

**UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL
“FABIOLA SALAZAR LEGUÍA” DE BAGUA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y APLICADAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOTECNOLOGÍA**



**INFORME DE TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
BIOTECNÓLOGO**

Título:

**Optimización de bioadsorbentes a partir de residuos agrícolas para
la remoción de metales pesados en aguas de la comunidad nativa
de Urakusa**

Autora: Bach. Adi Aynett Guevara Montoya

Asesor: Dr. Euclides Ticona Chayna

Coasesor: Mg. Eli Morales Rojas

Registro:004-2025-FCNA

BAGUA – PERÚ

2025



UNIFSLB
UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL
FABRICA SALAZAR LESGUA DE SAGUA



FCNA
FACULTAD DE CIENCIAS
NATURALES Y APLICADAS

**ESCUELA PROFESIONAL
DE BIOTECNOLOGÍA**

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD AVALADO POR EL ASESOR

1. Tesista:

Adi Aymett Guevara Montoya

DNI:

77234993

Escuela Profesional:

Biotechnología

2. Asesor:

Euclides Ticona Chayña

3. Grado académico o título profesional:

Bachiller Título profesional

Maestro Doctor

4. Denominación del título profesional:

Licenciado en Biotechnología

5. Tipo de Investigación:

Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional

Trabajo académico

6. Título de Trabajo de Investigación:

"OPTIMIZACIÓN DE BIOADSORBENTES A PARTIR DE RESIDUOS AGRÍCOLAS PARA LA REMOCIÓN DE METALES PESADOS EN AGUAS DE LA COMUNIDAD NATIVA DE URAKUSA"

7. Fecha de evaluación: 19/12/2025

8. Software antiplagio: TURNITIN

9. Porcentaje de Informe de Similitud: 17%

10. Resultado de la Evaluación de Similitud:

APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES

DESAPROBADO

Fecha Emisión: 19/12/2025

Firma y/o Sello
Emisor Constancia


Euclides Ticona Chayña
DNI: 40076427

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

DECLARACIÓN JURADA DE VERACIDAD DE INFORMACIÓN

Yo, **ADI AYNETT GUEVARA MONTOYA**, con DNI N°77234993, declaro bajo juramento, la veracidad de la información consignada y que los documentos presentados son copia fiel del original.

En el caso de no ser cierta la manifestación antes señalada, asumo las consecuencias legales que pudieran derivarse de mi actuación, y la **UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL FABIOLA SALAZAR LEGUÍA DE BAGUA**, conforme a la normativa vigente, no reconocerá validez alguna de la documentación adjunta a los efectos para los que ha sido presentada.

Bagua, 19 de diciembre del 2025



ADI AYNETT GUEVARA MONTOYA
DNI N°77234993

Dedicatoria

Primeramente, quisiera agradecer a Dios, quien en momentos difíciles iluminó mi camino y me brindó sabiduría para seguir la senda del éxito. Dedico este trabajo a mi madre, Evelia Montoya Bravo, cuyo amor, sacrificio y apoyo incondicional han sido la base de mi formación y mi mayor sostén en cada etapa de mi vida. Y, de manera muy especial, en memoria a mi padre, Avelino Guevara Chávez, cuya ausencia física no ha borrado su presencia en mi corazón. Su fortaleza, sus enseñanzas y su ejemplo continúan guiando mis pasos, y este logro es también suyo, porque su vida, su amor y su legado siguen siendo mi impulso para avanzar.

Además, quiero dedicar este logro a mis hermanos, quienes han sido mi fortaleza y motor en cada etapa de mi formación. Asimismo, extendo mi dedicación a mis amigos y familiares más cercanos, cuya constante motivación y palabras de aliento han acompañado cada etapa de mi desarrollo profesional.

Agradecimiento

Expreso mi profundo agradecimiento a mis padres y familiares por su amor incondicional, su sacrificio y su apoyo inquebrantable. Han sido mi mayor fuente de inspiración y su creencia en mí ha sido fundamental en mi camino hacia el éxito.

Asimismo, deseo expresar mi profundo agradecimiento a nuestra prestigiosa universidad y facultad por las valiosas enseñanzas que nos han brindado. Gracias a su compromiso con la excelencia académica, nos han preparado de manera integral para convertirnos en profesionales competentes y servir a nuestra comunidad.

También quiero extender un cordial agradecimiento a mis asesores, el Dr. Euclides Ticona Chayña y al Mg. Eli Rojas Morales cuya orientación, dedicación y paciencia han sido invaluable a lo largo de todo el proceso de investigación.

Esta investigación fue financiada por el proyecto BIOPLOMO, contrato N°. PE501086305-2024- PROCIENCIA, cofinanciado por el Programa Nacional de Investigación Científica y Estudios Avanzados (PROCIENCIA). Agradezco profundamente este apoyo, que hizo posible la ejecución y desarrollo de este estudio.

INDICE

Resumen.....	11
Abstract.....	12
Introducción	13
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1. Determinación del problema de la investigación	15
1.2. Formulación del problema.....	16
1.2.1. Formulación de los Problemas Específicos	16
1.3. Objetivos.....	16
1.3.1. Objetivo General.....	16
1.3.2. Especifico	17
1.4. Importancia y alcance de la investigación	17
1.5. Justificación de la investigación	18
II. MARCO TEORICO	20
2.1. Antecedentes del estudio	20
2.1.1. Antecedentes a nivel internacional	20
2.1.2. Antecedentes a nivel nacional	21
2.1.3. Antecedentes a nivel regional	22
2.2. Teorías.....	23
2.2.1. Contaminación del agua por metales pesados.....	23
2.2.2. Técnicas de purificación de agua.....	24
2.2.3. Situación de las comunidades de Urakusa.....	25
2.2.4. Biofiltros con materiales naturales	25
2.3. Definición de términos básicos	26
2.3.1. Residuos agrícolas	26
2.3.2. Carbón activado	26
2.3.3. Agua de consumo.....	27
2.3.4. Metales pesados	27
2.3.5. Optimización	28
2.3.6. Biofiltro	28

2.3.7.	Adsorción.....	28
2.3.8.	Contaminación del agua.....	30
2.3.9.	Microorganismos patógenos	30
III.	HIPOTESIS.....	32
3.1.	Hipótesis	32
3.1.1.	Hipótesis General	32
3.1.2.	Hipótesis Específicos	32
3.2.	Variables.....	32
3.3.	Operacionalización de variables	33
IV.	METODO	34
4.1.	Enfoque de la investigación	34
4.2.	Método.....	34
4.2.1.	Área de estudio:	34
4.2.2.	Identificación y caracterización de los residuos orgánicos:.....	34
4.2.3.	Obtención del carbón activado y optimización del Bioadsorbente.....	37
4.2.4.	Evaluación del bioadsorbente en la calidad del agua:	38
4.3.	Tipo de investigación.....	38
4.4.	Diseño de investigación	39
4.5.	Población y muestra	39
4.5.1.	Población	39
4.5.2.	Muestra	39
4.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	40
4.7.	Validez y confiabilidad de instrumentos.....	41
4.7.1.	Validez del instrumento:.....	41
4.7.2.	Confiabilidad del instrumento.....	41
4.8.	Contrastación de hipótesis	43
V.	RESULTADO.....	44
5.1.	Presentación y análisis de los resultados	44
5.1.1.	Caracterización morfológica con barrido electrónico del tallo de la cáscara de cacao y el tallo de plátano	44
5.2.	Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la calidad del agua.....	48

5.2.1.	Caracterización de parámetros fisicoquímicos	48
5.2.2.	Evaluación de la eficiencia del bioadsorbente en la calidad del agua	50
5.2.3.	Evaluación del bioadsorbente en la calidad de agua de consumo según la normativa nacional.....	54
5.3.	Discusión de resultados	55
6.	CONCLUSIONES.....	57
7.	RECOMENDACIONES	58
8.	REFERENCIAS.....	59
9.	ANEXOS.....	66

Índice de tablas

Tabla 1:	<i>Resumen del diseño y enfoque de la investigación.....</i>	34
Tabla 2:	<i>Puntos de muestreo: Comunidad de Urakusa</i>	35
Tabla 3:	<i>Concentración de metales pesados en muestras de agua de la comunidad de Urakusa</i>	48
Tabla 4:	<i>Resultados del Análisis Microbiológico Antes y Después del Filtrado</i>	48
Tabla 5:	<i>Prueba de Tukey y una confianza de 95%</i>	49
Tabla 6:	<i>Prueba T</i>	49
Tabla 7:	<i>Correlación entre parámetros para identificar diferencias significativas</i>	50
Tabla 8:	<i>Porcentaje de eficiencia del bioadsorbente en la calidad del agua.....</i>	50
Tabla 9:	<i>Comparación de parámetros de acuerdo con la normativa nacional.....</i>	54
Tabla 10:	<i>Matriz de consistencia e instrumentos de investigación.....</i>	66

Índice de figuras

Figura 1: Mapa de la región Amazonas	35
Figura 2: Mapa de la provincia de Condorcanqui	36
Figura 3: Ubicación Geográfica según Google Earth- Comunidad de Urakusa	36
Figura 4: Metodología de la obtención del carbón activado	37
Figura 5: Carbón activado de la cascara de cacao	44
Figura 6: Carbón filtrado de la cascara de cacao	45
Figura 7: Carbón activado del tallo de plátano	46
Figura 8: Carbón Filtrado del tallo de plátano.....	47
Figura 9: Porcentaje de eficiencia del bioadsorbente.....	51
Figura 10: Superficie de respuesta del plomo (concentraciones normales) vs tiempo de absorción, en relación con la salida del cacao	52
Figura 11: Superficie de respuesta del plomo (concentraciones normales) vs tiempo de absorción, en relación con la salida del plátano	52
Figura 12: Gráfica de superficie de Cadmio en Cacao y plátano vs Tiempo de filtración en relación con la Temperatura.....	53
Figura 13: Gráfica de superficie de Cadmio en Cacao y plátano vs Tiempo de filtración en relación con el pH.....	53
Figura 14: Recolección de tallos de plátano	71
Figura 15: Recolección de cascara de cacao	71
Figura 16: Muestreo de agua en la comunidad nativa de Tunants	72
Figura 17: Muestreo de agua en la comunidad de Yahuahua	72
Figura 18: Pesado de los residuos de cascara de cacao y tallo de plátano	73
Figura 19: Secado de la cascara de cacao y tallo de plátano en la estufa.....	73
Figura 20: Carbonización de la cascara de cacao y tallo de plátano utilizando la Mufla.	74
Figura 21: Lavado del carbón con agua destilada para eliminar cenizas	74
Figura 22: Escurrido del carbón con ayuda de un tamiz.	75
Figura 23: Trituración del carbón de las cascara de cacao y tallo de plátano.....	75
Figura 24: Preparación del Zumo de limón (ácido cítrico).....	76
Figura 25: Activación del carbón con zumo de limón.	76
Figura 26: Secado del carbón activado en el horno.	77
Figura 27: Preparación del sistema de filtración.....	77
Figura 28: Ensayos de biosolventes orgánicos para la reducción de microorganismos patógenos y metales pesados.	78
Figura 29: Filtración de muestras con carbón activado.....	78
Figura 30: Medición de parámetros fisicoquímicos (salinidad y TDS).	79
Figura 31: Medición de parámetros fisicoquímicos (OD).	79
Figura 32: Análisis de parámetros fisicoquímicos (pH., conductividad, temperatura).....	80

Figura 33: Evaluación microbiológica de <i>E. coli</i> y coliformes totales en condiciones normales	80
Figura 34: Evaluación microbiológico en medio EMB.	81
Figura 35: Evaluación microbiológica en medio EMB.	81
Figura 36: Evaluación microbiológica en medio TSA.	82
Figura 37: Evaluación microbiológica en agar Acetrimida.	82
Figura 38: Biofiltros diseñados de acero oxidable.	83
Figura 39: Instalación de los biofiltros en las comunidades nativas.	83
Figura 40: Equipos (Fotómetro) usado para medir plomo (pb).	84
Figura 41: Medición de metales pesados en la comunidad nativa de Tunants y Yahuahua	84
Figura 42: Equipo (Metalyser) usado para medir metales pesados.....	85
Figura 43: Medición de metales pesados usando el Metalyser.	85
Figura 44: Entrega de los Biofiltros a las casas beneficiadas.	86
Figura 45: Identificación de residuos agroindustriales en la comunidad nativa de Urakusa.	86

RESUMEN

Esta investigación tuvo como propósito optimizar un bioadsorbente de bajo costo elaborado con cáscara de cacao y tallo de plátano, con el fin de reducir la presencia de plomo y microorganismos patógenos en el agua de consumo de la comunidad nativa de Urakusa, en la región Amazonas. El estudio se desarrolló bajo un enfoque experimental aplicado, empleando un diseño completamente al azar, con muestras en agua recolectadas en diversos puntos de la comunidad. Los bioadsorbentes fueron activados con ácido cítrico y evaluados mediante técnicas fisicoquímicas, microbiológicas y espectrofotométricas, a fin de medir su eficiencia en la eliminación de contaminantes.

Los resultados demostraron que ambos materiales presentaron alta porosidad y superficie activa, características que favorecieron una efectiva adsorción de metales pesados, logrando una remoción de plomo cercana al 99 % y una reducción de microorganismos entre el 90 y 100 %, cumpliendo con los de calidad. Además, el tratamiento no alteró los parámetros fisicoquímicos como oxígeno disuelto, conductividad, pH manteniéndolos dentro de los límites permisibles para agua potable.

En conclusión, el aprovechamiento de estos residuos agrícolas locales como la cáscara de cacao y el tallo de plátano, representan una opción biotecnológica factible, sostenible y de bajo costo para optimizar la calidad del agua en comunidades rurales. Este enfoque promueve la economía circular, la sostenibilidad ambiental y el fortalecimiento de la salud pública en zonas vulnerables de la Amazonía peruana.

Palabras clave: Bioadsorbente, cáscara de cacao, tallo de plátano, remoción de plomo, microorganismos patógenos, calidad del agua, contaminación, comunidad nativa, Urakusa, sostenibilidad.

ABSTRACT

The purpose of this research was to optimize a low-cost bioadsorbent made from cocoa shells and banana stems in order to reduce the presence of lead and pathogenic microorganisms in the drinking water of the native community of Urakusa, in the Amazon region. The study was conducted using an applied experimental approach, employing a completely randomized design, with water samples collected at various points in the community. The bioadsorbents were activated with citric acid and evaluated using physicochemical, microbiological, and spectrophotometric techniques to measure their efficiency in removing contaminants.

The results showed that both materials had high porosity and active surface area, characteristics that favored effective adsorption of heavy metals, achieving lead removal of close to 99% and a reduction in microorganisms of between 90% and 100%, complying with national water quality standards. In addition, the treatment did not alter essential physicochemical parameters such as pH, dissolved oxygen, and conductivity, keeping them within the limits allowed for drinking water.

In conclusion, the use of local agricultural waste such as cocoa shells and banana stems is a viable, environmentally friendly, and economical biotechnological alternative for improving water quality in rural communities. This approach promotes the circular economy, environmental sustainability, and the strengthening of public health in vulnerable areas of the Peruvian Amazon.

Keywords: Biofilter, cocoa shell, banana stem, lead removal, pathogenic microorganisms, water quality, contamination, native community, Urakusa, sustainability.