



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y FORESTALES



POSGRADO DE LA ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES



**Diplomado en Auditorías Forestales y Ambientales para la Conservación de
los Bosques y Medio Ambiente 1ra. Versión**

MONOGRAFÍA

**AUDITORÍA AMBIENTAL DE UN MODELO DE BIOFILTRO CON
CARBÓN ACTIVADO DE COCO PARA AGUAS RESIDUALES**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIATURA
EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO POR:
AIDEE HARLED ZAMBRANA DURAN**

**TUTOR:
MGR. MARÍA ELIZABETH CAMACHO HERBAS**

COCHABAMBA – BOLIVIA

2025

RESUMEN

La monografía evaluó la eficacia de un modelo de biofiltro con carbón activado de coco para el tratamiento de aguas residuales industriales en la empresa Bolhispania S.A., ubicada en Senda III, Chimoré, Cochabamba. El objetivo principal fue desarrollar una auditoría ambiental que permitiera identificar los parámetros físicos y químicos del agua residual antes y después del tratamiento, obtener carbón activado del endocarpio del coco e implementar un biofiltro con este material para mejorar la calidad del efluente. La investigación se realizó durante cuatro meses, empleando métodos de recolección y análisis de datos conforme a la normativa ambiental boliviana (Ley 1333) y literatura científica relevante. Los resultados mostraron que el biofiltro con carbón activado de coco redujo significativamente la carga contaminante en parámetros como demanda biológica y química de oxígeno, sólidos suspendidos, turbiedad, pH, conductividad eléctrica y relación de adsorción de sodio. Se concluyó que la implementación de este biofiltro contribuyó a la disminución de la contaminación hídrica, mejoró la calidad del agua tratada y permitió su reutilización en actividades agrícolas, fortaleciendo la responsabilidad social y ambiental de la empresa. Además, la auditoría ambiental demostró ser una herramienta eficaz para el control y mejora de los procesos industriales, promoviendo el cumplimiento normativo y la protección de la salud pública y el entorno natural. Palabras clave: auditoría ambiental, tratamiento de aguas residuales, carbón activado, biofiltro, sostenibilidad, reutilización agrícola.

Palabras clave: Auditoría ambiental, biofiltro, carbón activado de coco, tratamiento de aguas residuales

ABSTRACT

The monograph evaluated the effectiveness of a biofilter model using coconut activated carbon for the treatment of industrial wastewater at Bolhispania S.A., located in Senda III, Chimoré, Cochabamba. The main objective was to develop an environmental audit that would identify the physical and chemical parameters of the wastewater before and after treatment, obtain activated carbon from the coconut endocarp, and implement a biofilter using this material to improve the quality of the effluent. The research was conducted over four months, employing data collection and analysis methods in accordance with Bolivian environmental regulations (Law 1333) and relevant scientific literature. The results showed that the biofilter with coconut activated carbon significantly reduced the pollutant load in parameters such as biological and chemical oxygen demand, suspended solids, turbidity, pH, electrical conductivity, and sodium adsorption ratio. It was concluded that the implementation of this biofilter contributed to the reduction of water pollution, improved the quality of the treated water, and allowed its reuse in agricultural activities, strengthening the company's social and environmental responsibility. Additionally, the environmental audit proved to be an effective tool for controlling and improving industrial processes, promoting regulatory compliance and protecting public health and the natural environment.

Key words: environmental audit, biofilter, coconut activated carbon, wastewater treatment, sustainability, agricultural reuse.

1. INTRODUCCIÓN

En América Latina, alrededor del 60% de la población cuenta con un sistema de alcantarillado y solo un 40% de las aguas residuales generadas en la región son sometidas a un proceso de tratamiento. La mayoría de las actividades humanas en el ámbito doméstico, agricultura, industriales y sector comercio utilizan agua generan aguas (Reynolds, 2002).

Ticona (2019) plantea que, las aguas residuales en muchos países sobre todo en países de desarrollo son un problema ambiental y social, ya que contaminan de forma excesiva los ecosistemas en donde son vertidos, como lagos, lagunas, aguas subterráneas, entre otros.

En Bolivia, las aguas residuales generadas mayormente por la población urbana, no reciben el tratamiento adecuado, son vertidas directamente a los cauces de agua, por lo tanto, las consecuencias de este problema ocasionan un impacto ambiental. Estas aguas residuales sin tratar contienen altas cargas de contaminantes, como materia orgánica, coliformes fecales, productos químicos y metales pesados que al ser vertidas a los ecosistemas acuáticos esos contaminantes provocan deterioro de la calidad del agua, pérdida de la biodiversidad. Como también genera impactos en la salud pública, la exposición a aguas contaminadas puede provocar enfermedades como: enfermedades diarreicas, otros.

El agua, es considerada como uno de los recursos más importantes para la supervivencia de la sociedad, por lo que su uso racional es muy importante para lograr la mayor capacidad de ahorro de este preciado líquido. El agua como líquido vital, es un recurso indispensable para la sobrevivencia del ser humano, pero para las actividades de trabajo como la agricultura es prioridad tener un acopio del efluente siempre y cuando este sea tratado ya que mediante esta manera se podrá mejorar el desarrollo económico y su bienestar social. Por ello la necesita que el agua sea tratada antes de ser reutilizada es importante ya que si no se tiene un tratamiento a las aguas residuales domésticas o industriales el riesgo que se corre de tener varias enfermedades es alto (Camargo et al, 2021).

El manejo de las aguas residuales en el trópico de Cochabamba, es un desafío grave que impacta tanto la salud pública como el entorno natural. La problemática incluye el uso masivo de aguas residuales no tratadas para el riego agrícola, lo cual representa peligros considerables para la salud de las poblaciones locales. Los ríos y cuerpos de agua sufren eutrofización, lo que altera las cadenas alimenticias y perjudica a las especies nativas. la acumulación de contaminantes puede influir la calidad del agua subterránea, poniendo en peligro el suministro de agua potable (Ybañez & Kenidey, 2021).

La empresa Procesadora de palmito y piña “Bolhispania” se encuentra en la comunidad de Senda III, en el Distrito XIII del municipio de Chimoré, del departamento de Cochabamba. La empresa afronta un problema ambiental: la descarga de aguas residuales industriales sin tratamiento previo, el manejo de las frutas durante el proceso tanto como de selección, limpieza, pelado, envasado y esterilizado donde se utiliza grandes cantidades de agua donde el efluente presenta malos olores y otros problemas que afectan al medio ambiente y a las familias que viven cerca de la industria.

Por lo expuesto se realiza el presente estudio auditoria se plantea y se formula lo siguiente: No se cuenta con un modelo de manejo de Biofiltro con carbón activado a partir de la cascara de coco para el tratamiento secundario en aguas residuales en la empresa Bolhispania S.A. en Senda III del municipio de Chimoré, se pretende reducir los contaminantes del agua y pueda ser implementado en la empresa.

1.1. Justificación

El presente trabajo tiene la importancia de reducir y la eliminación de los contaminantes presentes en las aguas residuales que presenta la empresa Bolhispania S.A. mediante una auditoría ambiental de un modelo de biofiltro con carbón activado de coco para aguas residuales. procurará aportar a la disminución de la contaminación generada por una mala disposición de los desechos líquidos en las aguas residuales y reducirá estos niveles mediante la elaboración de un biofiltro con carbón activado de coco.

1.1.1. Justificación Ambiental

Las aguas residuales generadas por las actividades industriales representan un desafío importante para la gestión ambiental en la empresa Bolhispania S.A. ya que el mal manejo de estas aguas puede ocasionar severos impactos negativos, tanto al medio ambiente como en la salud pública y económica de la empresa ya que la empresa beneficia a muchas familias de agricultores, que actualmente producen palmito.

Por lo mencionado el presente trabajo tiene la importancia de reducir y la eliminación de los contaminantes presentes en las aguas residuales que presenta la empresa Bolhispania S.A. mediante una auditoría ambiental de un modelo de biofiltro con carbón activado de coco para aguas residuales.

1.1.2. Justificación social

Por medio de este trabajo será la empresa Bolhispania S.A. fortalece la responsabilidad social de la empresa, ya que garantizan la calidad de las descargas y evitan daños en las aguas y también el factor ecológico se beneficiará en gran magnitud, disminuirá en gran medida con las enfermedades y proliferación de plagas como insectos dañinos (sancudos, dengue, sica y otros), que atacan a la población más vulnerable como son los niños. Otro aspecto muy importante es que se beneficiará a la agricultura ya que el caudal tratado podrá ser reutilizado para el riego cultivo de productos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Justificación	3
<i>1.1.1. Justificación Ambiental</i>	<i>3</i>
<i>1.1.2. Justificación social</i>	<i>3</i>
1.2. Planteamiento y formulación del problema	4
<i>1.2.1. Planteamiento del problema</i>	<i>4</i>
<i>1.2.2. Formulación del problema</i>	<i>5</i>
1.3. Objetivos	5
<i>1.3.1. Objetivo general</i>	<i>5</i>
<i>1.3.2. Objetivos específicos</i>	<i>5</i>
1.4. Alcances de la investigación	6
<i>1.4.1. Alcance temático</i>	<i>6</i>
<i>1.4.2. Alcance espacial</i>	<i>6</i>
<i>1.4.3. Alcance temporal</i>	<i>6</i>
2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	7
2.1. Auditoría Ambiental	7
<i>2.1.1. Tipos de auditorías en Bolivia</i>	<i>7</i>
<i>2.1.1.1. Auditoría ambiental municipal.</i>	<i>7</i>
2.2. Aguas residuales	8
<i>2.2.1. Características de las aguas residuales</i>	<i>8</i>
<i>2.2.1.1. Demanda biológica de oxígeno (DBO).</i>	<i>8</i>
<i>2.2.1.2. Demanda Química de oxígeno (DQO).</i>	<i>8</i>
<i>2.2.1.3. Contenidos de metales pesados.</i>	<i>9</i>
<i>2.2.1.4. pH.</i>	<i>9</i>
<i>2.2.1.5. Solidos suspendidos totales.</i>	<i>9</i>
<i>2.2.1.6. Solidos disueltos totales.</i>	<i>9</i>
<i>2.2.1.7. Nitritos.</i>	<i>10</i>
<i>2.2.1.8. Nitratos.</i>	<i>10</i>

2.3. Clasificación de las aguas residuales.....	10
2.3.1. Tratamiento primario	10
2.3.2. Tratamiento secundario	11
2.3.2.1. Aguas residuales industriales..	11
2.3.2.2.1. Aguas de proceso..	12
2.3.2.2.2. Aguas de limpieza..	12
2.3.2.2.3. Aguas pluviales..	12
2.3.2.2. Aguas domésticas..	12
2.3.2.2.1. Aguas grises..	13
2.3.2.2.2. Aguas negras.....	13
2.4.2.3. Procesos comunes.	13
2.4.2.3.1. Lodos activados.....	13
2.4.2.3.2. Zanjas de oxidación.....	13
2.4.2.3.3. Lagunas de estabilización..	14
2.4.2.3.4. Lagunas con aireación..	14
2.4.2.3.5. Filtros biológicos..	14
2.4.2.3.6. Filtros percoladores.....	14
2.4.2.3.7. Filtros de arena.....	15
2.5. Biofiltro.....	15
2.5.1. Tipos de biofiltro	15
2.5.1.1. Biofiltro de lecho fijo.	16
2.5.1.2. Biofiltro de lecho móvil..	16
2.5.1.3. Biofiltro percolador.	16
2.5.1.4. Biofiltro de aire..	16
2.6. Carbon activado.....	17
2.6.1. Historia del carbón activado	17
2.6.2. Métodos de activación del carbón	17
2.6.2.1. Activación física.	17
2.6.2.1.1. Carbonización.....	18
2.6.2.1.2. Gasificación.....	18
2.6.2.2. Activación química..	18

2.6.3. <i>Aplicación del carbón activado</i>	18
2.6.3.1. <i>Tratamiento de agua.</i>	18
2.6.3.2. <i>Filtración del aire.</i>	19
2.7. <i>El coco</i>	19
2.7.1. <i>Cocos enanos</i>	20
2.7.2. <i>Cocos gigantes</i>	20
2.7.3. <i>Cocos híbridos</i>	20
2.7.4. <i>La palma de coco</i>	21
2.7.5. <i>Fibra de coco</i>	21
2.7.6. <i>Endocarpio de coco</i>	21
2.7.7. <i>Endospermo de coco</i>	21
2.8. <i>Normativas para la auditoría ambiental</i>	22
2.8.1. <i>Reglamento en materia de contaminación hídrica (RMCH)</i>	22
2.8.2. <i>Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del agua para consumo humano (NB512)</i>	22
2.8.3. <i>Ley No 1333, Ley del Medio Ambiente Promulgada el 27 de abril de 1992</i>	22
3.1. <i>Ubicación del estudio</i>	23
3.2. <i>Enfoque de investigación</i>	24
3.2.1. <i>Enfoque mixto</i>	24
3.3. <i>Tipo de investigación</i>	24
3.3.1. <i>Descriptivo</i>	24
3.3.2. <i>Explicativo</i>	24
3.4. <i>Métodos</i>	25
3.4.1. <i>Etapa 1.</i>	25
3.4.2. <i>Etapa 2</i>	26
3.4.3. <i>Etapa 3.</i>	27
3.5. <i>Fuentes de información</i>	29
3.5.1. <i>Fuentes primarias</i>	29
3.5.2. <i>Fuentes secundarias</i>	29
3.6. <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	29
3.6.1. <i>Técnicas de recolección de datos</i>	29

3.6.1.1. Entrevistas estructuradas.....	30
3.6.1.2. Observación participante.....	30
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos	30
3.6.2.1. Guía de preguntas.....	30
3.6.2.2. Registro.....	30
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1. Identificación de los parámetros físicos y químicos del agua residual (antes y después del tratamiento)	31
4.1.1. Demanda biológica de oxígeno (DBO)	31
4.1.2. Demanda química de oxígeno (DQO)	32
4.1.3. Sólidos suspendidos (SS)	33
4.1.5. pH.	35
4.1.6. Conductividad eléctrica (CE)	36
4.1.7. Relación de adsorción de sodio (RAS)	37
4.2. Obtención del carbón activado del (endocarpio) del coco, para la implementación en el biofiltro	39
5. PROPUESTA.....	44
5.1. Introducción de la propuesta.....	44
5.2. Objetivo general.....	44
5.3. Revisión Documental.....	44
5.4. Alcance.....	45
5.5. Inspección en Sitio	45
5.6. Muestreo y Análisis	47
5.7. Evaluación de Cumplimiento	47
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
6.2. Recomendaciones.....	54
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Implementacion del biofiltro.....	40
Tabla 2: Cumplimiento de Auditoria Ambiental.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Definición de AA en la ley 1333	7
Figura 2. Partes del coco nucifera L.....	19
Figura 3. Ubicación de la Zona de estudio	23
Figura 4. Comparación de valores de demanda biológica de oxígeno	31
Figura 5. Comparación de valores de demanda química de oxígeno	32
Figura 6. Comparación de valores de sólidos suspendidos	33
Figura 7. Comparación de valores de turbiedad.....	34
Figura 8. Comparación de valores de pH	35
Figura 9. Comparación de valores de conductividad eléctrica.....	36
Figura 10. Comparación de valores de relación de adsorción de sodio	37
Figura 11. Flujograma del procedimientos por etapas.	39
Figura 12. Flujograma de una auditoría ambiental.....	42
Figura 13. Antes de la instalación de los tratamientos.	45
Figura 14. Piscinas de oxidación Después de la instalación de los biofiltros	46
Figure 15. Diseño de los biofiltros para el tratamiento de aguas residual industrial.....	48