



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Eficiencia de la cáscara de castaña y limón para la remoción de cromo y plomo en una  
curtiembre de ate vitarte – 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Artica Mejia, Mayra Kiara (ORCID: 0000-0003-2256-5013)

Sierra Ortiz, Sarita Priscila (ORCID: 0000-0002-3962-7121)

ASESOR:

Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-8683-5054)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA- PERÚ

2019

## **Dedicatoria:**

Se lo dedicamos a Dios, que ilumina mi camino y me brinda la sabiduría necesaria para afrontar este reto académico. A mis padres Carmen y Walter por su apoyo incondicional y a mi familia por todo el cariño y apoyo moral brindado durante mi formación universitaria.

*Mayra Kiara Artica Mejia*

Dedico esta investigación a Dios, a mis padres José y María por el apoyo brindado en toda mi etapa universitaria. A mis hermanos por el aliento y motivación constante. A todas aquellas personas que me acompañaron, apoyaron y fueron mi motivación y soporte durante todo el camino para lograr mis objetivos.

*Sarita Priscila Sierra Ortiz*

### **Agradecimiento:**

Queremos agradecer especialmente a nuestro asesor de tesis, el Dr. Carlos Alberto Castañeda Olivera, por el apoyo, consejo y paciencia durante el desarrollo de la investigación.

A nuestros docentes que a lo largo de nuestra vida universitaria nos brindaron los conocimientos, lineamiento y sugerencias para lograr ser unas excelentes profesionales.

Finalmente, a la Universidad César Vallejo por todo el apoyo institucional brindado durante nuestro desarrollo universitario y, además por aarnos proporcionado sus laboratorios para el desarrollo de nuestra tesis.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PÁGINA DEL JURADO.....	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	21
2.1 Tipo y diseño de investigación.....	21
2.2 Operacionalización de variable.....	22
2.3 Población, muestra y muestreo.....	23
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	23
2.5 Procedimiento.....	25
2.6 Métodos de análisis de datos.....	28
2.7 Aspectos éticos.....	28
III. RESULTADOS.....	29
IV. DISCUSIÓN.....	57
V. CONCLUSIONES.....	59
VI. RECOMENDACIONES.....	60
REFERENCIAS.....	61
ANEXOS.....	72
ANEXO I: INSTRUMENTO PARA LA TOMA DE MUESTRA.....	72
ANEXO II: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO.....	75
ANEXO III: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	87
ANEXO IV: PROCESO DE LA CURTIEMBRE.....	88
ANEXO V: FTIR DE LA CÁSCARA DE CASTAÑA.....	89
ANEXO VI: FTIR DE LA CÁSCARA DE LIMÓN.....	91
ANEXO VII: INFORME DE ENSAYO.....	93
ANEXO VIII: RESULTADOS DE ANÁLISIS.....	94

ANEXO IX: TABLAS DE RESULTADOS .....	101
ANEXO X: RESULTADO DE DLS.....	105

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Concentraciones de iones metálicos presentes en los Ríos de Bogotá-Colombia.	1
Figura 2. Proceso de remoción de Cr y Pb .....	25
Figura 3. Proceso de obtención de las biomásas .....	25
Figura 4. Proceso de obtención del bioadsorbente a partir de la cáscara de castaña.....	26
Figura 5. Proceso de obtención del bioadsorbente a partir de la cáscara de limón .....	27
Figura 6. pH óptimo de la cáscara de castaña.....	29
Figura 7. pH óptimo de la cáscara de limón .....	30
Figura 8. Concentración óptima de la cáscara de castaña .....	31
Figura 9. Concentración óptima de la cáscara de limón.....	32
Figura 10. Distribución del tamaño de la partícula de la cáscara de limón, analizado por DLS .....	34
Figura 11. Principales bandas presentes en la biomasa (cáscara de castaña).....	36
Figura 12. Principales bandas presentes en la biomasa (cáscara de limón) .....	38
Figura 13. Gráfico de medias de remoción de cromo respecto a las concentraciones aplicadas de cáscara de castaña.....	49
Figura 14. Gráfico de medias de remoción de plomo respecto a las concentraciones aplicadas de cáscara de castaña.....	50
Figura 15. Gráfico de medias de remoción de cromo respecto a las concentraciones aplicadas de cáscara de limón .....	53
Figura 16. Gráfico de medias de remoción de plomo respecto a las concentraciones aplicadas de cáscara de limón .....	54
Figura 17. Proceso de la industria de la curtiembre. ....	88
Figura 18. FT-IR del biomaterial (cáscara de castaña).....	89
Figura 19. FT-IR del bioadsorbente .....	89
Figura 20. FT-IR de la adsorción.....	90
Figura 21. FT-IR del biomaterial (cáscara de limón) .....	91
Figura 22. FT-IR del bioadsorbente .....	91
Figura 23. FT-IR de la adsorción.....	92

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operalización de Variables.....	22
Tabla 2. Resultados del pH óptimo de la cáscara de castaña para la remoción de Cr <sup>+6</sup> y Pb.....	29
Tabla 3. Resultados del pH óptimo de la cáscara de limón para la remoción de Cr <sup>+6</sup> y Pb.....	30
Tabla 4. Resultados de la concentración óptima de la cáscara de castaña para la remoción de Cr <sup>+6</sup> y Pb .....	31
Tabla 5. Resultados de la concentración óptima de la cáscara de limón para la remoción de Cr <sup>+6</sup> y Pb .....	32
Tabla 6. Resultados del % de humedad y % de ceniza de las cáscaras de castaña y limón	33
Tabla 7. Caracterización textural de la cáscara de castaña.....	35
Tabla 8. Posibles grupos funcionales encontrados en la cáscara de castaña. ....	36
Tabla 9. Posibles grupos funcionales encontrados en la cáscara de limón.....	38
Tabla 10. Prueba de Normalidad de remoción de Cr <sup>+6</sup> y Pb respecto al pH de cáscara de castaña .....	40
Tabla 11. Anova de un factor de remoción de Cr <sup>+6</sup> y Pb respecto al pH de cáscara castaña .....	41
Tabla 12. HSD Tukey- Remoción de cromo respecto al pH de cáscara de castaña.....	41
Tabla 13. HSD Tukey- Remoción de plomo respecto al pH de cáscara de castaña.....	42
Tabla 14. Prueba de Normalidad de remoción de Cr <sup>+6</sup> y Pb respecto al pH de cáscara de limón .....	43
Tabla 15. Anova de un factor de remoción de Cr <sup>+6</sup> y Pb respecto al pH de cáscara de limón .....	44
Tabla 16. HSD Tukey- Remoción de cromo respecto al pH de cáscara de limón .....	45
Tabla 17. HSD Tukey- Remoción de plomo respecto al pH de cáscara de limón .....	45
Tabla 18. Prueba de Normalidad de remoción de Cr <sup>+6</sup> y Pb respecto a la concentración de cáscara de castaña.....	47
Tabla 19. Anova de un factor de remoción de Cr <sup>+6</sup> y Pb respecto a la concentración aplicada .....	48
Tabla 20. HSD Tukey- Remoción de cromo .....	48
Tabla 21. HSD Tukey- Remoción plomo.....	49
Tabla 22. Prueba de Normalidad de remoción de Cr <sup>+6</sup> y Pb respecto a la concentración de cáscara de limón .....	51

Tabla 23. Anova de un factor de remoción de Cr <sup>+6</sup> y Pb respecto a la concentración de cáscara de limón.....	52
Tabla 24. HSD Tukey- Remoción de cromo .....	53
Tabla 25. HSD Tukey- Remoción de plomo .....	54
Tabla 26. Resultados de pH óptimo de la cáscara de castaña para la remoción de Cr <sup>+6</sup> y Pb .....	101
Tabla 27. Resultados del pH óptimo de la cáscara de limón para la remoción de Cr <sup>+6</sup> y Pb .....	102
Tabla 28. Resultados de la concentración óptima de la cáscara de castaña para la remoción de Cr <sup>+6</sup> y Pb.....	103
Tabla 29. Resultados de la concentración óptima de la cáscara de limón para la remoción de Cr <sup>+6</sup> y Pb.....	103



## RESUMEN

Este trabajo de investigación fue realizado con el objetivo de determinar que bioadsorbente (cáscara de castaña y limón) presenta mayor eficiencia de remoción de cromo ( $\text{Cr}^{+6}$ ) y plomo (Pb) presentes en efluentes procedentes de la industria curtidora. Los bioadsorbentes son materiales biológicos, que sometidos a procesos fisicoquímicos logran potenciar su capacidad de adsorción. El cromo es un componente presente en los procesos de pigmentos y curtido, dentro la industria curtidora. El plomo es un mineral que se encuentra presente en los efluentes de la curtiembre. Debido a, la contaminación del aire causada durante los procesos realizados por la industria metal mecánica. El tipo de investigación fue aplicada con enfoque cuantitativo y diseño experimental. La población estuvo compuesta por los efluentes provenientes de la industria de la curtiembre, y la muestra fue representada por 3 litros. Los instrumentos empleados para la medición de los indicadores a cuantificar fueron: Fichas de muestreo, control del pH y del porcentaje de remoción de metales pesados. Se realizó la determinación del pH óptimo para cada bioadsorbente (cáscara de castaña y limón), para ello, se trabajó con los siguientes valores de pH: 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5 y 6. Después, de identificar el pH óptimo, se procedió a determinar la concentración óptima de cada bioadsorbente, para lo cual se evaluó la máxima adsorción de cromo y plomo trabajando con las siguientes concentraciones: 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5 y 6g. La adsorción de Cr y Pb fue verificada por análisis de FTIR, antes y después de la interacción. Los resultados obtenidos fueron: La cáscara de limón tuvo un porcentaje de eficiencia de remoción de Cr del 88,10% a condiciones de pH, dosis y tiempo de contacto de 5, 4,5 g/L y 3h, respectivamente. Ya, para el plomo alcanzó una eficiencia de remoción del 91,35% a pH 5, dosis de 5 g/L y tiempo de contacto de 3h. Mientras, la cáscara de castaña alcanzó un % de eficiencia de remoción de Cr del 87,78 % a condiciones de pH, dosis y tiempo de contacto de 5, 5 g/L y 4h, respectivamente. Ya, para el plomo alcanzó una eficiencia del 87,09% a pH 5, dosis de 4,5 g/L y tiempo de contacto de 4h. Finalmente, se concluye que los bioadsorbentes elaborados a partir de cáscara de castaña y limón tienen gran potencial en la adsorción de  $\text{Cr}^{+6}$  y Pb y pueden ser aplicados en efluentes de industrias curtidoras.

**Palabras claves:** Bioadsorbente, adsorción, eficiencia, cromo, plomo.

## ABSTRACT

This research work was done with the objective of determining that bioadsorbent (chestnut shell and lemon peel) showed more efficient removal of chromium (Cr+6) and lead (Pb) present in effluents from the tanning industry. Bioadsorbents are biological materials, which subjected to physico-chemical processes, get to increase their capacity. Chromium is a component present in pigment and tanning processes, within the tanning industry. Lead is a mineral that is present in the tannery effluents. Due to, the air pollution caused during the processes carried out by the mechanical metal industry. The type of research was applied with a quantitative approach and experimental design. The population was composed of effluents from the tannery industry, and the sample was represented by 3 liters. The instruments used to measure the indicators to be quantified were: Records of sample, pH control and control of the percentage of heavy metals. The optimal pH determination was performed for each bioadsorbent (chestnut and lemon peel), for this purpose, the following pH values were worked on: 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5 and 6. After identifying the pH optimal, the optimal concentration of each bioadsorbent was determined, for which the maximum adsorption of chromium and lead was evaluated by working with the following concentrations: 3g, 3.5g, 4g, 4.5g, 5g, 5.5g and 6g. The adsorption of Cr and Pb was verified by FTIR analysis, before and after the interaction. The results obtained were: The lemon peel has a Cr removal efficiency of 88.10% at conditions of pH, dose and contact time of 5, 4.5 g / L and 3h, respectively. Yes, for lead it reached a removal efficiency of 91.35% at pH 5, a dose of 5 g / L and a contact time of 3 hours. Meanwhile, chestnut peel reaches a Cr removal efficiency of 87.78% at conditions of pH, dose and contact time of 5.5 g / L and 4h, respectively. Yes, for lead it reached an efficiency of 87.09% at pH 5, dose of 4.5 g / L and contact time of 4h. Finally, it is concluded that bioadsorbent made from chestnut shell and lemon peel have great potential in the adsorption of Cr+6 and Pb and could be applied in effluents from tanning industries.

**Keywords:** Bioadsorbent, adsorption, efficiency, chromium, lead.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, CASTAÑEDA OLIVERA CARLOS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "EFICIENCIA DE LA CÁSCARA DE CASTAÑA Y LIMÓN PARA LA REMOCIÓN DE CROMO Y PLOMO EN UNA CURTIEMBRE DE ATE VITARTE 2019", cuyos autores son SIERRA ORTIZ SARITA PRISCILA, ARTICA MEJIA MAYRA KIARA, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

Hemos revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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 nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 14 de Mayo del 2021

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
CASTAÑEDA OLIVERA CARLOS ALBERTO <b>DNI:</b> 42922258 <b>ORCID</b> 0000-0002-8683-5054	Firmado digitalmente por: CCASTANEDAOL el 14- 05-2021 14:48:55

Código documento Trilce: TRILCE - 0043844