por su apoyo y motivación para la realización exitosa del presente estudio, clave esencial para poder culminar satisfactoriamente mi carrera profesional.

Para mis maestros de la Escuela de Ing. Ambiental, que a lo largo de todo este tiempo aportaron en las distintas etapas y aspectos de mi formación profesional, especialmente al Ing. Elmer Benites Alfaro, por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación y culminación profesional y sobre todo su amistad.

A mis compañeros de tesis, gracias por todo el sacrificio, esmero y voluntad que tuvimos siempre, en donde nunca se perdió el objetivo principal de alcanzar y terminar con éxito. Especialmente por el apoyo mutuo en nuestra formación profesional y que a pesar del tiempo y las circunstancias conservaremos esa verdadera amistad y compañerismo: Jhusty Andherson Abanto Santa Cruz y Carlos Monsalve Venturo.

A todas las personas que de alguna manera formaron parte de mi vida profesional agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida, gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Muchas Gracias.

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Evelyn Andrea Rocca Murga con DNI N° 70922166, 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 a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, Julio del 2015.

  
.....  
EVELYN ANDREA ROCCA MURGA

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado, presento ante ustedes la Tesis titulada **“REMOCIÓN DE PLOMO (PB) CON LA CÁSCARA DE PLÁTANO DE SEDA *MUSA PARADISIÁCA*, EN AGUAS CONTAMINADAS, A NIVEL DE LABORATORIO, 2015”** con la finalidad de demostrar que la cáscara de plátano de seda *Musa paradisiáca*, es eficiente en la remoción de plomo (Pb), en aguas contaminadas, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniera Ambiental Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

**El Autor**

## ÍNDICE

PAGINA DEL JURADO .....	II
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTO .....	IV
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	V
PRESENTACIÓN.....	VI
ÍNDICE .....	VII
RESUMEN.....	XIII
ABSTRAC .....	XIV
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 PROBLEMA .....	7
1.2 OBJETIVOS.....	7
CAPÍTULO II.....	9
2.1. HIPÓTESIS.....	9
2.2. VARIABLES.....	8
2.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	10
2.4. METODOLOGÍA. ....	11
2.5 TIPO DE ESTUDIO. ....	11
2.6. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	11
2.7. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS. ....	11
2.8. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	11
2.8.1. PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN PATRÓN DE PLOMO.....	12
2.8.2. PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACIÓN DEL BIOSORBENTE.....	12
2.8.3. TRABAJO EN LABORATORIO PARA LA REALIZACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS...14	
2.8.4. RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS DESPUÉS DEL TRATAMIENTO.....	16
2.9. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS. ....	17

CAPÍTULO III.....	18
III. RESULTADOS.....	18
3.1. RESULTADO DE LOS TRATAMIENTOS.....	18
3.2. RESULTADOS DE LOS TRATAMIENTOS - REPETICIÓN (1).....	21
3.3. RESULTADOS DE LOS TRATAMIENTOS - REPETICIÓN (2). ....	24
3.4. DETERMINACIÓN DE pH .....	27
3.5. DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD.....	28
3.6. DETERMINACIÓN DE LOS SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS.....	29
3.7. MÉTODO ESTADÍSTICO.....	32
CAPÍTULO IV.....	33
IV. DISCUSIÓN.....	33
CAPÍTULO V.....	35
V. CONCLUSIONES.....	35
CAPÍTULO VI.....	36
VI. RECOMENDACIONES. ....	36
CAPÍTULO VII.....	37
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
ANEXOS.....	39

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 01: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	10
CUADRO N° 02: MATERIALES DE LABORATORIO UTILIZADOS EN LA PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN PATRÓN DE PLOMO.....	12
CUADRO N° 03: METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DEL BIOSORBENTE.....	13
CUADRO N° 04: MATERIALES UTILIZADOS EN LA PREPARACIÓN DEL BIOSORBENTE.....	13
CUADRO N° 05: IDENTIFICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	15
CUADRO N° 06: MATERIALES UTILIZADOS EN EL TRATAMIENTO DE REMOCIÓN DE PLOMO.....	15
CUADRO N° 07: MATERIALES UTILIZADOS EN LA RECOLECCIÓN DE MUESTRA DESPUÉS DEL TRATAMIENTO.....	16

## ÍNDICE DE TABLA

TABLA Nº 01: RESULTADO DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS PRE TRATAMIENTO Y POST TRATAMIENTO EN EL AGUA.....	18
TABLA Nº 02: RESULTADO DE CONCENTRACIONES INICIALES (CI) Y FINALES (CF) DE PLOMO Y CONCENTRACIONES DE PLOMO REDUCIDAS EN EL AGUA.....	18
TABLA Nº 03: RESULTADO DE LA EFICIENCIA CON LA CÁSCARA DE SEDA <i>MUSA PARADISIÁCA</i> EN LOS TRATAMIENTOS EN EL AGUA .....	19
TABLA Nº 04: RESULTADO DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS PRE TRATAMIENTO Y POST TRATAMIENTO EN EL AGUA - REPETICIÓN (1).....	21
TABLA Nº 05: RESULTADO DE CONCENTRACIONES INICIALES (CI) Y FINALES (CF) DE PLOMO Y CONCENTRACIONES DE PLOMO REDUCIDAS EN EL AGUA – REPETICIÓN (1).....	21
TABLA Nº 06: RESULTADOS DE LA EFICIENCIA CON LA CÁSCARA DE SEDA <i>MUSA PARADISIÁCA</i> EN LOS TRATAMIENTOS EN EL AGUA – REPETICIÓN (1) .....	22
TABLA Nº 07: RESULTADO DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS PRE TRATAMIENTO Y POST TRATAMIENTO EN EL AGUA – REPETICIÓN (2). .....	23
TABLA Nº 08: RESULTADO DE CONCENTRACIONES INICIALES (CI) Y FINALES (CF) DE PLOMO Y CONCENTRACIONES DE PLOMO REDUCIDAS EN EL AGUA – REPETICIÓN (2).....	24
TABLA Nº 09: RESULTADOS DE LA EFICIENCIA CON LA CÁSCARA DE SEDA <i>MUSA PARADISIÁCA</i> EN LOS TRATAMIENTOS EN EL AGUA – REPETICIÓN (2).....	25
TABLA Nº 10: RESULTADOS DE pH Y TEMPERATURA EN EL AGUA.....	27
TABLA Nº 11: RESULTADOS DE LA CONDUCTIVIDAD EN LOS TRATAMIENTOS.....	28
TABLA Nº 12: RESULTADOS DE LOS SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS .....	29
TABLA Nº 13: BIOSORBENTE Y EQUIPO DE FLOCULADOR PROGRAMABLE JLT6.....	31
TABLA Nº 14: RESULTADOS ESTADÍSTICO DE MUESTRAS RELACIONADAS .....	32
TABLA Nº 15: RESULTADOS CORRELACIONES DE MUESTRAS RELACIONADAS.....	32
TABLA Nº 16: RESULTADOS T STUDENT.....	32

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 01: CONCENTRACIONES DE PLOMO REDUCIDAS MG/L .....	19
GRÁFICO N° 02: RESULTADO DE LA EFICIENCIA CON LA CÁSCARA DE SEDA <i>MUSA PARADISIÁCA</i> EN LOS TRATAMIENTOS.....	20
GRÁFICO N° 03: CONCENTRACIONES DE PLOMO REDUCIDAS MG/L – REPETICIÓN (1). .....	22
GRÁFICO N° 04: RESULTADOS DE LA EFICIENCIA CON LA CÁSCARA DE SEDA <i>MUSA PARADISIÁCA</i> PARA LOS TRATAMIENTOS – REPETICIÓN (1).....	23
GRÁFICO N° 05: CONCENTRACIONES DE PLOMO REDUCIDAS MG/L – REPETICIÓN (2).....	25
GRÁFICO N° 06: RESULTADOS DE LA EFICIENCIA CON LA CÁSCARA DE SEDA <i>MUSA PARADISIÁCA</i> PARA LOS TRATAMIENTOS – REPETICIÓN (2) .....	26
GRÁFICO N° 07: COMPORTAMIENTO DE pH Y TEMPERATURA EN EL AGUA.....	27
GRÁFICO N° 08: COMPORTAMIENTO DE LA CONDUCTIVIDAD EN LOS TIPOS DE TRATAMIENTO.....	28
GRÁFICO N° 09: COMPORTAMIENTO DE LOS STD EN LOS TIPOS DE TRATAMIENTO.....	30

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍA

FOTOGRAFÍA Nº 01: NITRATO DE PLOMO .....	39
FOTOGRAFÍA Nº 02: PESAJE DEL NITRATO DE PLOMO EN LA BALANZA ANALÍTICA .....	39
FOTOGRAFÍA Nº 03: DISOLUCIÓN DEL NITRATO DE PLOMO , CON AGUA CONTAMINADA.....	39
FOTOGRAFÍA Nº 04: VERTIMIENTO DE LA SOLUCIÓN DE NITRATO DE PLOMO EN LA FIOLA DE 1000 ML.....	39
FOTOGRAFÍA Nº 05: SOLUCIÓN PATRÓN DE 1000 MG/L DE PLOMO .....	39
FOTOGRAFÍA Nº 06: RECONOCIMIENTO Y RECOLECCIÓN DEL PLÁTANO DE SEDA <i>MUSA PARADISIÁCA</i> Y SUS CÁSCARAS.....	40
FOTOGRAFÍA Nº 07: MEDICIÓN DEL LARGO, GROSOR Y PESAJE DE LA CÁSCARA DE PLÁTANO DE SEDA <i>MUSA PARADISIÁCA</i> .....	40
FOTOGRAFÍA Nº 08: SECADO EN LA ESTUFA DE CONVENCION NATURAL DIGITAL DE LAS CÁSCARAS DE PLÁTANO DE SEDA <i>MUSA PARADISIACA</i> .....	41
FOTOGRAFÍA Nº 09: RETIRO DE LAS FUENTES DESPUÉS DEL SECADO EN LA ESTUFA DE CONVENCION NATURAL DIGITAL DE LAS CÁSCARAS DE PLÁTANO DE SEDA <i>MUSA PARADISIÁCA</i> .....	42
FOTOGRAFÍA N 10: MOLIENDA DE LAS CÁSCARAS DE PLÁTANO DE SEDA <i>MUSA PARADISIÁCA</i> , CON AYUDA DE UN MOLINO.....	43
FOTOGRAFÍA Nº 11: TAMIZADO DE LAS CÁSCARAS DE PLÁTANO DE SEDA <i>MUSA PARADISIÁCA</i> , CON AYUDA DE TAMICEZ GRANULOMETRICOS DE 53, 90, 180, 355, 500 UM.....	44
FOTOGRAFÍA Nº 12: PESAJES DE DOSIS DEL BIOSORBENTE CON AYUDA DE LA BALANZA ANALÍTICA.....	45
FOTOGRAFÍA Nº 13: SOLUCIÓN NÍTRICA DE PLOMO Y 15 MUESTRAS UTILIZADAS PARA LOS TRATAMIENTOS.....	46
FOTOGRAFÍA Nº 14: DOSIS DE BIOSORBENTES UTILIZADAS PARA LOS TRATAMIENTOS.....	46
FOTOGRAFÍA Nº 15: JARRAS UTILIZADAS EN EL EQUIPO DE FLOCULADOR PROGRAMABLE JLT6, CON LAS CONCENTRACIONES INICIALES DE PLOMO PARA EL TRATAMIENTO.....	46
FOTOGRAFÍA Nº 16: VERTIMIENTO DE DOSIS DEL BIOSORBENTE CORRESPONDIENTE A CADA TRATAMIENTO, EN LAS JARRAS UTILIZADAS EN EL EQUIPO DE FLOCULADOR PROGRAMABLE JLT6.....	47

FOTOGRAFÍA Nº 17: EQUIPO DE FLOCULADOR PROGRAMABLE JLT6, CON LAS JARRAS CORRESPONDIENTES LISTAS PARA EL TRATAMIENTO.....	47
FOTOGRAFÍA Nº 18: SEDIMENTACIÓN DEL BIOSORBENTE EN LAS JARRAS UTILIZADAS EN EL EQUIPO DE FLOCULADOR PROGRAMABLE JLT6, DESPUES DEL TRATAMIENTO.....	47
FOTOGRAFÍA Nº 19: PRESERVACIÓN DE LAS MUESTRA DE LOS TRATAMIENTOS CON ÁCIDO NITRICO ( $\text{H}\ddot{\text{N}}\text{O}_3$ ) .....	48
FOTOGRAFÍA Nº 20: MUESTRAS LISTAS DE LOS TRATAMIENTOS, PARA SER ANALIZADAS.....	48

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal determinar la eficiencia de remoción de plomo (Pb) con la cáscara de plátano de seda *Musa paradisiáca*, en aguas contaminadas, a nivel de laboratorio, 2015; para el desarrollo de investigación se hizo uso del equipo de floculador programable JLT6, la cual se aplicaron 5 tratamientos, M1 de 5 mg/l (Pb), M2 de 10 mg/l (Pb), M3 de 30 mg/l (Pb), M4 de 50 mg/l (Pb) y M5 de 100 mg/l (Pb), cada una con dos réplicas M1(1), M2(1), M3(1), M4(1) , M5(1) y M1(2), M2(2), M3(2), M4(2), M5(2), todas estas con granulometría de 53, 90, 180, 355 y 500 micras en dosis de biosorbente de 1, 3, 5, 7 y 8 gramos, llevadas a 100, 150, 200, 250 y 300 rpm, durante 7, 10, 15, 20 y 25 minutos de agitación, las cuales se dejaron reposar para que los sólidos se sedimenten y posteriormente sean vertidas, en frasco hermético y preservado con ácido nítrico para la determinación de plomo en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM) acreditada ante INDECOPI. Teniendo como mejor resultado de eficiencia la réplica 1 "RM5 (1)" del tratamiento "M5" con 99.81%. quedando así demostrado que el biosorbente de cáscara de plátano de seda *Musa paradisiáca* tiene capacidad y eficiencia para la remoción del plomo.

**Palabras Clave:** Aguas contaminadas, Metales pesados, Plomo, Cáscara de plátano de seda *Musa paradisiáca*, Biosorbente, Eficiencia.

## ABSTRAC

This research had as main objective to determine the efficiency of removal of lead (Pb) with the banana peel of *Musa paradisiaca* silk, contaminated water, in the laboratory, 2015; research for development use was made flocculator JLT6 programmable computer, which 5 treatments, M1 of 5 mg / l (Pb), M2 of 10 mg / l (Pb), M3 30 mg / l (Pb were applied ) M4 50 mg / l (Pb) and M5 100 mg / l (Pb), each with two replicates M1 (1) M2 (1), M3 (1), M4 (1), M5 (1 ) and M1 (2), M2 (2), M3 (2), M4 (2), M5 (2), all these with particle size of 53, 90, 180, 355 and 500 microns in biosorbent doses of 1, 3 , 5, 7 and 8 grams, taken at 100, 150, 200, 250 and 300 rpm, for 7, 10, 15, 20 and 25 minutes of stirring, which was allowed to stand to allow solids to settle and subsequently be discharged in sealed and preserved with nitric acid for the determination of lead in the laboratory of the Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) accredited by INDECOPI bottle. With a best result of replication efficiency 1 "RM5 (1)" treatment "M5" with 99.81%, thus being shown that banana peel biosorbent silk *Musa paradisiaca* has capacity and efficiency for the removal of lead.

**Keywords:** Runoff, heavy metals, lead, silk shell banana *Musa paradisiaca*, biosorbent Efficiency.