



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

**MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**EFICIENCIA DE BIOABSORCIÓN DE CÁSCARA DE COCO (*Cocos  
nucifera* L.) PARA REMOCIÓN DE GRASAS Y ACEITES EN AGUA  
RESIDUAL DE LUBRICADORA**

**AUTORES:**

**PARRALES FALCONES ANTHONY LEONARDO  
ALAVA ORTIZ EDWIN ALEXANDER**

**TUTOR:**

**ING. JOSÉ MANUEL CALDERÓN PINCAY, MG.**

**CALCETA, FEBRERO 2024**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **ANTHONY LEONARDO PARRALES FALCONES** con cédula de ciudadanía 1313110874 y **EDWIN ALEXANDER ALAVA ORTIZ** con cédula de ciudadanía 1315139277, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFICIENCIA DE BIOABSORCIÓN DE CÁSCARA DE COCO (*Cocos nucífera* L.) PARA REMOCIÓN DE GRASAS Y ACEITES EN AGUA RESIDUAL DE LUBRICADORA** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autores sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



---

**ANTHONY LEONARDO  
PARRALES FALCONES  
CC: 1313110874**

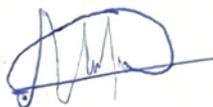


---

**EDWIN ALEXANDER ALAVA  
ORTIZ  
CC: 1315139277**

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

**ANTHONY LEONARDO PARRALES FALCONES** con cédula de ciudadanía 1313110874 y **EDWIN ALEXANDER ALAVA ORTIZ** con cédula de ciudadanía 1315139277, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFICIENCIA DE BIOABSORCIÓN DE CÁSCARA DE COCO (*Cocos nucífera* L.) PARA REMOCIÓN DE GRASAS Y ACEITES EN AGUA RESIDUAL DE LUBRICADORA**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



---

**ANTHONY LEONARDO  
PARRALES FALCONES  
CC: 1313110874**



---

**EDWIN ALEXANDER ALAVA  
ORTIZ  
CC: 1315139277**

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

**Mg. JOSÉ MANUEL CALDERÓN PINCAY**, con cédula de identidad 2300121833, certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado **EFICIENCIA DE BIOABSORCIÓN DE CÁSCARA DE COCO (*Cocos nucífera* L.) PARA REMOCIÓN DE GRASAS Y ACEITES EN AGUA RESIDUAL DE LUBRICADORA**, que ha sido desarrollado por Anthony Leonardo Parrales Falcones y Edwin Alexander Álava Ortiz, previo a la obtención del título de **Ingeniero Ambiental**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**MG. JOSÉ MANUEL CALDERÓN PINCAY**

**CC: 2300121833**

**TUTOR**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFICIENCIA DE BIOABSORCIÓN DE CÁSCARA DE COCO (*Cocos nucífera* L.) PARA REMOCIÓN DE GRASAS Y ACEITES EN AGUA RESIDUAL DE LUBRICADORA**, que ha sido desarrollado por **ANTHONY LEONARDO PARRALES FALCONES y EDWIN ALEXANDER ALAVA ORTIZ**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Ambiental**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**Ing. Verónica Monserrate Vera Villamil, Mg.**  
**CC: 1310201486**  
**PRESIDENTA DEL TRIBUNAL**

---

**Ph. D. Joan Patricio Cobeña**  
**Cevallos**  
**CC: 1313222471**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**Ing. Carlos Andree Villafuerte Vélez,**  
**Mg.**  
**CC: 1307605541**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **AGRADECIMIENTO**

A mi madre y abuelos, por todo su apoyo, amor incondicional y siempre estar presentes en todos los momentos importantes de mi vida, como mi desarrollo personal y profesional.

A la familia Ocampo Barre por brindarme casa, comida y apoyo, como si fuera uno más de la familia.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, que me ha ayudado y aportado en todo mi crecimiento académico como ser humano a través de su educación única, ejemplar y de calidad, la cual he adquirido mis conocimientos hoy en día.

Al Ing. Carlos Banchón y al Ing. Jonathan Chicaiza por ayudarme en los momentos más difíciles de mi carrera y vida diaria.

A mi querido tutor, el Ing. José Manuel Pincay Calderón, por brindarme todo su apoyo y conocimiento en el transcurso de este proceso y a mi amiga Issis Delgado por jamás dejar de creer en mí.

**ANTHONY LEONARDO PARRALES FALCONES**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, a mis queridos padres y hermano por las bendiciones y buenas vibras que me transmitieron, el apoyo que me dieron en estos 5 años de carrera universitaria y en aportar en mi vida entera, por el amor y confianza que centraron en mí, el tiempo de trabajo y dinero que me dedicaron para que pueda continuar con este proyecto de ser profesional y a mis familiares por el apoyo emocional y los ánimos que depositan en mi para lograr culminar mi ciclo universitario.

A mi compañero Anthony de poder participar en este proyecto final, por su amistad y el tiempo que nos relacionamos en el día a día y a ciertos amigos que han hecho que esta etapa sea con muchas anécdotas.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, por abrirme las puertas y brindar los mejores conocimientos a través de los buenos docentes para mi crecimiento.

A nuestro tutor el ing. José Manuel Pincay Calderón, por la confianza, tiempo y todo el apoyo que nos brindó en nuestro trabajo.

**EDWIN ALEXANDER ALAVA ORTIZ**

## **DEDICATORIA**

Con mucho orgullo dedico esta tesis a mi hermano Edu, por siempre ayudarme y apoyarme en todos los buenos y malos momentos mientras estaba en vida, que en paz descanse.

A mi mejor amigo Josué Macías, por todo su apoyo incondicional cuando estaba en vida, que en paz descanse.

**ANTHONY LEONARDO PARRALES FALCONES**

## **DEDICATORIA**

Con amor se la dedico a mi hermosa e incondicional madre, mi querido padre y mi gran hermano por siempre darme esos impulsos de continuar y gracias a ellos por las inmensas cosas que han hecho para poder llegar a completar esta etapa en mi vida y a mis abuelos por sus oraciones y bendiciones.

**EDWIN ALEXANDER ALAVA ORTIZ**

## CONTENIDO GENERAL

CARÁTULA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
CONTENIDO DE TABLAS.....	xiii
CONTENIDO DE FIGURAS Y FÓRMULAS.....	xiii
CONTENIDO DE ECUACIONES.....	xiv
RESUMEN.....	xv
PALABRAS CLAVE.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
KEY WORDS.....	xvi
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.4. HIPÓTESIS.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5

2.1. AGUAS RESIDUALES.....	5
2.1.1. AGUAS RESIDUALES DE LUBRICADORAS.....	5
2.2. PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA.....	5
2.2.1. ACEITES Y GRASAS.....	5
2.2.2. PH.....	6
2.2.3. COLOR.....	6
2.2.4. TURBIDEZ.....	7
2.2.5. SÓLIDOS SUSPENDIDOS.....	7
2.3. FILTRO.....	7
2.4. BIOFILTRO.....	8
2.5. TIPOS DE FILTROS.....	8
2.5.1. FILTRACIÓN RÁPIDA.....	8
2.5.2. FILTRACIÓN LENTA.....	8
2.6. COCOS NUCIFERA.....	9
2.6.1. COMPOSICIÓN DEL COCO.....	10
2.6.2. FIBRA DE LA CÁSCARA DE COCO.....	11
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	12
3.1. UBICACIÓN.....	12
3.2. DURACIÓN.....	12
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	13
3.3.1. MÉTODOS.....	13
3.3.2. TÉCNICAS.....	13
3.4. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	14
3.5. FACTOR EN ESTUDIO.....	15
3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	15

3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	16
3.8. VARIABLES DE ESTUDIOS.....	16
3.8.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	16
3.8.2. VARIABLE DEPENDIENTE.....	16
3.9. PROCEDIMIENTO.....	17
FASE 1. CARACTERIZACIÓN EL AGUA RESIDUAL PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS CONTAMINANTES QUE ESTÁN PRESENTES EN LA LUBRICADORA LA SIN PAR.....	17
FASE 2. ELABORACIÓN DEL FILTRO CON CÁSCARA DE COCO PARA LA REMOCIÓN DE GRASAS Y ACEITES.....	18
FASE 3. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE ABSORCIÓN DE CÁSCARA DE COCO ( <i>COCOS NUCIFERA L.</i> ) PARA LA REMOCIÓN DE GRASAS Y ACEITES EN AGUAS RESIDUALES DE LA LUBRICADORA LA SIN PAR.....	22
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1. CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS CONTAMINANTES QUE ESTÁN PRESENTES EN LA LUBRICADORA LA SIN PAR.....	23
4.2. ELABORACIÓN DEL FILTRO CON CÁSCARA DE COCO PARA LA REMOCIÓN DE GRASAS Y ACEITES.....	24
4.3. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE ABSORCIÓN DE CÁSCARA DE COCO ( <i>Cocos nucífera L.</i> ) PARA LA REMOCIÓN DE GRASAS Y ACEITES EN AGUAS RESIDUALES DE LA LUBRICADORA LA SIN PAR.....	27
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
5.1. CONCLUSIONES.....	36
5.2. RECOMENDACIONES.....	37
BIBLIOGRAFÍA.....	38
ANEXOS.....	49

## CONTENIDO DE TABLAS

<b>Tabla 2.1.</b> Características del coco .....	10
<b>Tabla 2.2.</b> Propiedades físicas, químicas y mecánicas del coco .....	10
<b>Tabla 3.1.</b> Unidades experimentales.....	15
<b>Tabla 3.2.</b> Niveles del factor de estudio.....	15
<b>Tabla 3.3.</b> Registro de mediciones.....	15
<b>Tabla 3.4.</b> Descripción de las muestras.....	18
<b>Tabla 4.1.</b> Registro y datos de los análisis del laboratorio sin filtro .....	24
<b>Tabla 4.2.</b> Registro y datos de los análisis del laboratorio con filtro .....	27
<b>Tabla 4.3.</b> Promedio de valores por parámetros, sin y con el proceso de filtración .....	28
<b>Tabla 4.4.</b> Promedio de valores por parámetros de turbidez .....	28
<b>Tabla 4.5.</b> Promedio de valores por parámetros de pH .....	29
<b>Tabla 4.6.</b> Promedio de valores por parámetros de color.....	30
<b>Tabla 4.7.</b> Promedio de valores por parámetros de Sólidos suspendidos.....	31
<b>Tabla 4.8.</b> Promedio de valores por parámetros de grasas y aceites .....	32
<b>Tabla 4.9.</b> Monitoreo de 10 días de temperatura y pH .....	34
<b>Tabla 4.10.</b> Prueba T para la temperatura .....	34
<b>Tabla 4.11.</b> Prueba T para el pH.....	35

## CONTENIDO DE FIGURAS Y FÓRMULAS

<b>Figura 2.1.</b> Aceites y grasas en agua residual.....	6
<b>Figura 2.2.</b> Coco nucifera (fruto).....	9
<b>Figura 2.3.</b> Fibra de la cáscara del coco .....	11
<b>Figura 3.1.</b> Mapa de ubicación.....	12
<b>Figura 3.2.</b> Manejo del experimento.....	19
<b>Figura 3.3.</b> Parámetro de diseño del filtro a 10 cm de altura con lecho de fibra de coco.....	20

<b>Figura 3.4.</b> Parámetro de diseño del filtro a 15 cm de altura con lecho de fibra de coco.....	21
<b>Figura 4.1.</b> Mapa de ubicación de la lubricadora donde se implantó el filtro .....	23
<b>Figura 4.2.</b> Promedio de valores por parámetros de turbidez. ....	29
<b>Figura 4.3.</b> Promedio de valores por parámetros de pH.....	30
<b>Figura 4.4.</b> Promedio de valores por parámetros de color .....	31
<b>Figura 4.5.</b> Promedio de valores por parámetros de Sólidos suspendidos.....	32
<b>Figura 4.6.</b> Promedio de valores por parámetros de grasas y aceites.....	33

## **CONTENIDO DE ECUACIONES**

<b>Ecuación 3.1.</b> Fórmula de eficiencia.....	22
<b>Ecuación 4.1.</b> Volumen calculado del filtro.....	25
<b>Ecuación 4.2.</b> Caudal para el tratamiento 1 .....	25
<b>Ecuación 4.3.</b> Caudal para el tratamiento 2 .....	26
<b>Ecuación 4.4.</b> Tiempo de retención hidráulica del T1 .....	26
<b>Ecuación 4.5.</b> Tiempo de retención hidráulica del T2 .....	27
<b>Ecuación 4.6.</b> Eficiencia de grasas y aceites del T1 .....	33
<b>Ecuación 4.7.</b> Eficiencia de grasas y aceites del T2.....	33

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación consistió en evaluar la eficiencia de la cáscara de coco (*Cocos nucífera* L.) para la remoción de grasas y aceites en aguas residuales de la lubricadora “La Sin Par”, mediante la aplicación de la investigación experimental. Se realizó en tres fases: la primera consistió en la caracterización del agua residual con el fin de identificar los contaminantes en la lubricadora. Posteriormente, se elaboró un filtro con cáscara de (*Cocos nucífera* L.) como medio filtrante para la remoción de grasas y aceites. La tercera fase se centró en determinar la eficiencia de la bioabsorción del medio filtrante. Como resultado se tiene que la concentración de grasas y aceites promedio antes del filtrado fue de 77,17 mg/L, 386 mg/L Pt/Co de color, pH de 7,52 y 46,53 NTU en turbidez. El caudal para el tratamiento 1 fue de 0,48 L/h, con un tiempo de retención hidráulica de 4 horas y 0,35 L/h para el tratamiento 2 con un tiempo de retención hidráulica de 5,48 horas. Después del filtrado los valores de grasas y aceites bajaron a 16 mg/L, teniendo una eficiencia de remoción del 78% para el tratamiento 1 y 77% para el tratamiento 2, aceptando la hipótesis planteada en donde el filtro a base de cáscara de coco remueve más del 50% de grasas y aceites de la lubricadora “La Sin Par”.

## PALABRAS CLAVE

Retención, fase, tratamiento.

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the efficiency of coconut shell (*Cocos nucifera* L.) for the removal of fats and oils in wastewater from the “La Sin Par” lubrication plant, through the application of experimental research. It was carried out in three phases: the first consisted of the characterization of the residual water in order to identify the contaminants in the lubricator. Subsequently, a filter was made with the shell of (*Cocos nucifera* L.) as a filter medium for the removal of fats and oils. The third phase focused on determining the biosorption efficiency of the filter medium. As a result, the average concentration of fats and oils before filtration was 77,17 mg/L, 386 mg/L Pt/Co color, pH 7,52 and 46,53 NTU in turbidity. The flow rate for treatment 1 was 0.48 L/h, with a hydraulic retention time of 4 hours and 0,35 L/h for treatment 2 with a hydraulic retention time of 5,48 hours. After filtering, the values of fats and oils dropped to 16 mg/L, having a removal efficiency of 78% for treatment 1 and 77% for treatment 2, accepting the hypothesis posed where the coconut shell-based filter removes more than 50% of fats and oils from the “La Sin Par” lubricator.

## KEY WORDS

Retention, phase, treatment.

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo con García y Gómez (2018), la contaminación del agua y otros recursos naturales en el mundo es predominantemente resultado de las actividades humanas. A lo largo del tiempo, esta problemática ha ido en aumento debido a la creciente demanda para satisfacer las necesidades de la población (Robaluno, 2021). Por otro lado, Carvajal *et al.* (2017) afirma que el suministro de agua tiene un impacto crítico, ya que muchos de los contaminantes generados por el ser humano son de difícil eliminación y acaban en los cuerpos de agua sin pasar por ningún proceso de tratamiento.

Uno de los problemas ambientales más importantes en Ecuador es precisamente la utilización de los cauces, estuarios y lagos como fuentes de recepción de aguas residuales (municipales, domésticas e industriales) sin método alguno (García *et al.*, 2019). Según Sánchez (2017) un ejemplo claro de esta situación es el de las lubricadoras, cuando estas descargan sus aguas residuales en afluentes, estos vertidos suelen contener una amalgama de aceites y grasas; esta circunstancia es resultado directo de la carencia de métodos de tratamiento adecuados en las instalaciones de lavado, lo que resulta en una eliminación incompleta de estos contaminantes.

En un comunicado realizado por el Diario La Hora (2020), se menciona que la Autoridad Ambiental Nacional llegó a la conclusión en base a un análisis, de que las lubricadoras y lavadoras de vehículos, son una de las actividades mayormente contaminantes del ambiente, ya que la mayoría descargan sus aguas residuales sin un tratamiento previo.

La ciudad de Calceta no es la excepción, pues cuenta con 4 lubricadoras, y aunque se rigen con un reglamento, el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón, no realiza responsablemente los controles necesarios para evitar la contaminación de las aguas servidas con desechos sólidos y líquidos (grasas, papel, detergentes,

etc.), producto del lavado y lubricación de los vehículos, cambio de aceite y de filtro, además, no tienen un adecuado tratamiento de sus desechos y vertidos provocados por las actividades que se llevan a cabo (Loor y Moreira, 2013).

Las lavadoras y lubricadoras de vehículos que vierten el agua residual al alcantarillado causan perjuicios al mismo, pues con el pasar del tiempo los residuos de aceite y grasa se solidifican, tapando los tubos de las alcantarillas provocando que éstas se rebosen y se complica el transporte de los residuos por las tuberías (Barba, 2022). Por lo tanto, The National Environmental Services Center (2019) menciona que existen formas fáciles y efectivas para eliminar estas grasas y aceites del agua tales como los biofiltros, que están compuestos por diferentes materiales de uso convencional y de otros provenientes de fibras naturales como la cáscara de coco (*Cocos nucifera* L.) que sirve para remover las grasas y aceites de las aguas residuales de lavadoras y lubricadoras (Maldonado, 2020).

Con todo lo expuesto anteriormente, se plantea la siguiente interrogante:

¿Cuál es la eficiencia de la cáscara de coco (*Cocos nucifera* L.) en la remoción de grasas y aceites en aguas residuales de la lubricadora La Sin Par de la ciudad de Calceta, cantón Bolívar?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

La gestión de residuos líquidos ha apostado por el desarrollo y fortalecimiento de tecnologías limpias para tratarlos, ampliando los servicios a través de campañas educativas hacia la ciudadanía que permiten la visualización de que los residuos son generados por las personas, debido al alto consumo de productos, lo que ha generado un crecimiento desmedido de residuos convirtiéndose en un problema para el planeta (Roper, 2020).

Brito y Yelitza (2018) mencionan que en las lubricadoras se deben instaurar áreas de almacenamiento para aceites y grasas para que puedan ser reutilizados, sin embargo los efluentes de estos procesos son vertidos en alcantarillas y desagües de las calles teniendo como destino final el suelo, aguas pluviales, ríos, formando

como consecuencia una membrana impermeable sobre la superficie que impide el paso de oxígeno y el desarrollo de la vida acuática y particularmente estos presentan un riesgo elevado afectando a la salud ambiental y social.

Según Carrasco y Veletanga (2018) la cáscara de coco presenta una mayor densidad y una distribución de tamaño más estrecha, el mismo que le genera la capacidad de adsorción de moléculas pequeñas como adsorción de gases, teniendo en cuenta que las cáscaras de coco constituyen un desecho agroindustrial, a pesar de esto representan una fuente natural de fibra, con una composición promedio del 36% de celulosa, 25% de hemicelulosa y 28% de lignina, de igual forma, se destacan investigaciones en las que el carbón activado procedente del endocarpio y mesocarpio de esta materia vegetal se empleó como elemento separador y tratante de dureza, fenoles, fluoruros, hierro, plomo y cromo en muestras de agua (Rondón *et al.*, 2020).

Según la Constitución de la República del Ecuador (2008) el agua es un patrimonio natural y de bien público, que debe ser usado en armonía integrando valores sociales, comunitarios, ambientales, culturales, económicos y políticos, por otro lado en el caso de los servicios de saneamiento, la característica de calidad se resume a la exclusividad de estos servicios higiénicos y en el hecho de que en las aguas provenientes de las lavadoras se encuentran contaminantes que no reciben ningún tipo de tratamiento in situ o fuera del sitio (Serrano *et al.*, 2016).

La Organización de las Naciones Unidas (2015) menciona en el objetivo 6 de la Agenda 2030, que se debe mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos considerando que una parte de estos problemas se debe a que las aguas residuales procedentes de lavadoras y lubricadoras de automóviles producen efluentes con altas concentraciones de aceites y grasas, una fracción de estos contaminantes forman una emulsión en el agua, estos afluentes emulsionados no son separados por sistemas primarios como trampas de grasas o filtros, incrementando la contaminación del agua (Renato, 2019).

Con la presente investigación, se pretende aportar a la gestión de las residuales líquidas en la lubricadora La Sin Par, desde el punto de vista ambiental. Para ello, se va a impulsar el aprovechamiento de la cascara de coco como residuo orgánico, para la remoción de grasas y aceites a en aguas residuales de la lubricadora La Sin Par Calceta y se realizará una evaluación de las relaciones de las actividades, con el objetivo de reducir las alteraciones ambientales negativas presentes en la fase de operación manteniendo el mismo, y a su vez para que los dueños de estas determinen la importancia y necesidad de incurrir en este tipo de procesos y así plantear soluciones eficaces para minimizar dichos problemas, aportando al desarrollo local de su empresa logrando con esto reducir la contaminación del ambiente.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la eficiencia de la bioabsorción de cáscara de coco (*Cocos nucifera* L.) para la remoción de grasas y aceites en aguas residuales de la lubricadora “La Sin Par” de la ciudad de Calceta.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar el agua residual para la identificación de los contaminantes que están presentes en la lubricadora La Sin Par.
- Elaborar un filtro con cáscara de coco para la remoción de grasas y aceites.
- Determinar la eficiencia de absorción de cáscara de coco (*Cocos nucifera* L.) para la remoción de grasas y aceites en aguas residuales de la lubricadora “La Sin Par”.

### **1.4. HIPÓTESIS**

El filtro a base de cáscara de coco tendrá una eficiencia superior al 50% en la remoción de grasas y aceites del agua residual de la lubricadora y lavadora “La Sin Par” de la ciudad de Calceta.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. AGUAS RESIDUALES**

Las aguas residuales son aquellos efluentes líquidos resultantes de diversas actividades humanas, industriales y domésticas, que contienen una mezcla de sustancias químicas, contaminantes y residuos (Fernández, 2020). Se las denominan aguas negras por la coloración que presentan, que son originalmente de actividades antrópicas y representan un peligro inminente y estas aguas provienen de hogares, fabricas, instalaciones comerciales y su composición varia ampliamente, abarcando desde desechos orgánicos e inorgánicos hasta compuestos químicos tóxicos (Humanante *et al.*, 2022).

#### **2.1.1. AGUAS RESIDUALES DE LUBRICADORAS**

Morales *et al.* (2019) afirman que los efluentes de lavado de autos y equipos de lubricación producen una alta concentración de aceites, grasas y detergentes. Algunos de estos contaminantes forman una mezcla en el agua que al solubilizarse aumenta la carga orgánica en parámetros como TOC, DQO y DBO<sub>5</sub> (Castillo, 2015) afirma que al utilizar un litro de aceite puede estar llegando a contaminar 1 000 000 de galones de agua, el mal manejo que se da en las lubricadoras de autos se convirtió en uno de los problemas ambientales relevante como consecuencia de la composición química y dispersión a nivel mundial.

### **2.2. PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA**

#### **2.2.1. ACEITES Y GRASAS**

Según Hernández (2022) los aceites y grasas son componentes que se presentan en bajas y altas cantidades regularmente en todas las aguas residuales, utilizados en la industria como lubricantes o dependiendo de la actividad que lleve a cabo. siendo menos densos que el agua estos componentes suelen flotar (figura 2.1), complicando el traspaso de oxígeno por la razón que se forman capas en las

superficies, también indica (Vidales, Leos y Campos, 2010) que son compuestos formados de carbono, hidrógeno y oxígeno, forman parte de los lípidos y se encuentran en forma líquida o sólida siendo combinaciones de ácidos grasos saturados. De acuerdo (Sánchez, 2017) con no se descomponen fácilmente sólo cuando se exponen a ácidos minerales.



**Figura 2.1.** Aceites y grasas en agua residual

Fuente: Sánchez, (2017)

### **2.2.2. PH**

Normalmente, se define al pH como un parámetro que es usado para determinar el nivel de acidez que tenga el agua o cualquier disolución acuosa (Pineda *et al.*, 2020). Por otro lado, añade que este parámetro posee niveles que van desde 0 a 14, donde 7 es el valor normal que debe tener el agua, dicho valor significa que el agua no es ácida y no tiene efectos negativos en la salud (Zarza, 2020).

### **2.2.3. COLOR**

Según el Comité Técnico de Normalización Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales [COTEMARNAT] (2021) describe este parámetro como el resultado de la

disposición de materia húmica acuática, el color debe ser suprimido de las aguas por cuestiones de salud, en este sentido encontramos:

- **Color del agua**

Característica visual transmitida por el reflejo de la luz

- **Color verdadero del agua**

Color dado especialmente por las sustancias disueltas, de evalúa tras una muestra de agua que ha sido antes filtrada por medio de un filtro de membrana de 0,45  $\mu\text{m}$

- **Color aparente del agua**

Color causado por material disuelto y en suspensión, que se identifica en la muestra sin filtrar

#### **2.2.4. TURBIDEZ**

La turbidez cuya unidad de medida es NTU se da en cualquier tipo de masa de agua, es cuando dentro del líquido existen partículas sin disolverse, estas pueden ser de distintos volúmenes e incluso contaminantes, lo que determina que el agua está sucia o pura, este parámetro se ve influenciado por la fluidez o reposo de las partículas (García, 2022).

#### **2.2.5. SÓLIDOS SUSPENDIDOS**

Los sólidos disueltos presentes en el agua, son el resultado de todas las sales o iones que se encuentran en ella, en palabras científicas en relación a la calidad del agua, el concepto de sólidos disueltos totales es igual a salinidad del agua, representada con la unidad de medida de miligramos por litro (mg/L) o partículas por millón (ppm) (Cassassuce, 2020).

### **2.3. FILTRO**

Los registros más antiguos de sistemas de filtración datan alrededor del año 2000 a.C., y reflejan un enfoque de purificación del agua que involucra la combinación de

ebullición y filtración. Por lo general, este proceso se acompaña de etapas de coagulación, floculación y decantación, logrando con éxito la eliminación de bacterias presentes en el agua, así como la corrección de aspectos como el color, la turbidez y las problemáticas asociadas al olor y sabor, factores que inciden indirectamente en su calidad (Payán, 2017).

## **2.4. BIOFILTRO**

Para Mendoza (2021) se utiliza un biofiltro como único proceso para potabilizar el agua sin tratar en áreas remotas, se puede definir como cualquier tipo de material filtrante teniendo como función principal de biofiltro la eliminación de materiales y como segundo es la de reducir la carga patógena. Mientras que Cedeño y Ayón (2020) mencionan que otra opción para la gestión de aguas residuales es el uso de filtros biológicos, estos brindan la oportunidad para dar soluciones que sea de una forma amigables para el medio ambiente y así reduciendo el impacto negativo del tratamiento inadecuado de las aguas residuales.

## **2.5. TIPOS DE FILTROS**

### **2.5.1. FILTRACIÓN RÁPIDA**

La finalidad principal de esta etapa es reducir la carga de sólidos suspendidos antes de que el agua ingrese al filtro rápido. Una vez que el agua ha completado este proceso a través del prefiltro, accede a los filtros rápidos, que operan bajo el principio de acumulación con velocidad descendente y lavado mutuo. Esta colección de filtros alberga una estructura compuesta por una capa de filtro. Dicha capa está conformada por una estratificación que incluye una capa superior de arena, una subsiguiente capa de grava, seguida por una capa de piedra en el fondo y una falsa superficie. (Carangui, 2016).

### **2.5.2. FILTRACIÓN LENTA**

De acuerdo con Morales (2017), los filtros lentos destacan como alternativas económicas, viables y de fácil acceso para tratar y purificar el suministro de agua

comunitario, aprovechando los recursos locales. Específicamente, se trata de un enfoque apropiado en contextos donde la ayuda no llega y la viabilidad financiera no permite implementar sistemas de filtración más elaborados. A pesar de estas ventajas, se debe tener en cuenta que estos sistemas presentan limitaciones, siendo su eficacia reducida para la eliminación de niveles elevados de turbidez.

## 2.6. COCOS NUCIFERA

Conforme a las conclusiones de Arias y Trujillo (2013), en su etapa de madurez, la fruta entera puede alcanzar un peso que oscila entre 1 y 1,5 kg, y está compuesta por diversas partes en proporciones aproximadas: un 35% corresponde al Mesocarpio, un 12% al Endocarpio, un 28% al Endospermo y un 25% al contenido de agua de coco. En consonancia con las observaciones de Reyna *et al.* (2016), la fibra de coco se distingue por su notoria elasticidad, lo que justifica su elección para múltiples propósitos. Esta versatilidad abarca campos como la decoración y la industria arquitectónica, al igual que posibles aplicaciones en el ámbito de la química analítica y el tratamiento de aguas residuales industriales. En este último ámbito, la fibra se emplea como un medio de absorción con el fin de remover metales pesados, lo que subraya su papel crucial en la sostenibilidad y el cuidado ambiental.



**Figura 2.2.** Coco nucifera (fruto)

**Fuente:** Reyna et al., (2016)

## 2.6.1. COMPOSICIÓN DEL COCO

La cáscara de coco, aunque es un desecho industrial agrícola, es una fuente natural de fibra con una composición promedio de 36% de celulosa, 25% de hemicelulosa y 28% de lignina (Rondón *et al.*, 2019).

**Tabla 2.1.** Características del coco

Nombre del material orgánico	Fibra de coco ( <i>Cocos nucifera</i> )
Tamaño del coco	20 – 30 cm
Forma	Redondeada u ovoide
Color	Amarillento – verdoso
Peso del coco	2.5 Kg
Forma de la fibra de coco	1 – 2 cm

Fuente: Rondón et al., (2019)

**Tabla 2.2.** Propiedades Físicas, Químicas y Mecánicas del coco

Propiedades físicas	
Equilibrio óptimo entre retención del agua y capacidad de aireación	
Inercia térmica absorbe o cede calor con rapidez	
Propiedades químicas	
pH	5.5 – 6-5
Propiedades mecánicas	
Capacidad de retención del agua	25 – 50 %
Fácil de tallar	
Fácil de cortar	
Buena resistencia a los agentes atmosférico	
Alta resistencia	
Durabilidad	

Fuente: Rondón et al., (2019)

## 2.6.2. FIBRA DE LA CÁSCARA DE COCO

Las fibras de coco se derivan de la cáscara, ubicada entre una capa externa dura denominada exocarpio y una interna conocida como endocarpio. Estas fibras presentan una longitud de hasta 35 centímetros y un diámetro que oscila entre 12 y 25 micras (García, 2015). Según Baque (2015), debido a su alta capacidad de retención de humedad (62%), estas fibras son adecuadas para ser empleadas como sustrato de absorción de humedad. No obstante, Reyna *et al.* (2016) resaltan que esta característica varía en función de la especie, el estado de madurez del fruto y el entorno de cultivo. Es importante considerar que, en la maduración, estas fibras presentan una proporción significativa de células muertas debido a su naturaleza resistente. Este factor reviste una importancia económica notable, ya que las fibras de coco desempeñan un papel esencial como soporte estructural del tejido vegetal.



**Figura 2.1.** Fibra de la cáscara del coco

**Fuente:** Buechel (2022)

# CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

## 3.1. UBICACIÓN

La presente investigación se realizó en la lavadora “La Sin Par” correspondiente a un punto de la ciudad de Calceta, cantón Bolívar en la provincia de Manabí. Se encuentra ubicada en la calle Chile y María José Huerta y sus respectivas coordenadas -0.8429990902799043 latitud sur y a -80.16346000050886 de longitud oeste.

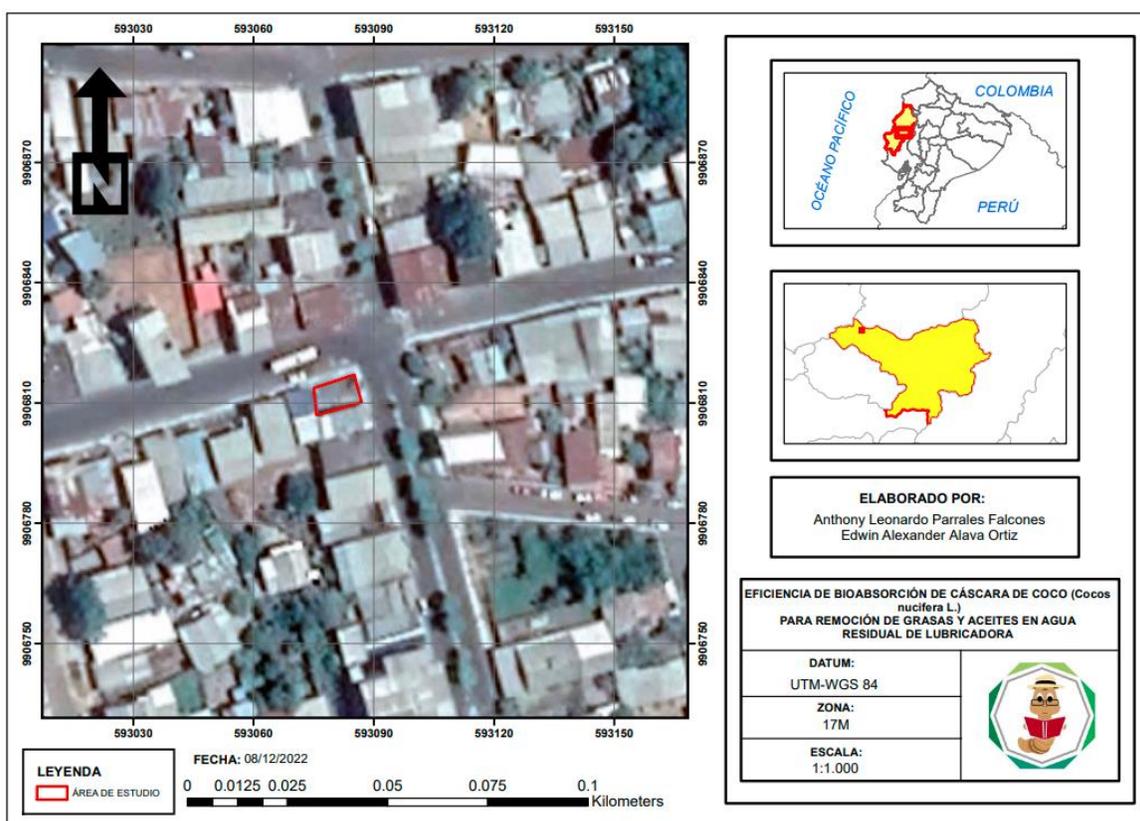


Figura 3.1. Mapa de ubicación

## 3.2. DURACIÓN

La presente investigación tuvo una duración de nueve meses, a partir de la aprobación de la planificación del trabajo de integración curricular.

### **3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS**

#### **3.3.1. MÉTODOS**

Para el presente proyecto de investigación se empleó el método analítico y experimental.

##### **3.3.1.1. MÉTODO ANALÍTICO**

Se empleó un método analítico para recopilar datos, siguiendo los principios alineados por Etecé (2021) este modelo de investigación se basa en experimentos directos y se dirige como un pilar en investigaciones científicas, ya que desglosa el fenómeno de estudio en sus componentes fundamentales, transitando de lo general a lo específico. Dicho enfoque fue crucial para examinar de manera minuciosa los ciclos de actividades en la lubricadora y lubricadora “La Sin Par”.

##### **3.3.1.2. MÉTODO EXPERIMENTAL**

De acuerdo con las afirmaciones de Maiche y Ruiz (2021), el método experimental se caracteriza por la manipulación de las variables de investigación para establecer un control sobre su interrelación. En esta investigación, se optó por un enfoque experimental debido a la elaboración del filtro a base de cáscara de coco como medio filtrante, para la remoción de grasas y aceites de las aguas residuales de la lubricadora por lo tanto en este enfoque se involucró la observación detallada, la manipulación precisa y el registro sistemático de las variables que influyeron en el objeto de estudio.

#### **3.3.2. TÉCNICAS**

Las técnicas que se emplearon fueron la encuesta, que es de gran utilidad para recabar datos, el muestreo, que se basa en los tipos de contaminantes que existen en el lugar y la estadística descriptiva.

### **3.3.2.1. ENCUESTA**

La encuesta es una técnica de investigación ampliamente empleada en diversos ámbitos, abarcando desde el académico hasta el pragmático, y desempeña un papel fundamental en la exploración y esta se distingue por su capacidad para capturar datos al encuestado o encuestada, además, su utilidad como herramienta de estudio no solo radica en la recolección de datos cuantitativos, sino también en su capacidad para proporcionar una perspectiva cualitativa profunda que enriquece la comprensión de los aspectos subyacentes de la sociedad (Falcón *et al.*, 2019).

### **3.3.2.2. MUESTREO**

Canal (2016) menciona que el muestreo es una serie de técnicas que buscan seleccionar un modelo representativo a partir de los datos adquiridos a través de la encuesta. El propósito fundamental de esta metodología es capturar una muestra del material en estudio, en ese caso, las aguas residuales, por consiguiente, es esencial que la muestra conserve las proporciones relativas de todos los componentes presentes que la muestra conserve las proporciones relativas de todos los componentes presentes en el material original y que no haya experimentado modificaciones sustanciales en su composición antes del análisis planificado,

### **3.3.2.3. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA**

Esta técnica abarca los procedimientos destinados a adquirir, descubrir y presentar datos, los cuales pueden manifestarse en formas numéricas o gráficas (Velázquez, 2017). Por lo tanto, esta herramienta se vuelve esencial para la exposición de los resultados relativos a la concentración de grasas y aceites presentes en las aguas residuales provenientes de la lubricadora “La Sin Par”.

## **3.4. UNIDAD EXPERIMENTAL**

Se realizaron 6 unidades experimentales del filtro a base de cáscara de coco.

**Tabla 3.1.** Unidades experimentales

T1R1 = 10 cm	T1R2 = 10 cm	T1R3 = 10 cm
T2R1 = 15 cm	T2R2 = 15 cm	T2R3 = 15 cm

### 3.5. FACTOR EN ESTUDIO

El factor de estudio fue la altura del medio filtrante (cáscara de coco) en distintos niveles (T1 y T2), como se detalla en la tabla 3.2.

**Tabla 3.2.** Niveles del factor de estudio

Nivel	Altura
T1	10 cm
T2	15 cm

### 3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se efectuó un diseño completamente al azar (DCA) simple, con un solo factor, el mismo que está constituido de dos tratamientos con tres repeticiones obteniendo un total de 6 unidades experimentales. Se evaluó la eficiencia de la cáscara de coco en la remoción de grasas y aceites de las aguas provenientes de la lavadora y lubricadora La Sin Par durante diez días, tal como lo establecen Burgos y Destín (2021), midiendo el pH y la temperatura de las muestras de ambos filtros, así como una muestra control del agua que no pasará por ningún medio filtrante; el registro de las mediciones se refleja en la tabla 3.3.

**Tabla 3.3.** Registro de mediciones

Días	Condiciones	Filtro con lecho de 10 mm	Filtro con lecho de 15 mm	Vaso de control sin material filtrante
1	T °C			
	pH			
2	T °C			
	pH			

3	T °C
	pH
4	T °C
	pH
5	T °C
	pH
6	T °C
	pH
7	T °C
	pH
8	T °C
	pH
9	T °C
	pH
10	T °C
	pH

### 3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de esta investigación tuvo como objetivo ofrecer una comparación detallada de como el filtro removió grasas y aceites. Este se realizó mediante la recopilación y tabulación exhaustiva de datos obtenidos de los análisis del laboratorio en cada unidad experimental a lo largo del experimento. Para evaluar las diferencias significativas, se empleó una prueba T para una media análisis de varianza utilizando el software Infostat bajo la prueba Tukey al 5%, siguiendo el procedimiento recomendado por García y Menéndez (2017).

### 3.8. VARIABLES DE ESTUDIOS

#### 3.8.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Altura del lecho de la fibra de coco

#### 3.8.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Eficiencia de la bioabsorción de la cáscara de coco.

### **3.9. PROCEDIMIENTO**

#### **FASE 1. CARACTERIZACIÓN EL AGUA RESIDUAL PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS CONTAMINANTES QUE ESTÁN PRESENTES EN LA LUBRICADORA LA SIN PAR**

##### **Actividad 1. Reconocimiento del área de estudio**

Se realizó una visita de reconocimiento al área de estudio con el fin de identificar procesos y áreas de trabajo, para lo cual se aplicó una ficha de observación (Anexo 2); la ficha contiene coordenadas, lugar de ubicación, actividad económica/comercial, cantidad de trabajadores y su objetivo fue constatar en un documento, por escrito, lo que sucede en el área (Ramírez, 2019; Díaz, 2021).

Esta información recopilada fue de utilidad para generar un mapa de ubicación y un diagrama de procesos del sitio en estudio (Bravo, 2018).

##### **Actividad 2. Encuesta al propietario de Lubricadora La Sin Par**

Se elaboró una encuesta tomando como base lo descrito por Teglia (2018), la cual constó de 5 preguntas (Anexo 3), la cual fue aplicada al propietario de la Lubricadora La Sin Par.

##### **Actividad 3. Toma de muestras**

Para la toma de muestra, se tomaron en cuenta cuatro principios que son: lugar, tiempo, frecuencia, y técnicas; proceso que se llevó a cabo en la lavadora La Sin Par de la ciudad de Calceta, y se rigió de acuerdo a la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:2013. Para continuar con este proceso se necesitaron envases nuevos de plástico, plantillas de registro, cuaderno y lápiz. La cantidad de muestra necesaria es de 3000 ml, por tanto, se necesitaron dos muestras compuestas, la primera sin implementación de ningún filtro y la segunda en la que se evaluó la eficiencia de la bioabsorción con el filtro de cáscara de coco (*Coco nucífera* L.).

Descripción de la toma de muestras:

**Tabla 3.4.** Descripción de las muestras

<b>Característica</b>	<b>Cantidad de muestra</b>
Filtro 1 (10cm)	750 ml
Filtro 2 (15cm)	750 ml
No filtro	1500 ml

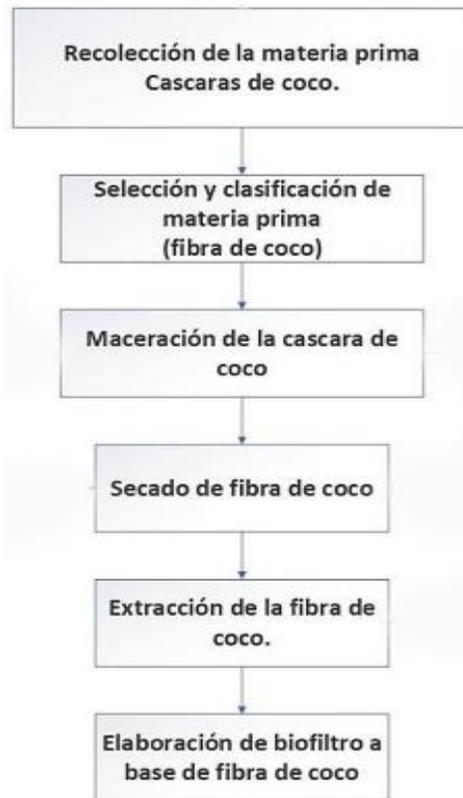
#### **Actividad 4. Análisis de laboratorio**

Una vez que se recolectaron las muestras, siguiendo los protocolos establecidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (2013). Se llevaron al laboratorio para evaluarlos parámetros de color, pH, turbidez, grasas y aceites, sólidos suspendidos (García, 2014).

## **FASE 2. ELABORACIÓN DEL FILTRO CON CÁSCARA DE COCO PARA LA REMOCIÓN DE GRASAS Y ACEITES**

#### **Actividad 5. Recolección y preparación de residuos y muestra**

En esta actividad se llevó a cabo la recolección de cáscara de coco en un saco de 1,5 m de alto y 90 cm de ancho teniendo en cuenta que se almacenaron de forma manual y práctica teniendo un peso de 17 libras (Anexo 7), en el sitio Valdez del cantón Rocafuerte, luego se procedió a seleccionar los cocos con cáscaras en buen estado y se realizó la separación de la cáscara con el fruto y se sometieron a una limpieza manual (Figura 3.2) (Burgos y Destín 2021). Posteriormente, se preparó y se efectuó el lavado superficial con agua destilada para llevarla al secado natural (bajo el sol) durante 5 horas y así se finalizó con la extracción de la fibra de coco (Cedeño y Ayón, 2020).



**Figura 3.2.** Manejo del experimento

**Fuente:** Burgos y Destín (2021)

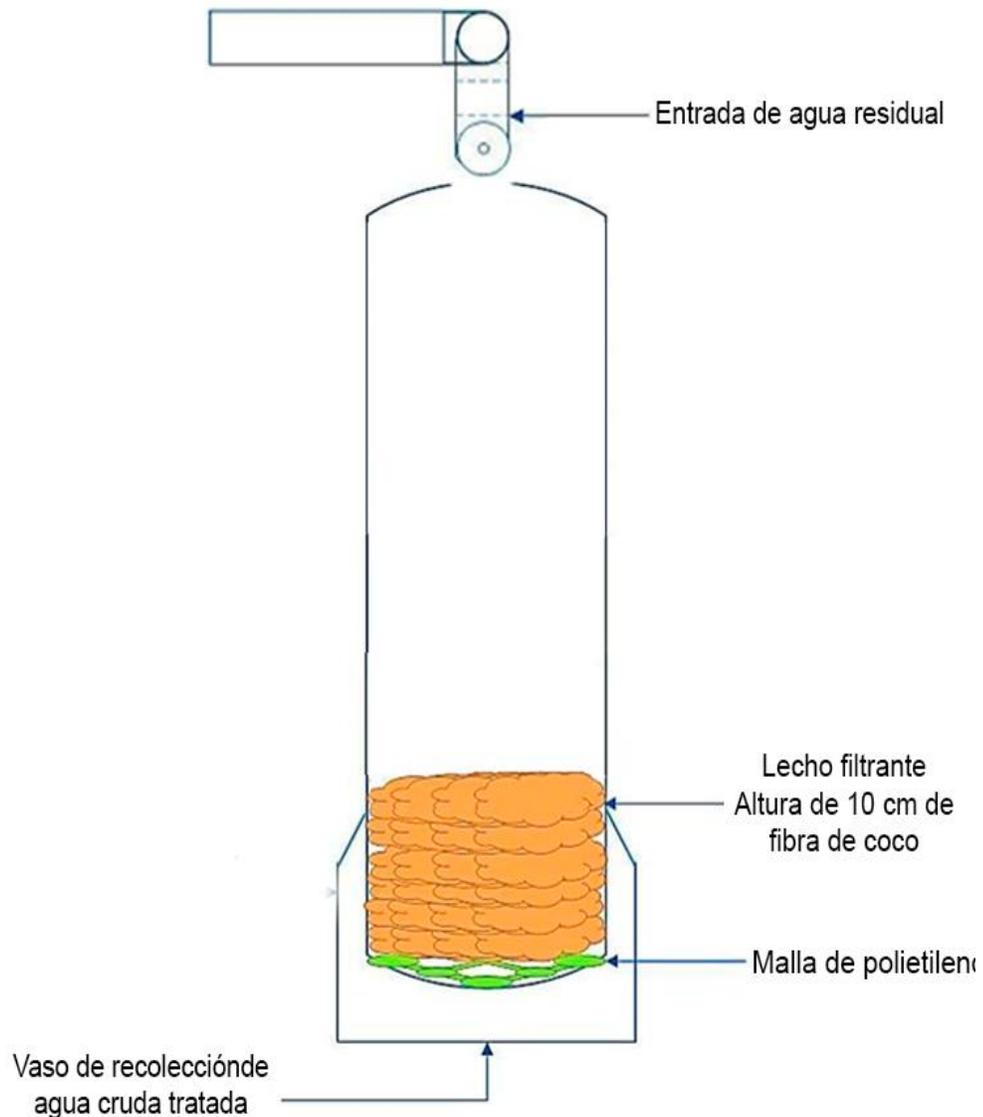
Por otra parte, se tomaron muestras del agua residual de la lavadora La Sin Par por la mañana teniendo en cuenta que no fue la hora pico del día y estas se recolectaron con recipientes de vidrio en los canales de agua del sitio, el cual tiene una profundidad de 50 cm y el total que se recopiló fue de 3000 ml de muestra (Mendoza y Pincay, 2019).

### **Actividad 6. Parámetros de diseño del filtro**

El tiempo de retención hidráulica fue uno de los parámetros más importantes para la elaboración del filtro para las aguas residuales, teniendo en cuenta que el TRH es el periodo de tiempo que el agua permanece en la unidad de tratamiento por lo tanto se planteó la siguiente fórmula, para definir el TRH del agua de la lavadora en el filtro (Valades, 2019).

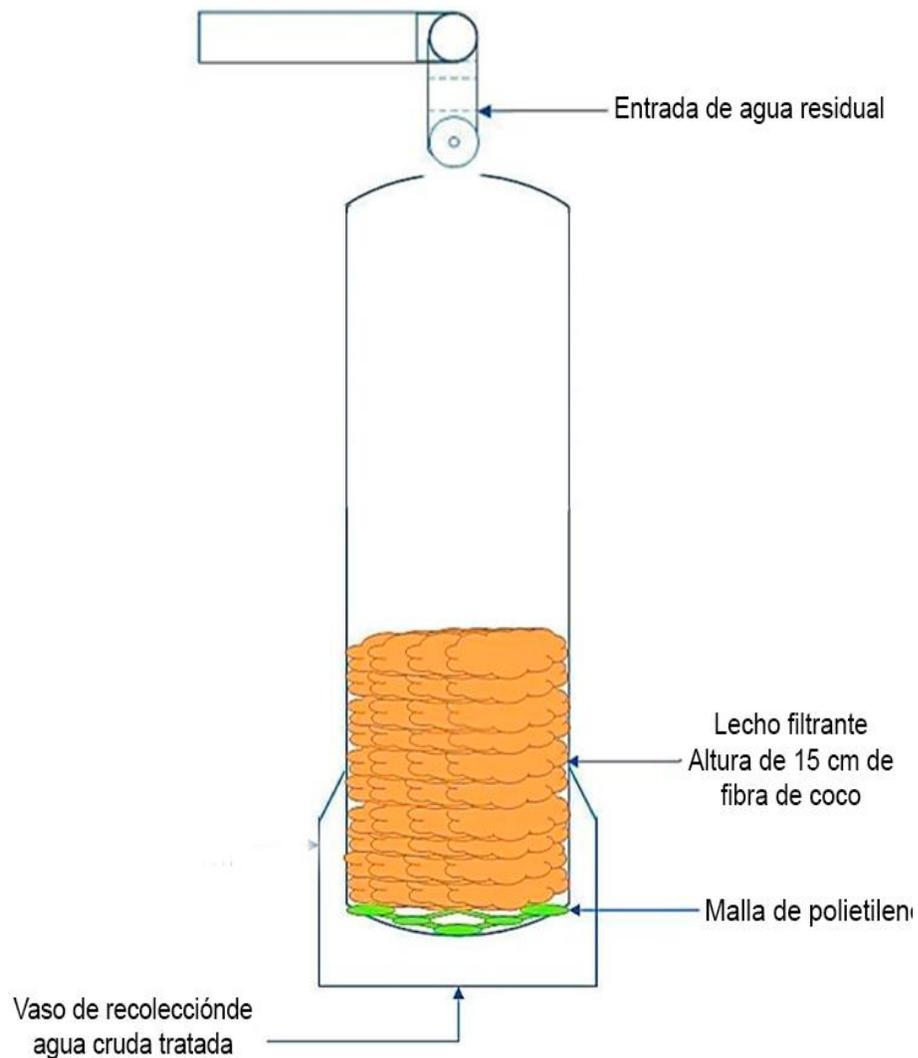
$$TRH = \frac{V(m^3)}{Q(m^3/hr)} \text{ Ec. 2.1.}$$

Uno de los parámetros que se consideró es la altura del filtro la cual fue de 50 cm y tiene un diámetro de 7 cm, por lo tanto, el radio fue 3.5 cm, teniendo en cuenta que el filtro se realizó de forma casera.



**Figura 3.3.** Parámetro de diseño del filtro a 10 cm de altura con lecho de fibra de coco

**Fuente:** Burgos y Destín (2021)



**Figura 3.4.** Parámetro de diseño del filtro a 15 cm de altura con lecho de fibra de coco

Fuente: Burgos y Destín (2021)

### Actividad 7. Elaboración del filtro

Se elaboraron dos filtros con las dimensiones establecidas, aplicando la metodología propuesta por Iza (2019), para la construcción de estos filtros se usaron dos tubos PVC de 50 cm alto y 7 cm de diámetro cada uno, en donde se perforaron 4 tapas PVC con el diámetro del filtro, teniendo en cuenta que dos fueron entradas y dos de salidas para el agua residual y dos mallas de plástico de 7 cm de diámetro

cada uno, las cuales se colocaron en las salidas para el agua residual. El interior del primer filtro llevó 15 cm de lecho de coco como medio filtrante y los 35 cm restantes fueron para el agua residual, así mismo en el segundo filtro 10 cm de lecho de coco y los 40 cm sobrantes para agua residual.

### **FASE 3. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE ABSORCIÓN DE CÁSCARA DE COCO (*COCOS NUCIFERA L.*) PARA LA REMOCIÓN DE GRASAS Y ACEITES EN AGUAS RESIDUALES DE LA LUBRICADORA LA SIN PAR**

#### **Actividad 8. Toma de muestra post filtrado**

Se recolectaron las muestras después del proceso de filtración en dos recipientes de vidrios en las salidas del agua residual de ambos filtros, donde el tiempo que se demoró en caer el agua del primer filtro fue de 15 segundos y el segundo filtro fue de 20 segundos de acuerdo a lo establecido por Burgos y Mera (2022).

#### **Actividad 9. Análisis del laboratorio**

Se realizaron los análisis de las muestras obtenidas en dos etapas una al inicio y otra al final, los cuales fueron: sólidos suspendidos, pH, turbidez, color, aceites y grasas, una vez que se llevaron a cabo estos análisis se comprobó la eficiencia de la absorción de cáscara de coco (*Cocos nucifera L.*) para la remoción de grasas y aceites en aguas residuales de la lubricadora La Sin Par según lo desarrollado por Espinoza e Intriago (2021).

#### **Actividad 10. Cálculo de la eficiencia**

En esta actividad, se efectuó un cálculo matemático para verificar la eficiencia de la filtración, tomando en consideración la efectividad en tiempo real y esta se relacionó con la efectividad teórica a lograr a partir de la ecuación matemática siguiente (Castro y Rajadel, 2019):

$$\%Eficiencia = \frac{(C_o - C_f)}{C_o} 100\% \quad Ec. 3.1.$$

**Ecuación 3.1.** Fórmula de eficiencia

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS CONTAMINANTES QUE ESTÁN PRESENTES EN LA LUBRICADORA LA SIN PAR

Se realizaron tres visitas al área de estudio, la primera fue para el reconocimiento del lugar e identificación del área de trabajo, en la segunda visita se efectuó una encuesta y una ficha de observación dirigidas al dueño de la lubricadora, y en la tercera se realizó la toma de muestras del agua residual, alcanzando los siguientes resultados:

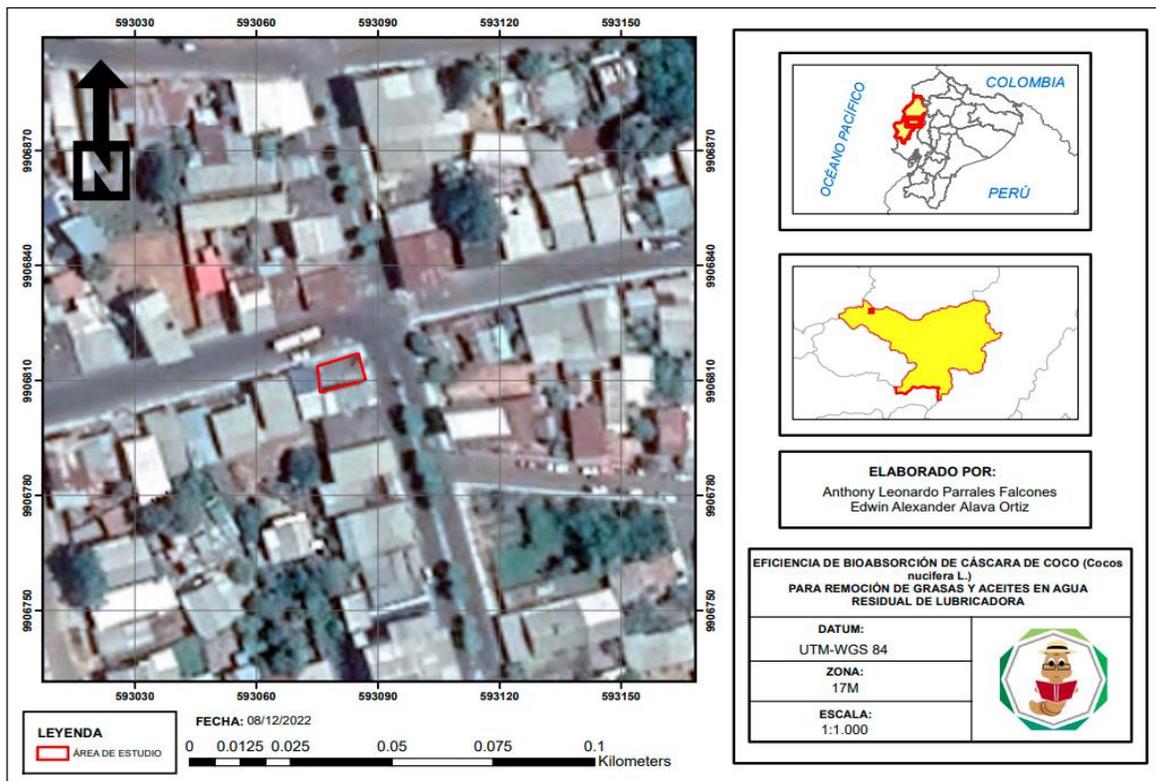


Figura 4.1. Mapa de ubicación de la lubricadora donde se implantó el filtro

Los datos de la encuesta evidenciaron que la lubricadora “La Sin Par” está conformada por cuatro personas, jefe y empleados, el lugar está ubicado en Calceta-Manabí y está abierto de lunes a sábado desde las 08h00 hasta las 18h00.

Los días lunes, miércoles y viernes a las 16h00 es la hora pico esto quiere decir que es en donde la lavadora tiene más actividad comercial, teniendo en cuenta que la lubricadora no tiene un sistema de tratamiento de las aguas residuales lo cual pudo incidir en la elevada presencia de grasas y aceites de las muestras.

Además, el 80% de vehículos que se lavan son livianos, a los que se les realiza un servicio de cambio de aceite, engrasado y cambio de filtros.

Posteriormente de las 12 muestras del agua residual tomadas con envases nuevos de plásticos de 250 ml cada uno, 6 de estas fueron analizadas antes del filtrado, teniendo los siguientes resultados:

**Tabla 4.1.** Registro y datos de los análisis del laboratorio sin filtro

Tratamientos	Repeticiones	Turbidez (NTU)	pH (U)	Color (mg/l Pt/Co)	Sólidos suspendidos (m/L)	Grasas y Aceites (mg/L)
T1	R1	48,89	8,2	341	0,19	74,00
T1	R2	56,10	8,5	452	0,68	73,00
T1	R3	47,60	7,9	487	0,16	83,00
T2	R1	45,74	7,1	265	0,54	82,00
T2	R2	39,88	6,8	351	0,95	74,00
T2	R3	41,56	6,6	422	0,12	77,00
Promedio		46,63	7,52	386	0,44	77,17

## **4.2. ELABORACIÓN DEL FILTRO CON CÁSCARA DE COCO PARA LA REMOCIÓN DE GRASAS Y ACEITES**

Se obtuvo un total de 25 kg de cáscara de coco, según estudios presentados por Villa *et al.* (2019) las cáscaras de coco, reconocidas por su resistencia y durabilidad, representan un subproducto de gran valor dentro de la industria del coco, esta se aprovechó como medio filtrante para remover grasas y aceites de la lubricadora “La Sin Par”. Por otra parte, en la investigación de Rondón *et al.* (2021), alegaron que la cáscara de coco es una alternativa viable para absorber un porcentaje de grasas y aceites.

Para los parámetros de diseño del filtro se realizaron los respectivos cálculos con las siguientes fórmulas:

- Volumen del filtro

$$Vf = \pi * r^2 * A$$

$$Vf = 3,1416 * (3,5 \text{ cm})^2 * 50 \text{ cm}$$

$$Vf = 1924,23 \text{ cm}^3 * \frac{1 \text{ m}^3}{1000000 \text{ cm}^3}$$

$$Vf = 0,00192 \text{ m}^3 * \frac{1000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3}$$

$$Vf = 1,92 \text{ l}$$

**Ecuación 4.1.** Volumen calculado del filtro

Donde:

$$\pi = 3,1416$$

$$r^2 = \text{radio del filtro} = 3,5 \text{ cm}$$

$$A = \text{altura del filtro} = 50 \text{ cm}$$

$$Vf = 1,92 \text{ l}$$

- Caudal del T1

$$Q = \frac{V \text{ (l)}}{t \text{ (d)}}$$

$$Q = \frac{1,92 \text{ l}}{0,00017 \text{ d}}$$

$$Q = 11,52 \frac{\text{L}}{\text{d}} * \frac{1 \text{ d}}{24 \text{ h}}$$

$$Q = 0,48 \frac{\text{l}}{\text{hr}}$$

**Ecuación 4.2.** Caudal para el tratamiento 1

Donde:

$$V = \text{volumen } 1,92 \text{ l}$$

$$t = \text{tiempo en el T1} = 15 \text{ s} = 0,00017 \text{ d}$$

$$Q = 0,48 \frac{\text{l}}{\text{hr}}$$

- Caudal del T2

$$Q = \frac{V (l)}{t (d)}$$

$$Q = \frac{1,92 L}{0,00023 d}$$

$$Q = 8,35 \frac{L}{d} * \frac{1d}{24hr}$$

$$Q = 0,35 \frac{l}{hr}$$

**Ecuación 4.3.** Caudal para el tratamiento 2

Donde:

$V$  = volumen 1,92 l

$t$  = tiempo en el T2 = 20 s = 0,00023 d

$$Q = 0,35 \frac{l}{hr}$$

- Tiempo de retención hidráulica del T1

$$TRH = \frac{Vf}{Q (T1)}$$

$$TRH = \frac{1,92 l}{0,48 \left( \frac{l}{hr} \right)}$$

$$TRH = 4 hr$$

**Ecuación 4.4.** Tiempo de retención hidráulica del T1

Donde:

$Vf$  = volumen 1,92 l

$Q$  = Caudal 0,48  $\frac{l}{hr}$

$$TRH = 4 hr$$

- Tiempo de retención hidráulica del T2

$$TRH = \frac{Vf}{Q (T2)}$$

$$TRH = \frac{1,92 \text{ l}}{0,35 \left(\frac{\text{l}}{\text{hr}}\right)}$$

$$TRH = 5,48 \text{ hr}$$

**Ecuación 4.5.** Tiempo de retención hidráulica del T2

Donde:

$Vf$  = volumen 1,92 l

$Q$  = Caudal  $0,35 \frac{\text{l}}{\text{hr}}$

$TRH = 5,48 \text{ hr}$

### **4.3. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE ABSORCIÓN DE CÁSCARA DE COCO (*Cocos nucífera* L.) PARA LA REMOCIÓN DE GRASAS Y ACEITES EN AGUAS RESIDUALES DE LA LUBRICADORA LA SIN PAR**

Se procedió a llevar a cabo la recolección de las muestras provenientes de la lavadora “La Sin Par” y se consideró una cantidad total de 1500 ml equivalente a 1,5 litros, la cual fue dividida de manera uniforme en 6 unidades de plástico, cada uno con una capacidad de 250 ml. Este protocolo de recolección se implementó con el fin de asegurar la consistencia y validez de las muestras recopiladas, sentando así las bases para un análisis riguroso y confiable de los datos en estudio (Burgos y Mera, 2022).

A continuación, se presentan los datos y registros de los análisis realizados de las 6 muestras después del proceso de filtración:

**Tabla 4.2.** Registro y datos de los análisis del laboratorio con filtro

Tratamientos	Repeticiones	Turbidez (NTU)	pH (U)	Color (mg/l)	Sólidos suspendidos (mg/L)	Grasas y Aceites (mg/L)
T1	R1	23,99	5,2	221	0,16	18,00

T1	R2	23,70	6,5	122	0,50	16,00
T1	R3	17,60	5,9	234	0,23	15,00
T2	R1	25,74	7,7	225	0,22	20,00
T2	R2	29,88	5,8	221	0,89	17,00
T2	R3	21,56	5,6	232	0,41	16,00
<b>Promedio</b>		23,75	6,12	209	0,40	16,00

Se efectuó un promedio de los tratamientos antes y después del proceso de filtración:

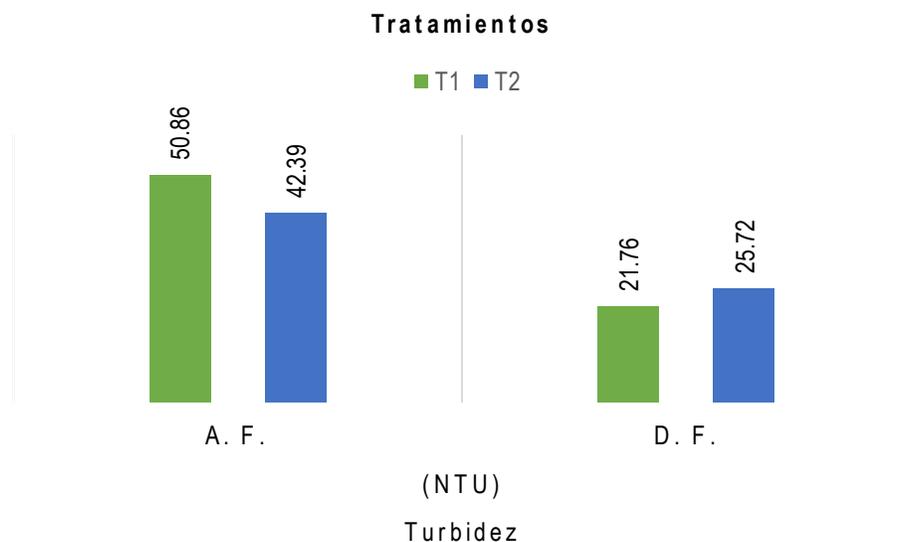
**Tabla 4.3.** Promedio de valores por parámetros, sin y con el proceso de filtración

Tratamientos	Turbidez		pH		Color		Sólidos suspendidos		Grasas y aceites	
	(NTU)		(U)		(mg/L Pt/Co)		(mg/l)		(mg/L)	
	A. F.	D. F.	A. F.	D. F.	A. F.	D. F.	A. F.	D. F.	A. F.	D. F.
T1	50,86	21,76	8,2	6,8	427	192	0,43	0,29	76,66	16,33
T2	42,39	25,72	6,83	6,5	346	226	0,53	0,5	77,66	17,66

En el primer parámetro de estudio, el T1 fue 50,86 NTU y el T2 de 42,39 NTU (Tabla 4.4), por consiguiente, con el proceso de filtración utilizando la cáscara de coco, mostró notables reducciones, con mediciones de 21,76 NTU y 25,72 NTU. Estos resultados se asemejan con las investigaciones de Jiménez (2016) y Yachas (2019) cuyos análisis promediados revelaron que del 100% de la turbidez, se redujo al 21%. Esta comparación demuestra la eficacia de la filtración en ambas investigaciones donde se evidencia una consistente mejora en la claridad del agua residual a través de los procesos de filtración implementados.

**Tabla 4.4.** Promedio de valores por parámetros de turbidez

Tratamientos	Turbidez	
	(NTU)	
	A. F.	D. F.
T1	50,86	21,76
T2	42,39	25,72

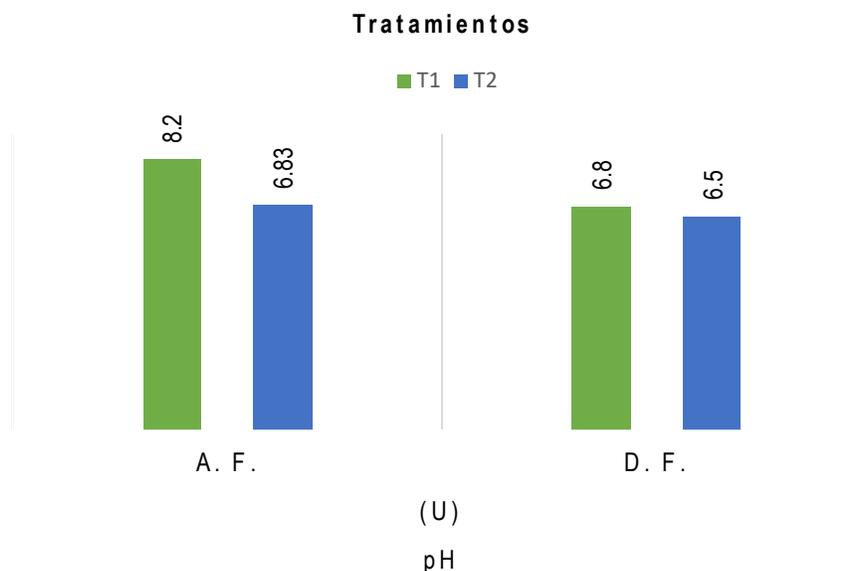


**Figura 4.2.** Promedio de valores por parámetros de turbidez.

En el T1 y T2 el pH fue 8,20 y 6,83 respectivamente. El T1 disminuyó a 6,8, mientras que el T2 a 6,5 tras someter el agua residual al proceso de filtración con cáscara de coco, en comparación con los resultados de Arriojas y Velázquez (2020) donde el pH inicial promediado fue de 7,11 y el final de 6,62. También difieren con lo expuesto por Córdor (2020) cuyos resultados indican reducciones más moderadas después del proceso de filtración, teniendo en cuenta que el pH sin filtración fue de 7,89 y el que paso por el medio filtrante obtuvo una reducción del 5,6.

**Tabla 4.5.** Promedio de valores por parámetros de pH

Tratamientos	pH	
	(U)	
	A. F.	D. F.
T1	8,2	6,8
T2	6,83	6,5

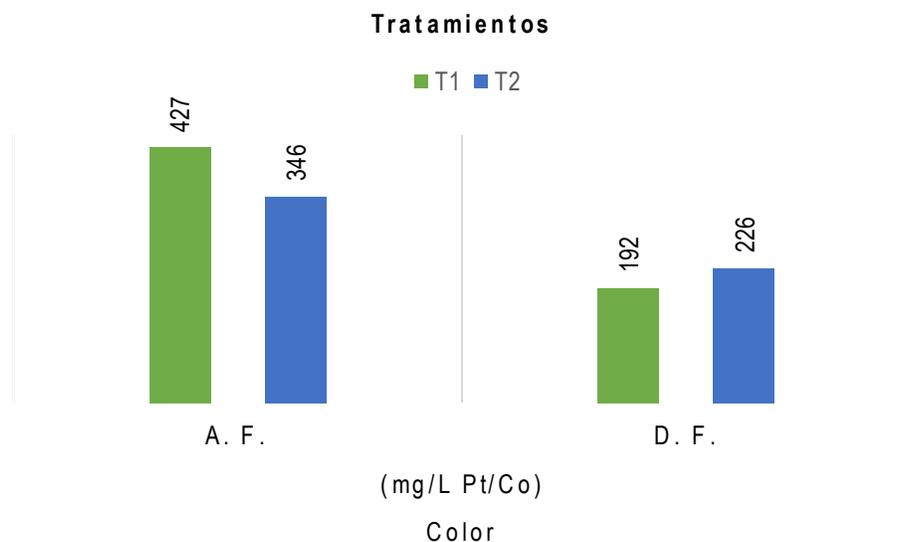


**Figura 4.3.** Promedio de valores por parámetros de pH

En lo que respecta al color, los valores registrados del T1 y T2 fueron 427 Pt/Co y 346 Pt/Co. Sin embargo, el aspecto más notable se presentó en las aguas residuales que se filtraron con cáscara de coco, alcanzando un valor de 192 Pt/Co y 226 Pt/Co. En contraste con los hallazgos previamente registrados por Carvajal (2022), donde el color inicial fue 363 Pt/Co y el que paso por el medio filtrante 201 Pt/Co. Por lo tanto, en la investigación de Díaz *et al.*, (2021) mencionan que el color se reduce a más del 40% cuando se utiliza un medio filtrante como la cáscara de coco.

**Tabla 4.6.** Promedio de valores por parámetros de color

Tratamientos	Color	
	(mg/L Pt/Co)	
	A. F.	D. F.
T1	427	192
T2	346	226

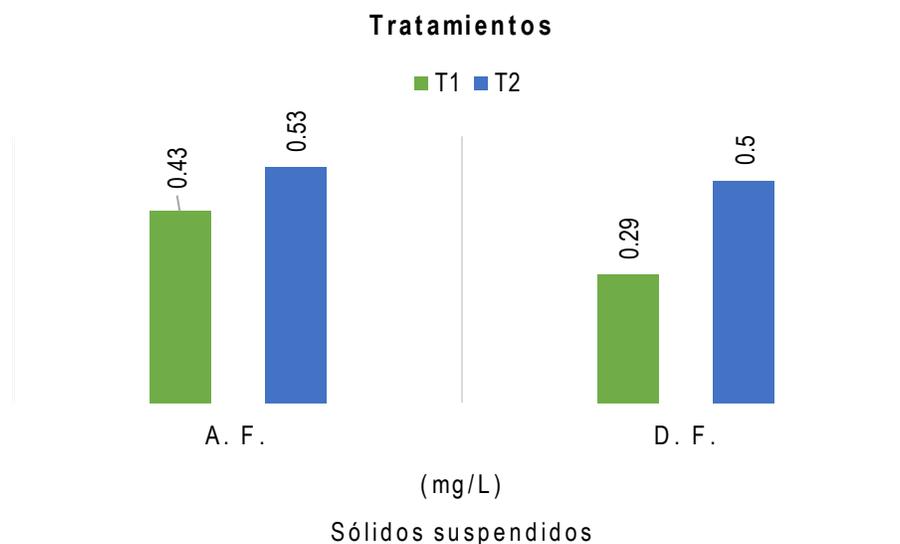


**Figura 4.4.** Promedio de valores por parámetros de color

En el parámetro de sólidos suspendidos, el T1 y T2 se presentaron valores de 0,43 mg/l y 0,53 mg/l, por ende, los valores que se mostraron una vez aplicada la filtración fueron de 0,29 mg/l y 0,5 mg/l. Esto concuerda con lo establecido por Marín *et al*, (2019) y Montoya, (2019) el valor inicial de sólidos suspendidos de sus investigaciones fue de 78 mg/l y 89 mg/l, estos se redujeron significativamente a 48 mg/l y 34 mg/l después de aplicar la filtración. Lo que resalta la disminución en las propiedades estudiadas y refuerza la idea del uso de la cáscara de coco como medio filtrante para aguas residuales de lubricadoras.

**Tabla 4.7.** Promedio de valores por parámetros de Sólidos suspendidos

Tratamientos	Sólidos suspendidos (mg/L)	
	A. F.	D. F.
T1	0,43	0,29
T2	0,53	0,5

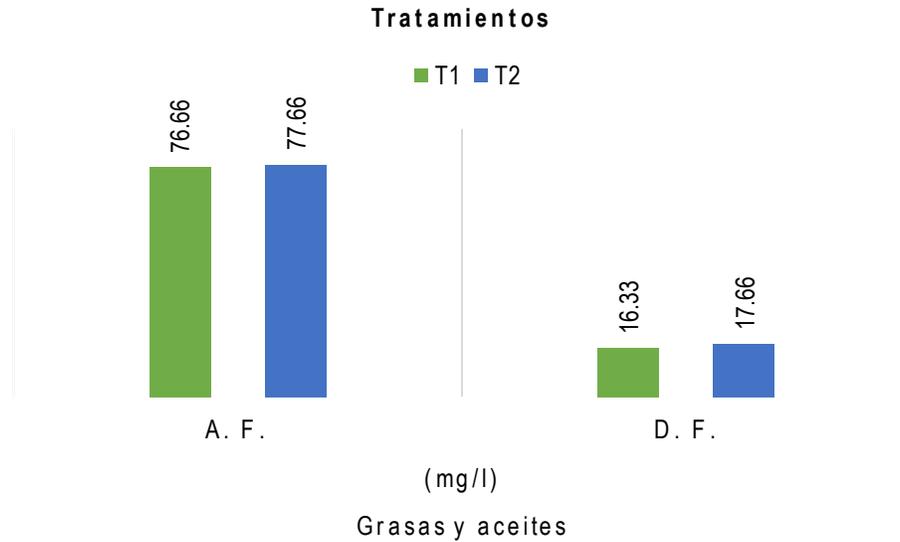


**Figura 4.5.** Promedio de valores por parámetros de Sólidos suspendidos

Los valores iniciales de grasas y aceites en T1 y T2 fueron 76,66 mg/l y 77,66 mg/l, mientras que después de la filtración descendieron a 16,33 mg/l y 17,66 mg/l. Los hallazgos de Pinto y Villacis (2019) resaltan una notable disparidad en la remoción de grasas y aceites, ilustrada por el inicial con 1612 mg/l y el final con 476 mg/l al emplear fibra de coco molida. No obstante, esto contradice los resultados de Guastay y Tinoco (2020), quienes indicaron que no todos los tratamientos filtrados muestran variaciones significativas, puesto que la reducción promedio en sus análisis antes y después fue de 0,35%.

**Tabla 4.8.** Promedio de valores por parámetros de grasas y aceites

Tratamientos	Grasas y aceites	
	(mg/l)	
	A. F.	D. F.
T1	76,66	16,33
T2	77,66	17,66



**Figura 4.6.** Promedio de valores por parámetros de grasas y aceites

Para el cálculo de la eficiencia se aplicó lo dispuesto por Castro y Rajadel (2019) teniendo lo siguiente:

- Cálculo del T1 de la eficiencia en remoción de grasas y aceites:

$$\%Eficiencia = \frac{(76,66 \text{ mg/l} - 16,33 \text{ mg/l})}{76,66 \text{ mg/l}} 100\%$$

$$\%Eficiencia = \frac{60,33 \text{ mg/l}}{76,66 \text{ mg/l}} 100\%$$

$$\%Eficiencia = 78\%$$

**Ecuación 4.6.** Eficiencia de grasas y aceites del T1

- Cálculo del T2 de la eficiencia en remoción de grasas y aceites:

$$\%Eficiencia = \frac{(77,66 \text{ mg/l} - 17,66 \text{ mg/l})}{76,66 \text{ mg/l}} 100\%$$

$$\%Eficiencia = \frac{60 \text{ mg/l}}{77,66 \text{ mg/l}} 100\%$$

$$\%Eficiencia = 77\%$$

**Ecuación 4.7.** Eficiencia de grasas y aceites del T2

Posteriormente se evaluaron los parámetros de pH y temperatura de los filtros y el control, teniendo los siguientes resultados.

**Tabla 4.9.** Monitoreo de 10 días de temperatura y pH

Días	Condiciones	Filtro con lecho de 10 mm	Filtro con lecho de 15 mm	Vaso de control sin material filtrante
1	T °C	24 °C	24 °C	23 °C
	pH	6,89	7,30	7,68
2	T °C	25 °C	24 °C	25 °C
	pH	6,29	6,98	7,45
3	T °C	23 °C	23 °C	22 °C
	pH	6,66	7,01	7,44
4	T °C	21 °C	22 °C	21 °C
	pH	7,58	7,59	8,78
5	T °C	23 °C	24 °C	23 °C
	pH	7,61	7,49	8,15
6	T °C	26 °C	25 °C	26 °C
	pH	5,76	6,01	6,30
7	T °C	21,4 °C	21 °C	21,3 °C
	pH	6,58	6,53	7,59
8	T °C	26 °C	26 °C	26 °C
	pH	7,10	6,56	7,91
9	T °C	21 °C	22,3 °C	22 °C
	pH	5,77	5,44	6,87
10	T °C	23 °C	24 °C	23 °C
	pH	6,32	6,79	7,32

Con los datos de la tabla 4.9 se efectuaron las pruebas T para dichos parámetros los cuales se sintetizan en las tablas 4.10 y 4.11

**Tabla 4.10.** Prueba T para la temperatura

Variable	n	Media	DE	LI	LS	T	p (Bilateral)
Filtro con lecho de 10 cm	10	23,34	1,90	21,98	24,70	38,90	<0,0001
Filtro con lecho de 15 cm	10	23,53	1,48	22,47	24,59	50,32	<0,0001
Vaso de control sin material	10	23,23	1,84	21,92	24,54	40,00	<0,0001
Días	10	5,50	3,03	3,33	7,67	5,74	0,0003

**Tabla 4.11.** Prueba T para el pH

<b>Variable</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>LI</b>	<b>LS</b>	<b>T</b>	<b>p (Bilateral)</b>
Días	10	5,50	3,03	3,33	7,67	5,74	0,0003
Filtro con lecho de 10 cm	10	6,66	0,65	6,19	7,12	32,16	<0,0001
Filtro con lecho de 15 cm	10	6,77	0,67	6,29	7,25	32,02	<0,0001
Vaso de control sin material	10	7,55	0,68	7,06	8,03	35,28	<0,0001

Evidenciándose que los valores p son menores de 0,05 por tanto hay diferencia significativa, coincidiendo con Rondón et al., (2021) quienes encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las cuatro variables que estudiaron, al emplear filtros con diferentes tamaños de partículas.

# CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1. CONCLUSIONES

- De la caracterización del agua residual de la lavadora y lubricadora “La Sin Par”, se obtuvo que antes del filtrado en los T1 y T2 la cantidad de grasas y aceites fueron de 76,66 - 77,66 (mg/l), los SST 0,43 - 0,53 (mg/l), el pH 8,2 – 6,83, el color 437 – 346 (mg/l) y la turbidez 50,86 – 42,39 (NTU), estos análisis resaltan la urgente necesidad de filtrar el agua residual para preservar la calidad del agua.
- Respecto a la elaboración del filtro a base de cáscara de coco, los resultados obtenidos del volumen del filtro; 1,92l, el caudal del T1 fue  $0,48 \frac{l}{hr}$ , el caudal del T2 de  $0,35 \frac{l}{hr}$  y el TRH del T1 fue 4 hr y el TRH del T2 de 5,48 hr, por consiguiente, se estableció una estructura adecuada y funcional, capaz de afrontar a la remoción de grasas y aceites presentes en el agua residual, garantizando la funcionalidad del filtro.
- En la determinación de la eficiencia de absorción se ha demostrado una transformación prometedora para la remoción efectiva de grasas y aceites presentes en las aguas residuales de la lavadora y lubricadora “La Sin Par” ya que muestran reducciones sustanciales en los niveles del T1 y T2 que fueron de 78% y 77% de remoción, lo que resalta una eficiencia aceptable de este medio filtrante de cáscara de coco.
- Con los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis planteada en donde el filtro a base de cáscara de coco removió más del 50% las grasas y aceites de la lavadora y lubricadora “La Sin Par” ubicada en la ciudad de Calceta, Ecuador.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la lubricadora “La Sin Par”, que incluya el proceso de filtración. Esto ayudará a reducir los niveles de grasas y aceites, garantizando así una descarga de aguas residuales segura y sostenible.
- Explorar la viabilidad de escalar el uso del filtro con cáscara de coco en otras actividades industriales y comerciales que enfrentan problemas similares de contaminación por grasas y aceites en sus aguas residuales, además se sugiere realizar estudios adicionales para optimizar los parámetros de diseño y operación del filtro, buscando maximizar su eficacia.
- Para mejorar la eficiencia de la cáscara de coco como medio filtrante se recomienda investigar la posibilidad de combinarlo con otros materiales absorbentes naturales o tratados que puedan potenciar su capacidad de remoción de contaminantes, asimismo, es esencial continuar monitoreando y evaluando regularmente la efectividad del filtro para asegurar su rendimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, A., García, L., León, I., García, E., Gil, B. y Ríos, L. (2018). *Métodos de investigación de enfoque experimental*. Obtenido de <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/10.pdf>
- ANAP. (2011). *Protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos autoridad nacional del agua*. Perú. Obtenido de [https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1897/1/TIC\\_IA23D.pdf](https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1897/1/TIC_IA23D.pdf)
- Arriola, T. y Velásquez, D. (2020) Remoción de turbidez de agua mediante filtración utilizando cáscara de coco (*Cocos nucifera*) a nivel de laboratorio. *rev. ion.* 2020;33(2):99-110. doi:10.18273/revion.v33n2-2020008
- Baque, A. (2015). *Universidad Estatal Península de Santa Elena*. Obtenido de Estudio de Factibilidad para el aprovechamiento de la fibra de coco en la elaboración de sustrato: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2258/1/UPSE-TAA-2015-009.pdf>
- Barba, L. (2022). *Conceptos básicos de la contaminación del agua y parámetros de medición*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/fulltext/gestion/conceptos.pdf>
- Bravo, K. y Garzón, A. (2017). *Eficiencia del carbón activado procedente del residuo agroindustrial de Coco (Cocos nucifera) para remoción de contaminantes en agua*. ESPAM MFL, Ingeniería Ambiental, Calceta. Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/606/1/TMA124.pdf>
- Bravo, L. (2013). La entrevista. *Scielo*, 2007-5057.
- Brito, T. y Yelitz, D. (2018). *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. Obtenido de Elaboración de un Plan de Gestión Ambiental de residuos peligrosos para las lavadoras y lubricadoras de la zona nueve de la ciudad de Macas.: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10168>

- Buechel, T. (15 de septiembre de 2022). *Promix*.
- Burgos, J. y Destín, R. (2021). Tratamiento de aguas residuales provenientes del Camal Municipal del Cantón Balzar mediante Filtro de fibra de Coco (*Cocos nucifera* L.). Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/57484/1/BINGQ-IQ-21P75.pdf>
- Burgos, S. y Mera, Y. (2022). *Comportamiento del efluente de la rallandería de yuca (Manihot esculenta) para el cálculo de la presión ejercida sobre el río Tarugo*. Tesis, ESPAM MFL, Ingeniería Ambiental, Calceta. Obtenido de [https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1897/1/TIC\\_IA23D.pdf](https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1897/1/TIC_IA23D.pdf)
- Canal, N. (2016). Técnicas de muestreo. *Seden*, 121-132.
- Caranqui, D. (2016). *Escuela de ingeniería Química*. Obtenido de Desarrollo de un plan para evaluación del sistema de filtración rápida de la planta potabilizadora de la junta de agua potable de Bayas: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23369/1/tesis%20pdf.pdf>
- Carrasco, T. y Veletanga, L. (2018). Obtención de carbón activado a partir de la cáscara de coco "*Cocos Nucifera* L". Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/31705/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>
- Carvajal, E., Ruiz, S. y Escobar, Y. (2017). Ingeniería e Investigación. *Scielo*, ISSN 0120-5609.
- Carvajal, J. (2022) Análisis de los diferentes medios filtrantes a base de bioelementos para la remoción de materias orgánicas presentes en aguas residuales. Guayaquil, Ecuador. Obtenido de: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CARVAJAL%20BALLADARES%20JULIO%20CESAR.pdf>.
- Cassassuce, F. (2020). *Salinidad y sólidos disueltos del agua ¿Qué significa?* Obtenido de [https://www.agualimpia.mx/blogs/news/solidos-disueltos-en-el-](https://www.agualimpia.mx/blogs/news/solidos-disueltos-en-el)

agua-que-significa:text=Los%20s%C3%B3lidos%20disueltos%20del%20agua, miligramos%20por%20litro%20o%20ppm.

Castro, N. y Rajadel, O. (2019). Sistema para el cálculo de la efectividad y la eficiencia del proceso de integración de la gestión de la ciencia, la innovación tecnológica y el medio ambiente a escala territorial *Ciencia y Sociedad*. *Ciencia y Sociedad*, XXXV (3), 386 - 406. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/870/87020009002.pdf>

Cedeño, R. y Ayón, C. (enero de 2020). Yaku. Obtenido de Reducción de color y turbidez en aguas residuales del camal de Municipal de Manta, mediante biofiltración con cáscara de coco (Cocos nucífera): <https://publicacionescd.ulead.edu.ec/index.php/yaku/article/view/77/160>

Comité Técnico de Normalización Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales. [COTEMARNAT]. (2021). *Análisis de Agua—Medición de Color Verdadero en Aguas Naturales, Residuales, Residuales Tratadas y Marinas - Mediante Coeficientes de Absorción Espectral - Método de prueba (Cancela a la NMX AA-017-1980)*. Obtenido de Secretaría de Economía: <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFs/nNMX-AA-017-SCFI-2021.pdf>

Cóndor, V. (2020) Evaluación de propiedades físico-químicas de residuos y su comportamiento con el lecho filtrante para el tratamiento de aguas residuales de lavadoras de autos. Quito, Ecuador. Obtenido de: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20429/1/CD%209910.pdf>

Constitución de la República del Ecuador. (2008). Registro Oficial No. 449.

Diario La Hora. (2020). *Diario La Hora*, 8-100.

Díaz, L., Torruco, U., Martínez, M. y Varela, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Scielo*, no.7.

Díaz, M. (2021). *Las fichas de observación*. Obtenido de Home Codimg Website: <https://www.codimg.com/education/blog/es/fichas-observacion->



- García, M. (2022). Desarrollo de una sonda de medición de turbidez de bajo costo aplicada al sector agropecuario. Obtenido de INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO:  
[https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/5660/Mar%C3%ADaCamila\\_Garc%C3%ADa%20Villa\\_2022.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/5660/Mar%C3%ADaCamila_Garc%C3%ADa%20Villa_2022.pdf?sequence=3&isAllowed=y).
- García, J. (2014). *Sistema de tratamiento para el agua residual de la industria por procesos fisicoquímicos y biológicos*. Obtenido de Ciatej:  
<https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/434/1/Jorge%20Eduardo%20Garc%C3%ADa%20Camacho.pdf>
- García, J. y Menéndez, H. (2017). Análisis estadístico. *Scielo*, 37(2), 6.
- García, J., Peñafiel, D. y Rodríguez, R. (2019). Biorremediación de hidrocarburos en aguas residuales con cultivo mixto de microorganismos: caso Lubricadora Puyango. *Enfoque UTE Revista*, 185-196.
- García, O. y Gómez, D. (2018). Contaminación del agua en países de bajos y medianos recursos, un problema de salud pública. *Revista de la Facultad de Medicina*, 0120-0011.
- García, S. (2015). *Universidad Politécnica Salesiana*. Obtenido de Estudio de Factibilidad para la Industrialización de la fibra de coco en el Recinto La Tolita, Pampa De Oro – Esmeraldas:  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13414/1/UPS-GT001768.pdf>
- Gayosso, S., Borges, L., Villanueva, E., Estrada, M. y Garruña, R. (2019). Caracterización física y química de materiales orgánicos para sustratos agrícolas. *Scielo*, 1-14.
- Guastay, L. y Tinoco, E. (2020) Evaluación de bioabsorción de grasas y aceites en aguas residuales con filtros de cascara de coco y cascara de arroz. Guayaquil, Ecuador. Obtenido de:  
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/43621/1/BCIEQ-T-0421%20Gu>

astay%20Guingla%20Lida%20Ivon%3B%20Tinoco%20Chica%20Emilio%20Alexander.pdf.

Hernández, R. (2022). Eliminación de aceites y grasas en tratamientos de aguas residuales procedentes de una refinería mediante el uso de organoarcillas. Castellón. Obtenido de [https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/196680/TFG\\_Hernandez%20De%20La%20Cruz\\_R.pdf?sequence=1](https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/196680/TFG_Hernandez%20De%20La%20Cruz_R.pdf?sequence=1)

Humanante, J., Moreno, L., Grijalva, A., Saldoya, R., & Suárez, J. (2022). Eficiencia de remoción e impacto del sistema de tratamiento de aguas residuales del sector urbano y rural de la Provincia de Santa Elena. *Scielo*, 19(2). Obtenido de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2414-10462022000200177#B24](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2414-10462022000200177#B24)

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *Agua, calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras*. Obtenido de Normativa Técnica Ecuatoriana: <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-2169-AGUA.-CALIDAD-DEL-AGUA.-MUESTREO.-MANEJO-Y-CONSERVACION-DE-MUESTRAS.pdf?x42051>

Iza, C. (diciembre de 2019). Eficiencia del biofiltro a base de los residuos del cultivo de maíz (*Zea mays*) y cacao (*Theobroma cacao*) para remoción de sólidos en agua. Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1199/1/TTMA66.pdf>

Jiménez, M., (2016) Evaluación de un filtro artesanal del efluente de una lavadora de autos a base de bagazo de caña de maíz, aserrín, ceniza de carbón vegetal y grava. Ambato, Ecuador. Obtenido de: [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24179/1/Tesis%201058%20%20Jim%C3%A9nez%20Navas%20Maricela%20Nataly.pdf?fbclid=IwAR1GzgJOpEIR2aJmqD0yXfvrfZVLa7szuYlaeUbmCqMri2on9ZPk\\_9WyAc](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24179/1/Tesis%201058%20%20Jim%C3%A9nez%20Navas%20Maricela%20Nataly.pdf?fbclid=IwAR1GzgJOpEIR2aJmqD0yXfvrfZVLa7szuYlaeUbmCqMri2on9ZPk_9WyAc).

- Loor, M. y Moreira, M. F. (2013). Evaluación de la relación entre las actividades en las lubricadoras del cantón Bolívar y la larga contaminante que disponen al ambiente. Calceta.
- López, J. (15 de noviembre de 2019). Estadística descriptiva. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/estadistica-descriptiva.html>
- Maiche, A. y Ruiz, P. (agosto de 2021). Pasado y Presente de la Psicología Experimental. Obtenido de Programa Cognición y Neurociencias-Instituto de Fundamentos: [https://psico.edu.uy/sites/default/files/cursos/int-teorias\\_psicologia-experimenta-ll.pdf](https://psico.edu.uy/sites/default/files/cursos/int-teorias_psicologia-experimenta-ll.pdf)
- Maldonado, D. (2020). Diseño de un filtro de carbón activado a base de estopa de Coco (Cocos Nucífera) para la eliminación de aceites y grasas en aguas residuales. Obtenido de [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MALDONADO%20MITE%20DIEGO%20JOSE\\_compressed.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MALDONADO%20MITE%20DIEGO%20JOSE_compressed.pdf)
- Marín, T. y Arriojas, D. (Julio de 2020). Remoción de turbidez de agua mediante filtración utilizando cáscara de coco (*Cocos nucífera*) a nivel de laboratorio. *ION*, 33(2). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/3420/342068240009/342068240009.pdf>
- Marín, T., Heredia, V. y Alcarraz, M. (2019). Filtro de cáscara de coco y carbón vegetal para tratamiento de aguas residuales: diseño de un sistema en serie por etapas. Design of a series system in stages. *Ingeniería del agua*, 23(3), 187-198. <https://doi.org/10.4995/la.2019.11426>
- Mendoza, J. (01 de octubre de 2021). *Universidad Agraria del Ecuador*. Obtenido de Análisis del uso de diferentes tipos de biofiltros aplicados en el tratamiento de aguas residuales domésticas: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MENDOZA%20BAZURTO%20JONATHAN%20ENRIQUE.pdf>
- Mendoza, M. y Pincay, J. (2019). *Eficiencia de carbón activado procedente del coco (cocos nucífera) en remoción de sólidos en aguas residuales de la*

*empacadora de pescado frescodegfer*. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López, Carrera de Ingeniería Ambiental, Calceta. Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1196/1/TTMA63.pdf>

Montoya, T. (2019). Filtro de cáscara de coco como alternativa de tratamiento en aguas residuales. Arequipa, Perú. Obtenido de: <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/af2a8f5f-6b24-488d-a40d-447c0fc1f20d/content>

Morales, F. (noviembre de 2017). Obtenido de Mejoramiento de la calidad del agua, mediante un diseño de filtración lenta, para el casco urbano del municipio de San Rafael las Flores: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8529/1/Francisco%20Armando%20Morales%20Aquino.pdf>

Morales, F., Sánchez, R. y Acosta, R. (2019). Tratamiento de efluentes de lubricadoras y lavadoras de autos mediante un sistema de lodos activados de lechos suspendido a escala de laboratorio. *Ciencia Digital*, 8-18.

NTE INEN 2169. (2013). Agua calidad de agua, muestreo manejo y conservación de muestras. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 1-26. Obtenido de <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-2169-Agua.-Calidad-Del-Agua.-Muestreo.-Manejo-Y-Conservaci%C3%93N-DE-MUESTRAS.pdf?x42051#:~:text=1.1%20Esta%20norma%20establece%20las,biol%C3%B3gicos%20pero%20no%20an%C3%A1lisis%20microbiol%C3>

Organización de las Naciones Unidas. (25 de septiembre de 2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>

Payán, S. (2017). *Centro de investigación en materiales avanzados S.C.* Obtenido de Estudio y diseño de biofiltro a partir de materia orgánica para el tratamiento de agua:

<https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/583/1/Tesis%20Sergio%20Arturo%20Pay%C3%A1n%20G%C3%B3mez.pdf>

Pineda, D., Medina, Ó. y Falla, G. (2020). Enseñanza del concepto de pH desde la perspectiva del pensamiento científico: una revisión sistemática exploratoria. Obtenido de Revista Pensamiento y Acción, ISSN 2619-3353

Pinto, C. y Villacis, E. (2019) Tratamientos de aguas residuales para la lavadora de autos. Ambato, Ecuador. Obtenido de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30415/1/Tesis%20I.%20C.%201353%20-%20Pinto%20Almeida%20Carlos%20Dami%C3%A1n.pdf>.

Polo, C. y Sulca, L. (2019). *Portal de revistas*. Obtenido de Metales pesados: fuentes y su toxicidad sobre la salud humana: <https://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/cs/article/view/842>

Ramírez, A. (2019). Creación de una lavadora y lubricadora para la compañía de transporte LIBERPESA S.A., cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena, año 2018. *Universidad Estatal Península de Santa Elena*. 1-340.

Renato, S. (2019). Tratamiento de Efluentes de Lubricadoras y Lavadoras de Autos. *Universidad Politécnica Salesiana*, 236-256.

Reyna, R., Torres, M., Mondragón, R., Sánchez, P., Arana, C., Ortiz, M. y García, J. (agosto de 2016). *Caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra de mesocarpio de coco (Cocos nucifera L.)*. Obtenido de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/3/49.pdf>

Robaluno, D. (20 de agosto de 2021). *Dspace*. Obtenido de Facultad De Ciencias: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16733/1/96T00660.pdf>

Rodríguez, D. (2017). Intoxicación ocupacional por metales pesados. *Medisan*, 12.

Romero, K. (2009). Contaminación por metales pesados. *Revista Científica Ciencia Médica*, 1817-7433.

- Rondón, A., Castillo, L. y Miranda, J. (2021). Uso de la cáscara de coco (Cocos nucífera) como medio filtrante en el tratamiento del agua del campo El Salto, Venezuela. *Ingeniería y Desarrollo*, 38(1), 125-147. Epub June 02, 2021. <https://doi.org/10.14482/inde.38.1.628.16>
- Ropero, S. (02 de junio de 2020). *Gestión de residuos*. Obtenido de Ecología Verde: <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-gestion-de-residuos-2787.html>
- Sánchez, R. (12 de octubre de 2017). análisis de ladrillo triturado como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora y lubricadora “san francisco” ubicada en la ciudad de Ambato, Tungurahua, Ecuador.
- Serrano, J., Castillo, R. y Moreno, L. (2016). *Grupo del Banco Mundial*. Obtenido de Indicadores ODS de agua, saneamiento e higiene en Ecuador: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/Diagnostico\\_ASH\\_pobreza\\_INEC\\_BM.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/Diagnostico_ASH_pobreza_INEC_BM.pdf)
- Sewervac Ibérica. (abril de 2020). *Clud jagua*.
- Teglia, B. (03 de diciembre de 2018). *Pre-producción y producción de entrevistas*. doi: <https://imgbiblio.vaneduc.edu.ar/fulltext/files/TC113921.pdf>
- The National Environmental Services Center. (2019). *Filtración*. Recuperado el 01 de noviembre de 2022, de [https://www.nesc.wvu.edu/pdf/dw/publications/ontap/2009\\_tb/spanish/filtra](https://www.nesc.wvu.edu/pdf/dw/publications/ontap/2009_tb/spanish/filtra)
- Valadés, L. (14 de diciembre de 2019). *Tiempo de retención hidráulico*. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/luis-anda-valades/tiempo-retencion-hidraulico-trh-planta-agua>
- Velázquez, L. (2017). Estadística Descriptiva. En L. E. Perea, *Estadística Descriptiva y Probabilidad con Excel* (págs. 8-136). España: Velp y Co.
- Vidales, A., Leos, M. y Campos, M. (2010). Extracción de grasas y aceites en los efluentes de una industria automotriz. *Conciencia tecnológica*, 1-6. Obtenido de <file:///C:/Users/Laptop/Downloads/Dialnet-ExtraccionDeGrasasYAceitesEnLosEfluentesDeUnaIndus-3664694.pdf>

Villa, K., Echavarría, C. and Blessent, D., Wood walls insulated with coconut fiber. DYNA, 86(210), pp. 333-337, July - September, 2019.

Yachas, E. (2020) Grado de eficacia del carbón activado de la cáscara de coco, en la remoción de grasas y aceites. Cerro de Pasco, Perú. Obtenido de: [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1444/1/T026\\_62137573\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1444/1/T026_62137573_T.pdf)

Zarza, L. (2020). *¿Cuáles son las características físicas y químicas del agua?* Obtenido de <https://www.iagua.es/respuestas/cuales-son-caracteristicas-fisicas-y-quimicas-agua>

# **ANEXOS**

## ANEXO 1. Reconocimiento del área de estudio



Foto 1. Reconocimiento del área de estudio



Foto 2. Encuesta y ficha de observación

## ANEXO 2. Ficha de observación

Elementos		Datos				
Coordenadas	X			Y		
Lugar de ubicación						
Actividad económica						
Cantidad de trabajadores						
Cantidad de procesos						
Indicadores	Criterio				X	Observaciones
El tipo de vehículo que frecuenta el negocio son	Vehículos livianos					
	Vehículos pesados					
	Motos					
Servicio de lavado que oferta	Veh. Livianos		Veh. Pesados			
	Lavado express					
	Pulverizado					
	Desmanchado					
	Encerado					
	Otros servicios					
Precios para los servicios de lavado	Veh. Livianos		Veh. Pesados			
	\$ 5 a \$ 10					
	\$ 11 a \$15					
	\$ 16 a \$20					
	\$ 21 a \$ 25					
	Otros precios					
Servicios de lubricación que oferta	Veh. Livianos		Veh. Pesados			
	Cambio de aceite motor					
	Cambio de aceite caja/corona					
	Cambio de filtros					
	Engrasadas					
	Otros servicios					
	Veh. Livianos		Veh. Pesados			

Precios para los servicios de lubricación	Menos de \$ 15		
	\$ 16 a \$20		
	\$ 21 a \$ 30		
	\$ 31 a \$ 40		
	\$ 41 a \$ 50		
	Otros servicios		
Dispone de un local de venta de repuestos y accesorios	Si		
	No		
Maquinaria utilizada en los servicios	Maquinaria automatizada		
	Maquinaria manual		
Personas que laboran	1 a 10 personas		
	11 a 20 personas		
	21 a 30 personas		
	31 personas o más		
Ubicación	Zona comercial		
	Zona industrial		
Horarios de atención	Lunes a viernes		
	Fines de semana		
	24 horas		
Promociones de clientes	Reembolsos		
	Premios		
	Cupones		
	Sorteos		
	Descuentos		
	Otras promociones		
Publicidad de negocio	Hoja volante		
	Gigantografía		
	Página web		
	Redes sociales		
	Otra publicidad		

**Anexo 3. Encuesta**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA MANUEL FÉLIX  
LÓPEZ  
ENCUESTA**

**Objetivo:** Obtener información sobre el proceso de lavado vehicular para la remoción de grasas y aceites de la lubricadora La Sin Par, Calceta.

**Marque con una x.**

- 1. ¿Qué proceso utiliza usted para lavar automóviles?**
  - Externo
  - Interno
  - Con trapito
  - Otros \_\_\_\_\_
- 2. ¿Qué días de la semana labora en la Lavadora?**
  - Lunes a domingo
  - Lunes a sábado
  - Lunes a viernes
- 3. ¿Qué productos utiliza usted para lavar automóviles?**
  - Champú con brillo
  - Paños de microfibra
  - Esponjas quitamanchas
  - Abrillantador
- 4. ¿Cuál es la cantidad de agua residual que genera en la lavadora?**
  - 10 – 20 m<sup>3</sup>
  - 40 m<sup>3</sup> o mas
  - Otros \_\_\_\_\_
- 5. ¿Realiza usted un tratamiento de las aguas residuales previo a la descarga?**
  - Si
  - no

**Anexo 4. Toma de muestras****Foto 1.** 3000 ml de agua con grasas y aceites

## ANEXO 5. Análisis de laboratorio de las 12 muestras

Tratamientos	Repeticiones	Turbidez (NTU)	pH (U)	Color (mg/l)	Sólidos suspendidos (m/L)	Grasas y Aceites (mg/L)
T1	R1	48,89	8,2	341	0,19	74,00
T1	R2	56,10	8,5	452	0,68	73,00
T1	R3	47,60	7,9	487	0,16	83,00
T2	R1	45,74	7,1	265	0,54	82,00
T2	R2	39,88	6,8	351	0,95	74,00
T2	R3	41,56	6,6	422	0,12	77,00

Antes del proceso de filtración

Tratamientos	Repeticiones	Turbidez (NTU)	pH (U)	Color (mg/l)	Sólidos suspendidos (mg/L)	Grasas y Aceites (mg/L)
T1	R1	23,99	5,2	221	0,16	18,00
T1	R2	23,70	6,5	122	0,50	16,00
T1	R3	17,60	5,9	234	0,23	15,00
T2	R1	25,74	7,7	225	0,22	20,00
T2	R2	29,88	5,8	221	0,89	17,00
T2	R3	21,56	5,6	232	0,41	16,00

Despues del proceso de filtración



Foto 3. Muestra en el laboratorio



Foto 4. Solidos suspendidos



Foto 5. Color



Foto 6. Turbidez



Foto 7. pH

## Anexo 6. Análisis de laboratorio UDLA

 		RESULTADOS DE ACEITES Y GRASAS
<b>Nombre del Solicitante:</b>	Anthony Leonardo Parrales Falcones	
<b>Condiciones de muestra:</b>	La muestra fue recibida en un cooler con las muestras en botellas de plástico.	
<b>Preparación de muestra:</b>	Las muestras fueron preparadas de acuerdo al protocolo interno de los laboratorios de investigación.	
<b>Técnica utilizada:</b>	Separación líquido - líquido	
<b>Responsable del análisis:</b>	Ricardo Salazar	
MUESTRA	GRASA Y ACEITE (mg / L)	
Sin filtrar 01	74.00	
Sin filtrar 02	73.00	
Sin filtrar 03	83.00	
Sin filtrar 04	82.00	
Sin filtrar 05	74.00	
Sin filtrar 06	77.00	
Filtrado 10 cm 01	18.00	
Filtrado 10 cm 02	16.00	
Filtrado 10 cm 03	15.00	
Filtrado 15 cm 01	20.00	
Filtrado 15 cm 02	17.00	
Filtrado 15 cm 03	16.00	

## Anexo 7. Recolección y preparación de la cáscara de coco



**Foto 8.** Recolección de la cáscara de coco



**Foto 9.** Secado de la cáscara de coco



**Foto 10.** Extracción del medio filtrante de coco



**Foto 11.** Lavado y desinfección del residuo

## Anexo 8. Elaboración del filtro



**Foto12.** Recorte y pegado del tubo PVC



**Foto13.** Secado de la cáscara de coco



**Foto 14.** Colocación de la malla y residuo



**Foto 15.** Implementación del medio filtrante en el tubo PVC.



**Foto 16.** Funcionamiento del filtro de 10 cm



**Foto 17.** Funcionamiento del filtro de 15 cm