



**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 INGENIERA AMBIENTAL**

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**BIOFILTRO A BASE DE CÁSCARA DEL CACAO PARA LA
DEPURACIÓN DE AGUAS GRISES DOMÉSTICAS EN EL SITIO
LA LIZA-MEMBRILLO**

AUTORAS:

**GEMA DEYANEHIRA LOOR PÁRRAGA
NATHALY YAMILETH MACÍAS BRAVO**

TUTORA:

ING. HOLANDA TERESA VIVAS SALTOS, M. Sc.

CALCETA, OCTUBRE DE 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **GEMA DEYANEHIRA LOOR PÁRRAGA** con cédula de ciudadanía **1315433878** y **NATHALY YAMILETH MACÍAS BRAVO** con cédula de ciudadanía **1314760776**, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **BIOFILTRO A BASE DE CÁSCARA DEL CACAO PARA LA DEPURACIÓN DE AGUAS GRISES DOMÉSTICAS EN EL SITIO LA LIZA-MEMBRILLO** 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.

GEMA DEYANEHIRA LOOR PÁRRAGA

CC: 1315433878

NATHALY YAMILETH MACÍAS BRAVO

CC: 1314760776

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **GEMA DEYANEHIRA LOOR PÁRRAGA** con cédula de ciudadanía **1315433878** y **NATHALY YAMILETH MACÍAS BRAVO** con cédula de ciudadanía **1314760776**, 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: **BIOFILTRO A BASE DE CÁSCARA DEL CACAO PARA LA DEPURACIÓN DE AGUAS GRISES DOMÉSTICAS EN EL SITIO LA LIZA-MEMBRILLO**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.



GEMA DEYANEHIRA LOOR PÁRRAGA

CC: 1315433878



NATHALY YAMILETH MACÍAS BRAVO

CC: 1314760776

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Ing. Holanda Teresa Vivas Saltos, M. Sc., certifica haber tutelado el proyecto **BIOFILTRO A BASE DE CÁSCARA DEL CACAO PARA LA DEPURACIÓN DE AGUAS GRISES DOMÉSTICAS EN EL SITIO LA LIZA-MEMBRILLO**, que ha sido desarrollada por **GEMA DEYANEHIRA LOOR PÁRRAGA** y **NATHALY YAMILETH MACÍAS BRAVO**, previo a la obtención del título de Ingeniera 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. HOLANDA TERESA VIVAS SALTOS, M. SC.
CC: 1313175158
TUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **BIOFILTRO A BASE DE CÁSCARA DEL CACAO PARA LA DEPURACIÓN DE AGUAS GRISES DOMÉSTICAS EN EL SITIO LA LIZA-MEMBRILLO**, que ha sido propuesto y desarrollado por **GEMA DEYANEHIRA LOOR PÁRRAGA** y **NATHALY YAMILETH MACÍAS BRAVO**, previo a la obtención del título de Ingeniera 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. JOSÉ MANUEL CALDERÓN PINCAY, M. Sc.
CC: 2300121833
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ING. KEVIN ALEXANDER PATIÑO
ALONZO, M. Sc.
CC: 1313231118
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. CARLOS FABIÁN
SOLÓRZANO SOLÓRZANO M. Sc.
CC: 1306071984
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

Deseamos mostrar gratitud, en principio a nuestra tutora, la Ing. Holanda Teresa Vivas Saltos, por el apoyo y guía durante éste proyecto.

A nuestro tribunal, por encauzar esta investigación de forma correcta.

A los Ingenieros del laboratorio de bromatología del área de Agroindustrias, al igual que a los operadores y técnicos del taller de harinas y balanceados de la misma área, al Sr. Martín y Sra. Susana Párraga, por darnos la oportunidad de realizar nuestra investigación dentro de sus propiedades, a los comuneros de La Liza, por mostrarse abiertos para brindar información oportuna, al Sr. Nazareth Moreira por su compañía en las visitas a la comunidad, a nuestras familias por el apoyo y soporte al llevar a cabo esta investigación, a nuestros amigos por siempre brindarnos apoyo incondicional, además de paciencia y ayudarnos a encontrar soluciones.

LAS AUTORAS

DEDICATORIA

A mis padres, Janeth y Rubén, porque con su esfuerzo hicieron posible este logro, por siempre apoyarme a pesar de los obstáculos que se hayan presentado, a mis hermanos Roy y Abel quienes han sido una fuente constante de motivación, su presencia ha sido fundamental para alcanzar esta meta.

A mis abuelos, Zoila y Febres, quienes han sido mi ejemplo de resiliencia, apoyo y cariño incondicional, así mismo, a mis tías y primas que han creído en mí.

A mis amigos John, Génesis y Diana, por haber sido los mejores amigos y compañeros durante todos estos años, por siempre estar en los buenos momentos y tener su apoyo en los difíciles, a Romina por su apoyo e inspiración.

A mi mejor amiga y compañera de tesis, Nath, no hay otra persona con quien hubiera querido realizar este proyecto, quien ha estado conmigo desde el inicio de esta aventura y quien me ha tenido toda la paciencia del mundo, con quien nos hemos apoyado y salvado mutuamente.

GEMA DEYANEHIRA LOOR PÁRRAGA

DEDICATORIA

A mi familia, principalmente a mis padres, por darme como herencia una carrera, por no permitirme tirar la toalla y motivarme a tener metas y sueños, a mis hermanos y sobrinos, por apoyarme en todo, acompañarme en los días de desvelo y ayudar e involucrarse en mis proyectos prácticos, como si fueran propios.

A mis amigos por ser mi fuente de motivación y crecimiento, por la paciencia y empatía durante todo mi viaje universitario, siendo más que compañeros, cómo mi familia, incluso aquellos que tomaron un nuevo camino, pero siguen a mi lado.

A mí compañera de tesis y mejor amiga, por su paciencia, apoyo y comprensión, por no dejarme sola, por creer y confiar en mí con ojos cerrados, por sostener mi mano, ser mi hombro y lugar seguro; incluso cuando todo parecía jugar en nuestra contra, jamás dejamos a la otra atrás.

NATHALY YAMILETH MACÍAS BRAVO

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN.....	xiii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	14
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2. JUSTIFICACIÓN	17
1.3. OBJETIVOS	18
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	18
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
1.4. IDEA A DEFENDER	18
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. CACAO (<i>Theobroma cacao L</i>).....	19
2.1.1. PRODUCCIÓN DE CACAO.....	19
2.1.2. RESIDUOS DE CACAO	19
2.1.3. COMPOSICIÓN DE LA CÁSCARA DE CACAO	20
2.1.4. APROVECHAMIENTO DE LA CÁSCARA DE CACAO	20
2.1.5. CÁSCARA DE CACAO COMO MEDIO FILTRANTE	20
2.2. AGUAS GRISES DOMÉSTICAS.....	21
2.2.1. CONTAMINACIÓN POR AGUAS GRISES DOMÉSTICAS	21
2.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS GRISES.....	21
2.3. DEPURACIÓN.....	23
2.3.1. TÉCNICAS DE DEPURACIÓN	23
2.4. CALIDAD DE AGUA.....	23
2.4.1. PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA.....	23
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	25
3.1. UBICACIÓN	25
3.2. DURACIÓN.....	25

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN	25
3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS	26
3.4.1. MÉTODOS.....	26
3.4.2. MÉTODO CUANTITATIVO	26
3.4.4. MÉTODO ESTADÍSTICO.....	26
3.5. TÉCNICAS	27
3.5.1. ENCUESTA	27
3.6. POBLACIÓN Y MUESTRA	27
3.6.1. POBLACIÓN.....	27
3.6.2. MUESTRA	27
3.7. VARIABLES DE ESTUDIOS	27
3.7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	27
3.7.2. VARIABLE DEPENDIENTE	27
3.8. ANÁLISIS DESCRIPTIVO	27
3.9. PROCEDIMIENTOS.....	28
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
5.1. CONCLUSIONES	53
5.2. RECOMENDACIONES	53
BIBLIOGRAFÍA	54
ANEXOS.....	64

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 2.1. Parámetros de caracterización.....	18
Tabla 3.1: Parámetros para la caracterización fisicoquímica de la cáscara de cacao.....	27
Tabla 3.2. Parámetros para la caracterización de aguas residuales doméstica.....	27
Tabla 3.3. Estructura del biofiltro.....	29
Tabla 4.1. Datos generales tomados de los habitantes evaluados en la comunidad La Liza.....	32
Tabla 4.2. Datos de los hogares y habitabilidad de los habitantes de la comunidad La Liza.....	32
Tabla 4.3. Instrucción y desempeño diario.....	33

Tabla 4.4. Datos de la producción de cacao mantenida por los habitantes de la comunidad La Liza	34
Tabla 4.5. Datos de las prácticas ambientales realizadas por los habitantes de la comunidad La Liza.....	36
Tabla 4.6. Parámetros promedios de la producción de cacao CCN-51 en época seca.....	37
Tabla 4.7. Parámetros promedios de la producción de Cacao nacional fino de aroma en época seca.....	38
Tabla 4.8. Parámetros promedios de la producción de cacao CCN-51 en época lluviosa.....	39
Tabla 4.9. Parámetros promedios de la producción de Cacao nacional fino de aroma en época lluviosa.....	40
Tabla 4.10. Parámetros fisicoquímicos de la cáscara de las variantes de cacao Nacional Fino de aroma y CCN51.....	42
Tabla 4.11. Caracterización de aguas grises domésticas de la comunidad La Liza.....	45
Tabla 4.12. Parámetros de remoción del biofiltro al 20%.....	46
Tabla 4.13. Parámetros de remoción del Biofiltro al 30%.....	48
Tabla 4.14. Parámetros de remoción del Biofiltro al 50%.....	49

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 3.1. Mapa de ubicación de la comunidad La Liza.....	24
Figura 3.2. Diseño del filtro.....	31
Figura 4.1. Cartografía de delimitación de los propietarios sujetos a estudio..	32
Figura 4.2. Cartografía de identificación del área de estudio.....	32
Figura 4.3. Comparación de Promedios e Índice de Eficiencia en Variables Estimadas con el Biofiltro al 20%.....	47
Figura 4.4. Comparación de Promedios e Índice de Eficiencia en Variables Estimadas con el Biofiltro al 30%.....	48
Figura 4.5. Comparación de Promedios e Índice de Eficiencia en Variables Estimadas con el Biofiltro al 50%.....	49

CONTENIDO DE FÓRMULAS

Fórmula 3.1. Generación de residuos.....	28
Fórmula 3.2. Eficiencia de remoción.....	32

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo diseñar un biofiltro con cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) para la remoción de contaminantes de aguas grises domésticas en el sitio La Liza. Se plantearon tres fases, iniciando con la aplicación del diagnóstico rápido participativo aplicado a las familias pertenecientes a la comunidad para conocer sobre la producción de cacao, se identificaron 11 fincas donde se cosechan las variedades Nacional y CCN51; se realizó un monitoreo en época seca y lluviosa para conocer la cantidad de residuos de cáscara de cacao generada en la comunidad, obteniendo que en la época lluviosa la generación de residuos es mayor de la variedad del Nacional con un valor promedio de 780,00 kg. En la segunda fase se determinó la composición fisicoquímica de la cáscara de cacao de ambas variedades de cacao presentes en la comunidad; se realizó el diseño de los tres biofiltros, mismos que constan de una dimensión de 1 m, los cuales se constituyeron por capas de material filtrante estándar, adicionando una capa de harina de cacao en tres diferentes proporciones. Finalmente se determinó la eficiencia de remoción del biofiltro, evidenciando la influencia positiva del filtro 1 (cáscara de cacao al 20%), demostrando niveles de eficiencia en la remoción de los sólidos totales en un 38%, DQO con el 59%, y turbidez en un 20%; presentó incidencia de remoción de aceites y grasas del 85%, sin embargo, el pH presentó un aumento significativo de 37% debido a las propiedades de la cáscara de cacao.

PALABRAS CLAVE

Cáscara de cacao, economía circular, caracterización.

ABSTRACT

The objective of the research was to design a biofilter with cacao shell (*Theobroma cacao* L.) for the removal of contaminants from domestic gray water at the La Liza site. Three phases were proposed, starting with the application of the rapid participatory diagnosis applied to families belonging to the community to learn about cocoa production, 11 farms were identified where the Nacional and CCN51 varieties are harvested; a monitoring was carried out in the dry and rainy season to know the amount of cocoa shell waste generated in the community, obtaining that in the rainy season the generation of waste is greater than the Nacional variety with an average value of 780.00 kg. In the second phase, the physicochemical composition of the cocoa shell of both cocoa varieties present in the community was determined; the design of the three biofilters was carried out, which consist of a dimension of 1 m, which were made up of layers of standard filtering material, adding a layer of cocoa flour in three different proportions. Finally, the removal efficiency of the biofilter was determined, evidencing the positive influence of filter 1 (cocoa shell at 20%), demonstrating efficiency levels in the removal of total solids by 38%, COD with 59%, and turbidity by 20%; presented an 85% incidence of removal of oils and fats, however, the pH presented a significant increase of 37% due to the properties of the cocoa shell.

KEY WORDS

Cocoa shell, circular economy, characterization

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A nivel mundial los impactos generados por la contaminación de aguas residuales, ocasionan estragos ambientales, como contaminación del suelo y de fuentes hídricas, que desencadenan en enfermedades de tipo gastrointestinal, mismas que la Organización Mundial de la Salud (2022) contabilizó que ascendían a los 220 millones de personas, las cuales fueron afectadas por el consumo de aguas contaminadas por residuos, esto solo en el año 2017, debido en gran medida a los agentes patógenos que se desarrollan dentro de éstas, Rodríguez (2017) menciona que alrededor de 10 000 millones de toneladas de aguas residuales son vertidas en fuentes hídricas, siendo un ejemplo China, país con el 80% de sus ríos contaminados; por causa de la falta de infraestructura para el tratamiento de éstas aguas.

En Ecuador se trata aproximadamente el 12% de las aguas servidas, esto según Torske (2019) quien además alega que el 88% restante es vertido en afluentes causando impactos negativos muy significativos por el cúmulo de contaminantes de tipo microbiológico, detergentes, residuos de cocina, entre otros, generando daños casi permanentes en los ecosistemas; así mismo el Instituto Nacional de Estadística y Censos durante el 2018 contabilizó que aproximadamente el 59.3% de los municipios vierten aguas no tratadas a los ríos y el 39.1% en quebradas.

Pérez *et al.* (2020) mencionan que se han realizado estudios con enfoque hacia el desarrollo de nuevas tecnologías que empleen los residuos o subproductos que se generan a partir de la producción de materia prima, contribuyendo de esta forma, no solo a la disminución de la explotación de recursos, sino que a su vez al incentivo para el aprovechamiento de dichos residuos, siendo un ejemplo de estas metodologías, la cáscara de cacao para la realización de biofiltros con el fin de remover contaminantes en aguas grises.

Según Sánchez (2018) la cáscara de cacao es un residuo que se obtiene después de la cosecha del cacao, la cual puede ser aprovechable por la facilidad de su obtención y por las grandes cantidades de residuos que genera, por lo que

el agricultor aprovecha de este fruto únicamente los granos del cacao y el resto es desechado al suelo de las plantaciones, lo cual genera contaminación puntual; Konstantas (2018) puntualiza, que cuando la disposición final del residuo es inadecuada, éste se convierte en un problema ambiental.

Éstos desechos suelen tener propiedades fisicoquímicas y funcionales que los convierten en materia prima de interés para diversas vías de aprovechamiento que van desde el ámbito económico hasta la valorización ambiental; entre las propuestas de aprovechamiento ambiental se puede mencionar a Herrera *et al.* (2020) Quiénes realizó una investigación donde se usó la cáscara de cacao para la obtención de almidón y González (2019) que elaboró biocomposites a base de la utilización de dicho subproducto, debido a sus cualidades, que la convierten en una opción ideal para su utilización como estrategia de remediación, siendo un ejemplo la aplicación de un biofiltro para la remoción de contaminantes en aguas grises.

De acuerdo a Ortiz *et al.* (2020) la cáscara de cacao como estrategia de biorremediación, los resultados indicaron que es una opción viable ambientalmente debido a la presencia de hongos (*Pleurotus ostreatus*) que actúan como agente de biorremediación, debido a su capacidad de degradación de biopolímeros por lo que reduce considerablemente este subproducto; Moya *et al.* (2018) desarrollaron un biofiltro en base a cáscara de cacao como tratamiento de aguas residuales, a través de un experimento que tuvo una duración de 90 días, metodología similar a la aplicada por Zambrano (2019) con un enfoque hacia la remoción de sólidos presentes en el agua.

El sector La Liza de la parroquia Membrillo cuenta con una población de 80 habitantes, no existe la dotación de infraestructuras para el tratamiento de aguas grises de uso doméstico, siendo un área susceptible a la contaminación por el no aprovechamiento de las mismas, según Navarrete *et al.* (2019) el cantón Bolívar es un sector primario de producción cacaotera; así mismo el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (2015) corrobora que Membrillo con una población de 3,553 habitantes es una de las parroquias de mayor producción de cacao, sin embargo, no se valoriza ambientalmente los subproductos de dicha actividad agrícola, por lo cual surge la necesidad de aprovechar la biomasa

obtenida tras esta producción como una estrategia para el tratamiento de aguas grises domésticas mediante el diseño de un biofiltro.

Por lo expuesto se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál será la eficiencia del biofiltro a base de cáscara de cacao en la depuración de contaminantes de aguas grises domésticas en el sitio La Liza de la parroquia Membrillo?

1.2. JUSTIFICACIÓN

En términos ambientales se debe destacar la importancia de mantener un ecosistema en equilibrio debido a las alteraciones que éste sufre como lo destaca Bello (2021), así mismo Martínez *et al.* (2014) recalca que la historia no deja mentir al destacar cómo el ser humano se ha aprovechado de los recursos naturales, llegando al abuso; a partir de esto se percibe como consecuencia los constantes cambios climáticos que el mundo sufre; es así como la OMS (2021) hace un llamado de atención urgente hacia el uso y aplicación de metodologías ecoamigables y económicamente viables para el hombre, con el fin de resarcir estos daños, pues éstos llegan a provocar 24% de las muertes anuales.

Zacarías (2018) considera que en la actualidad la economía circular, figura como una alternativa ambiental que empieza a tomar popularidad por ser ventajosa a nivel socioeconómico; la búsqueda de métodos alternativos de aprovechamiento y valorización ambiental de aquellos recursos que se consideran desechables, como es el caso de los residuos de producción agrícola como la hoja de maíz, la fibra de coco, la cáscara de cacao, entre otros; estas alternativas son consideradas fundamentales para disminuir en media los impactos ambientales que éstos producen; sin embargo se tiene conciencia de la falta de aprovechamiento de algunos de estos subproductos como la cáscara de cacao con debido a su alto contenido de cadmio esto según García (2021) quien además argumenta que bajo un debido proceso, este se puede aprovechar tanto en ámbitos culinarios y medicinales como de remediación ambiental.

Se pueden mencionar a autores como Lara *et al.* (2016) quienes muestra los beneficios del aprovechamiento de la cáscara de cacao para la remoción de

metales pesados del agua o Soto (2019) quien muestra el aprovechamiento de este residuo para el diseño de biofiltros, a través de los cuales se puede depurar aguas contaminadas para que puedan ser vertidas correctamente; estas metodologías no solo brindarán un beneficio ambiental la comunidad La Liza la cual carece de un sistema activo de tratamiento de aguas grises de uso doméstico, sino también económico, puesto que esta investigación busca orientar hacia el conocimiento de alternativas económicas y ambientales que podrán mejorar su estilo de vida a través del aprovechamiento de los residuos producidos por la misma comunidad.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un biofiltro con cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) para la remoción de contaminantes de aguas grises domésticas en el sitio La Liza.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar la situación actual sobre los residuos de producción de (*Theobroma cacao L.*) en el sitio La Liza.
- Implementar el biofiltro con diferentes proporciones de cáscara de cacao.
- Determinar la eficiencia del biofiltro en la remoción de contaminantes.

1.4. IDEA A DEFENDER

El biofiltro de cáscara de cacao será eficiente en la remoción de contaminantes de aguas domésticas en el sitio La Liza, parroquia Membrillo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. CACAO (*Theobroma cacao* L)

Theobroma cacao L., es un árbol que proviene de las selvas neotropicales del Amazonas de Ecuador, Colombia y Perú, se extiende desde Centro Sur de América, África y Asia; las medidas de la mazorca oscilan entre los 10 a 32 cm de largo y de 7 a 10 cm de ancho, posee un peso promedio entre los 200 g a 1 kg; las mazorcas de menor tamaño contienen 20 almendras aproximadamente (las más grandes hasta 60 semillas) son de un color morado claro, y poseen pulpa gelatinosa y azucarada, tienen mayor sabor que otras variedades (trinitarios y forasteros) éstas, al ser masticada desprenden un intenso olor y sabor; al ser secada obtiene un color amarillento, razón por la que se conoce como la pepa de oro (Chávez *et al.*, 2019).

2.1.1. PRODUCCIÓN DE CACAO

En Ecuador existen 2 tipos de cultivos de cacao: el criollo o nacional y CCN51, el cacao nacional se caracteriza por tener un buen sabor y aroma, mientras que el CNN51 se caracteriza por ser de menor calidad tanto de aroma como de sabor, pero sus niveles de producción son del doble que el primero (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao, 2019).

Se estima que 90% de la producción de cacao fino Nacional se realiza en sistemas tradicionales y semi tecnificados, mientras que la mayoría de la variedad CCN-51 se efectúa en sistemas tecnificados. Existen diferencias importantes entre los dos tipos de cacao producidos en el país, especialmente que la variedad CCN-51 registra una mayor productividad, así como un inicio más temprano de producción y mayor resistencia a ciertas enfermedades (Sánchez, 2019)

2.1.2. RESIDUOS DE CACAO

Durante el proceso postcosecha del cacao *Theobroma cacao* L. se aprovechan aproximadamente el 20% del fruto fresco y el 80% restante corresponde a productos de desecho: cáscara (65%), placenta (10%) y mucílago (5%) Llerena

y Samaniego (2020); por otro lado, Delgado (2018) indica que solo durante el año 2016 aproximadamente 573.883 toneladas cáscara de cacao, alrededor 24.585 toneladas de placenta y 51.277 toneladas de exudado, fueron generadas en Ecuador.

2.1.3. COMPOSICIÓN DE LA CÁSCARA DE CACAO

La cáscara de cacao posee más de 40 % de fibra dietaria, celulosa, hemicelulosa y ácido galacturónico, también posee proteína, lignina, minerales, lípidos, hidratos de carbono entre estos (almidones y azúcares), teobromina y compuestos fenólicos, taninos, cafeína; a su vez posee entre 2.85 a 3.14 % de grasa en una relación de 30 a 50 % de la almendra de cacao (Vivanco, 2017). La composición química de la cáscara de cacao *Theobroma cacao L.* permite catalogarla como un material de difícil degradación debido a su alto contenido de lignina y celulosa (Herrera, 2020).

La cáscara de cacao es considerada como un subproducto o un desecho abundante proveniente de la explotación cacaotera, por ser un desperdicio agrícola con contenido celulósico, tiene una alta capacidad de adsorción de contaminantes, razón por la que es considerado como un adsorbente eficaz de contaminantes en solución acuosa (Freire, 2018).

2.1.4. APROVECHAMIENTO DE LA CÁSCARA DE CACAO

Se debe mencionar que el aprovechamiento del cacao, va a variar según el punto de interés de quien desea aplicar esta alternativa, como menciona Peñaloza *et al.* (2021) postulando que la biofiltración, la obtención de bio-compuestos, carbón activado, alimento para animales y biomasa residual son las aplicaciones de mayor relevancia en el aprovechamiento de la cáscara de cacao a nivel mundial.

2.1.5. CÁSCARA DE CACAO COMO MEDIO FILTRANTE

Gálvez (2021) resalta que los estudios realizados a la cáscara de cacao muestran los beneficios que ésta aporta por su capacidad de bio-adsorción, la eliminación de pigmentos en soluciones acuosas, como el azul de metileno y la obtención de catalizadores y pectinas, al igual que su alto nivel de conducción calórica como sustituto de leña, así mismo postula que la harina de cáscara de

cacao tiene un rango de absorción de 99.5 % a 95.2% en comparación con otros materiales de filtración estándar.

2.2. AGUAS GRISES DOMÉSTICAS

Santasmassas (2018) define como aguas grises, a las aguas residuales que proceden de duchas, bañeras y lavamanos, éstas presentan un bajo contenido en materia fecal. Si bien las aguas de cocinas y lavadoras también son aguas grises, éstas, generalmente, no se reciclan debido a la elevada contaminación que contienen, las aguas grises están compuestas por materia orgánica e inorgánica y microorganismos.

De las AR domésticas, las que presentan mayor potencial de reutilización son las aguas grises (AG), debido a su menor contaminación si se las compara con las aguas negras, mayor facilidad de tratamiento y menor riesgo asociado a su reutilización. Las AG provenientes del lavamanos, ducha y bidé han sido usadas para descarga de inodoros, riego de jardín, limpieza del hogar, lavandería y lavado de vehículos (Meléndez *et al.*, 2018).

2.2.1. CONTAMINACIÓN POR AGUAS GRISES DOMÉSTICAS

Generalmente, la contaminación de los cuerpos de agua está relacionada con los vertimientos de origen doméstico, en el caso de los residuos de origen doméstico, la carga contaminante está representada por altos porcentajes de materia orgánica y microorganismos. La determinación de parámetros básicos de contaminación bacteriológica, orgánica y química del agua de consumo y de vertido, requiere una serie de análisis dirigidos a conocer la calidad de estos Chalarca (2017). A nivel doméstico se generan residuos orgánicos, grasas, detergentes, mientras que el uso a nivel industrial puede generar residuos químicos, tóxicos, lo cual eleva el costo tratamiento por este uso (Larios *et al.*, 2016).

2.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS GRISES

Según Freire (2019) las características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales varían según las fuentes de generación; así mismo el conjunto de estos parámetros es propio de cada agua residual y para su correcta

caracterización es necesario el estudio particular de cada caso. Sin embargo, para su estudio dentro del ámbito académico se han establecido valores promedios de los principales parámetros necesarios para caracterizar la calidad del agua residual.

Tabla 2.1. Parámetros de caracterización

Parámetro	Coefficiente de ponderación
pH	1.0
Color	1.0
Turbidez	0.5
Sólidos suspendidos	1.0
Sólidos disueltos	0.5
Alcalinidad	1.0
Dureza total	1.0
Conductividad eléctrica	2.0
Nitrógeno de Nitratos	2.0
Fosfatos Totales	2.0
Cloruros	0.5
Oxígeno disuelto	5.0
DBO	5.0
DQO	5.0

Fuente: Freire (2019)

Teniendo en cuenta que los contaminantes del agua pueden provenir de una variedad de fuentes, es importante tener marcadores de contaminación del agua que sean indicativos de las fuentes, si el estudio se realiza en aguas de uso agrario, algunos herbicidas pueden servir como marcadores de la escorrentía agrícolas, en aguas domésticas tradicionalmente se usan las bacterias fecales coliformes, como marcadores de contaminación microbiana o viral, así como los constituyentes de los alimentos, los productos farmacéuticos y los productos de cuidado personal, pueden indicar la entrada de contaminación desde fuentes del alcantarillado (Baque *et al.*, 2016).

2.3. DEPURACIÓN

Es un proceso a través del cual se da tratamiento a las aguas residuales desde una planta receptora, el principal objetivo, es el mejoramiento de la calidad en la depuración de las aguas residuales, cumplimiento así con los parámetros de calidad estipulados, es esencialmente importante para la protección del medio ambiente y la supervivencia de la vida en el planeta (Montero *et al.*, 2021) por otra parte, Gutiérrez *et al.* (2021) destaca que el factor de mayor influencia en el proceso de depuración del agua residual, es su composición pues sus características tanto física, químicas como biológicas, son aspectos determinantes para un correcto proceso de depuración.

2.3.1. TÉCNICAS DE DEPURACIÓN

Las etapas de tratamiento más frecuentes que suelen encontrarse en una EDAR son: el pretratamiento, tratamiento primario y secundario, el tratamiento de los fangos producidos y ocasionalmente el tratamiento terciario, este último, consiste en la aplicación de tratamientos físicos, químicos y/o biológicos, a fin de obtener una mejor calidad del agua tratada para cumplir los valores máximos permitidos de vertido (Pérez, 2021).

2.4. CALIDAD DE AGUA

La calidad de agua es considerada como el conjunto de condiciones en que se encuentra el agua, tanto sus características físicas, químicas como biológicas; sea esto antes o después de ser alterada por la actividad humana (Castro *et al.*, 2014) éste argumento es respaldado por el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la ONU entidad que afirma, que de no haber intervención humana, la calidad de la misma, será dictada a partir de la erosión del sustrato mineral y del ciclo natural del agua.

2.4.1. PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA

El concepto de calidad del agua ha sido definido por diversos autores como “las propiedades químicas, físicas y biológicas del agua que afectan su uso”, existen varios parámetros para determinar la calidad del agua que incluyen la acidez y la alcalinidad, el pH, la conductividad eléctrica (CE), la relación de adsorción de

sodio (RAS) la salinidad efectiva, la salinidad potencial y el índice de permeabilidad Gonzales, *et al.* (2021). Delgado (2020) destaca además que, en los últimos años, la puesta de proyectos de depuradoras de aguas, tanto urbanas como industriales, ha reducido significativamente la presión por contaminación soportada por las masas de agua. Esto ha sido posible mediante el control utilizando los indicadores de calidad del agua como:

- **Indicadores Físico-químicos**

Son más precisos en valor absoluto y proporcionan más información sobre la fuente contaminante; sin embargo, la información que aportan tiene carácter parcial, al limitarse únicamente a los parámetros efectivamente controlados (que nunca podrán ser todos) y muy restringida en el tiempo; al ser representativa únicamente del momento en que tiene lugar la toma de muestras.

- **Indicadores Biológicos**

Desde la aprobación de la Directiva Marco del Agua, cobran especial relevancia los denominados “indicadores biológicos”, que no son otra cosa que determinados organismos (plantas o animales) cuya presencia o ausencia en un determinado punto revelan información muy certera sobre la calidad del agua y del ecosistema del que forman parte. Estos organismos van a tener unas determinadas preferencias y tolerancias respecto a las condiciones ambientales del medio, de tal forma que, cuando se produce una alteración en el mismo, se origina un cambio en la composición y dominancia de especies. Ese cambio es el que debemos saber medir y valorar.

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el sitio La Liza de la parroquia Membrillo, perteneciente al cantón Bolívar de la provincia de Manabí. Ubicada al noreste del cantón, limita al norte con la parroquia Canuto del cantón Chone, al sur con la parroquia Calceta del cantón Bolívar, al noreste con la parroquia Barraganete.

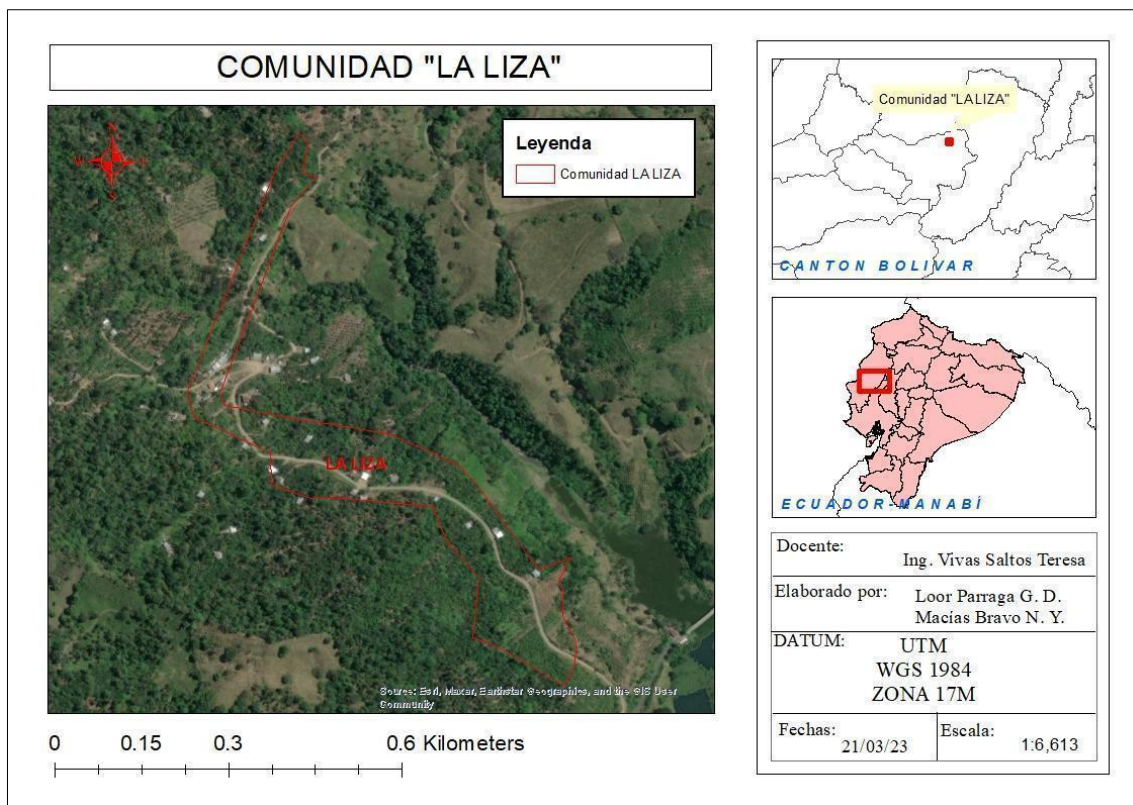


Figura 3.1. Mapa de ubicación de la comunidad La Liza

3.2. DURACIÓN

Esta investigación tuvo una duración de 9 meses, a partir de la aprobación de la planificación del Trabajo de Integración Curricular.

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue de tipo descriptiva, donde se evalúa el comportamiento de las dos variables de estudio, Guevara *et al.* (2020) menciona que la investigación

descriptiva es un método eficaz para la recolección de datos durante el proceso de investigación, además consiste en llegar a conocer las situaciones, a través de la descripción exacta de los procesos.

3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.4.1. MÉTODOS

Los métodos que se implementaron en la presente investigación fueron los métodos cuantitativo, descriptivo y estadístico.

3.4.2. MÉTODO CUANTITATIVO

Según Amaya (2020) el método cuantitativo se vale de los números para examinar datos o información, con los que se pueden investigar un fenómeno, es el conjunto de estrategias que permiten obtener y procesar la información a través de estadísticas y técnicas formales numéricas que se enmarcan dentro de una relación causa efecto. Con lo descrito anteriormente este método se utilizó en la investigación ya que se comparó los resultados obtenidos de la experimentación antes y después de aplicar el sistema de tratamiento.

3.4.3. MÉTODO DESCRIPTIVO

Davalos (2019) indica que el método descriptivo tiene como objetivo la evaluación y descripción de la relación entre las variables. Se aplicó este método en la investigación para describir la eficiencia de remoción de contaminantes mediante el sistema del biofiltro.

3.4.4. MÉTODO ESTADÍSTICO

El método estadístico consiste en un procedimiento para recolectar y procesar datos, el cual tiene las siguientes etapas: recolección, recuento, síntesis y análisis (Martínez *et al.* 2021). Este método se utilizó al momento de tabular los datos obtenidos de la encuesta que se les aplicó a los productores de cacao del lugar de estudio.

3.5. TÉCNICAS

3.5.1. ENCUESTA

De acuerdo a Ramírez y Zwerg (2012) la encuesta es una de las técnicas de recolección más prevalente en la investigación cuantitativa y consiste en un cuestionario de preguntas como instrumento de registro de las opiniones, esta técnica provee mayor información en forma precisa y facilita el lenguaje de variables y su cuantificación. Se aplicó una encuesta a los productores de cacao del sitio La Liza para conocer sobre la producción de cacao en las fincas, y si se emplea algún tipo de aprovechamiento al residuo de la cáscara de cacao.

3.6. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.6.1. POBLACIÓN

En la investigación se trabajó con la población de la comunidad La Liza la cual está constituida por un aproximado de 80 habitantes.

3.6.2. MUESTRA

Se trabajó la muestra a partir de los niveles de producción de residuos de la cáscara de cacao.

3.7. VARIABLES DE ESTUDIOS

3.7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Eficiencia de remoción del biofiltro.

3.7.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Depuración de aguas grises.

3.8. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Los resultados de esta investigación, fueron sometidos a un análisis descriptivo, donde se medirá la tendencia de remoción de contaminantes en aguas grises domésticas por efecto de la harina de cáscara de cacao, a través de la aplicación

de tres filtros con diferentes proporciones de harina de cacao, las cuales serán de 50% 30% y 20% respectivamente, con expectativas de notar variación en los análisis de DQO, sólidos totales, aceites y grasas, turbidez y pH.

3.9. PROCEDIMIENTO

FASE 1. DIAGNOSTICAR LA SITUACIÓN ACTUAL SOBRE LOS RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE CACAO EN EL SITIO LA LIZA

Actividad 1. Aplicación del diagnóstico rápido participativo

Para el recorrido de campo se aplicó la metodología de diagnóstico rápido participativo (Ramírez y Camacho, 2019). Se identificaron y georreferenciaron con GPS las fincas productoras de cacao de la comunidad, se aplicó una encuesta (Ver anexo 1) a los propietarios para conocer sobre la producción de cacao, además evidenciar la probabilidad de realizar una valoración a la cáscara de cacao.

Actividad 2. Delimitación del área de estudio

Se aplicó la metodología propuesta por Juárez (2018) donde se utilizó la técnica de la georreferenciación para delimitar y seleccionar el área de estudio; se escogieron dos fincas productoras con mayor producción cacaotera presente en la comunidad.

Actividad 3. Cálculo de la generación de residuos

Para obtener la cantidad de generación de residuo de cáscara de cacao en la comunidad, se adaptó la metodología empleada por Delgado (2018) en donde se tomaron muestras dentro de una de las fincas productoras de cacao en “La Liza”, se seleccionaron cinco plantas escogidas completamente al azar; las mazorcas de las plantas fueron pesadas, teniendo en cuenta tanto el peso neto de la mazorca, la cáscara y la almendra por separado. Esta metodología se aplicó para las dos variedades de cacao que se cultivan dentro del sitio, siendo estos el cacao nacional fino de aroma y cacao CCN 51; esto se llevó a cabo en las dos épocas del año (seca y lluviosa) cada muestreo tuvo una duración de tres meses, los datos se registraron en una matriz (Anexo 2) para cada planta.

Con los datos obtenidos se aplicó la ecuación 3.1. Para calcular la producción total de residuos producidos por hectárea.

$$\text{Generación residuos} = nmp * ntp * pm = \frac{kg}{ha} \text{ [3.1]}$$

Donde:

nmp: número de mazorcas por plantas

ntp: número total de plantas por hectárea

pm: peso de la mazorca

FASE 2. IMPLEMENTAR EL BIOFILTRO CON DIFERENTES PROPORCIONES DE CÁSCARA DE CACAO

Actividad 4. Determinación de la composición fisicoquímica de la cáscara de cacao

Para la recolección de la mazorca de cacao en el sector “La Liza”, se empleó la metodología propuesta por Otzen y Manterola (2017) donde sugiere llevar a cabo la recopilación aleatoria de muestras, en consecuencia, del uso de orden de una regla sistemática de la que se obtuvo 1kg de muestra por cada una de las unidades, posteriormente se evaluó la cuarta parte en el laboratorio de la ESPAM, procesando a la población de manera uniforme.

El procesamiento de las muestras se realizó siguiendo la metodología aplicada por Cabrera *et al.* (2016) donde las muestras de cáscara de cacao fueron sometidas a una reducción de tamaño y posteriormente deshidratadas en la estufa en un tiempo aproximado de 24 h a una temperatura de 80 °C, y luego se procedió a su pulverización. En la tabla 3.1 se muestran los análisis realizados.

Tabla 3.1. Parámetros para la caracterización fisicoquímica de la cáscara de cacao

Parámetros	Porcentual
Materia seca	-
Proteína bruta	-
Grasa etérea	-
Fibra cruda	-
Ceniza	-

Fuente: AOAC (2019)

Actividad 5. Caracterización del agua residual

Se tomó una muestra puntual en una de las fincas de la “La Liza” en un envase de plástico previamente esterilizado, posterior al muestreo el recipiente estuvo cerrado correctamente y se conservó protegido de la luz solar (Arévalo y Cajas 2022). Luego se analizó la muestra en los laboratorios de la ESPAM “MFL”, se consideraron los siguientes parámetros descritos en la tabla 3.2.:

Tabla 3.2 Parámetros para la caracterización de aguas residuales domésticas

Parámetro	Unidad
pH	--
Turbidez	NTU
Sólidos totales	mg/l
Aceites y grasas	mg/l
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/l

Fuente: Logroño (2016)

Actividad 6. Diseño del biofiltro a base de cáscara de cacao

Se diseñaron tres biofiltros siguiendo la metodología aplicada por Maya (2017) misma que fue adaptada por las autoras, donde se aplicó harina de cáscara de cacao, la cual pasó por un proceso de deshidratación en una estufa de secado a una temperatura de 80°C por un periodo de 24h, posteriormente, se realizó la molienda en un molino de cuchillas.

Para dimensionar los biofiltros, se siguieron los diámetros usados por Zambrano (2018) el procedimiento empezó a partir de la adquisición de 2 tubos de 4" (pulgadas) de 3 m, 6 codos conectores de 1", 9 tapas ciegas, 6 llaves de paso, tres recipientes de 5 litros.

1. Se perforaron las tapas ciegas, adaptando éstas a los codos conectores de 1" con seis llaves de paso respectivamente.
2. Se cortó el tubo en tres partes de 1,5 m cada una.
3. Una vez se obtuvieron los tubos de 1,5 m se procedió a ubicar la tapa ciega adaptada en uno de los extremos de cada uno de los tubos.
4. El segundo tubo se seccionó en tres nuevas partes de 50 cm, las cuales se usarán como receptores del agua residual.

5. Se adaptaron tres de las tapas ciegas ensambladas con los codos conectores de 1" a los tubos de 50 cm en uno de los extremos.

6. Se ubicó el material filtrante estándar iniciando con una capa de algodón, luego se agregó, una capa de 5 cm carbón activado, una capa de 5 cm arena fina, una capa de piedras gruesas de 1,5 a 3 cm, una capa de grava de 1 a 0,5 cm y el 50% correspondió a una capa de harina de cáscara de cacao en diferentes proporciones en función del diseño del filtro, obteniendo un total de 3 biofiltros (tabla 3.3 y figura 3.2).

7. Se ensamblaron los tubos con el material filtrante a los tubos receptores.

8. Los recipientes, se ubican debajo de las llaves de paso, para que recepten el agua depurada.

En la tabla a continuación, se presenta la estructura de los biofiltros

Tabla 3.3. Estructura de biofiltro

Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3
Harina de cáscara de cacao al 20%	Harina de cáscara de cacao al 30%	Harina de cáscara de cacao al 50%
Piedra (16 cm)	Piedra (14 cm)	Piedra (10 cm)
Grava (16 cm)	Grava (14 cm)	Grava (10 cm)
Arena (16 cm)	Arena (14 cm)	Arena (10 cm)
Carbón activado (16 cm)	Carbón activado (14 cm)	Carbón activado (10 cm)
Algodón (16 cm)	Algodón (14 cm)	Algodón (10 cm)

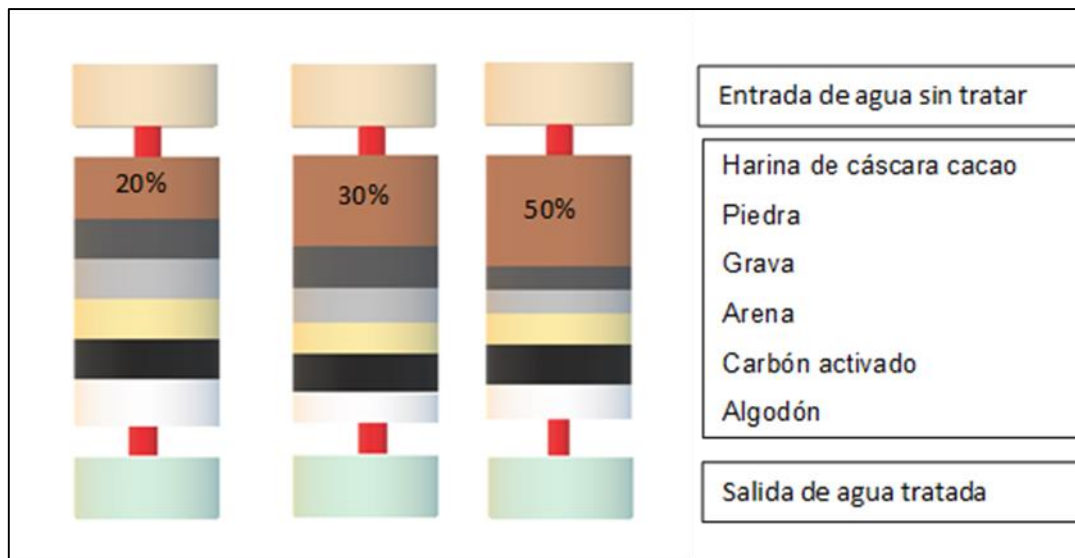


Figura 3.2. Diseño del biofiltro

FASE 3. DETERMINAR LA EFICIENCIA DEL BIOFILTRO EN LA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES

Actividad 7. Caracterización del agua tratada

Después del tratamiento de la muestra de aguas grises domésticas con el biofiltro y las diferentes proporciones de cáscara de cacao se analizaron las muestras obtenidas con los parámetros ya considerados (Tabla 3.2) en el laboratorio de la ESPAM “MFL”.

Actividad 8. Cálculo del porcentaje de eficiencia en la remoción de contaminantes del biofiltro

Para el cálculo de eficiencia de remoción se utilizó la metodología propuesta por Chuchón y Aybar (2008) con la siguiente ecuación:

$$\%Remoci\grave{o}n = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100 \quad [3.2]$$

Donde:

P_i=Parámetro inicial

P_f=Parámetro final

Para el análisis estadístico las variables serán sometidas al respectivo análisis descriptivo a través del software Excel.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL SOBRE LOS RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE (*Theobroma cacao* L.) EN EL SITIO LA LIZA

La comunidad La Liza cuenta con 11 fincas productoras de cacao, en las que se cosechan la variedad de Nacional y CCN51. Se seleccionó el área de estudio para realizar el monitoreo de generación de residuos.

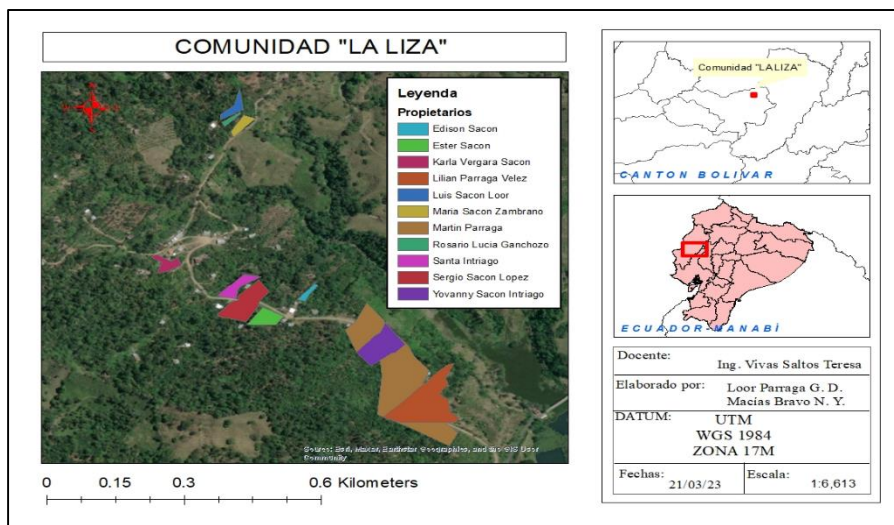


Figura 4.1. Cartografía de delimitación de los propietarios sujetos a estudio.

Fuente: ArcGIS Pro 3.0

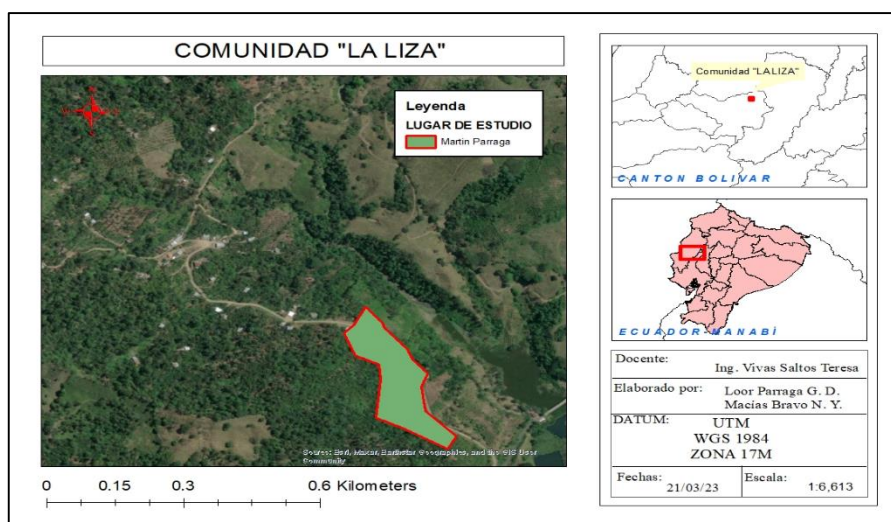


Figura 4.2 Cartografía de identificación del área de estudio.

Fuente: ArcGIS Pro 3.0

Posterior al análisis y descripción de las fincas intervenidas, se aplicó una entrevista estructurada a 17 jefes de núcleo familiares que conforman la población de 80 habitantes de la comunidad La Liza, la encuesta se conlleva mediante indicadores que evaluaron características sociodemográficas, producción de cacao y la empleabilidad de prácticas ambientales, estos se representaran a continuación mediante el compendio de e correspondientes ítems correspondientes a los indicadores estimados.

- Características sociodemográficas

Tabla 4.1. Datos generales tomados de los habitantes evaluados en la comunidad La Liza

Datos Generales					
Edad	18-35 años	36-50 años	51-80 años	80 o más años	
	5 (29%)	6 (35%)	4 (24%)	2 (12%)	
Estado Civil	Soltero(a)	Casado(a)	Unión Libre	Divorciado(a)	Viudo(a)
	1 (6%)	0 (0%)	10 (59%)	2 (12%)	4 (23%)
Sexo	Femenino		Masculino		
	12 (71%)		5 (29%)		

El parámetro de la edad evaluado muestra que el 35% de los habitantes del sitio La Liza mantiene de 36 a 50 años, en añadidura el 29% presenta edades de 18 a 35 años, el 24% 50 a 80 años y solo el 12% de habitantes presentan edades de 80 o más años. Otro aspecto indagado es el estado civil de los habitantes del sitio la Liza, donde el 59% mantiene unión libre, el 23% son casados, el 12% se encuentran separados o divorciados y un 6% mantienen la condición de viudez. En cuanto a la variante del sexo, predomina el sexo femenino con un 71%, y un 29% perteneciente al sexo masculino.

Tabla 4.2. Datos de los hogares y habitabilidad de los habitantes de la comunidad La Liza

Hogar y Habitabilidad			
¿Cuántas personas conforman su núcleo familiar?	1-3 personas	4-5 personas	6 o más personas
	8 (53%)	8 (41%)	1 (6%)

¿Cuál es su rol en el hogar?	Padre	Madre	Hijo(a)	Abuelos	Otros	
	4 (23%)	12 (71%)	1 (6%)	0 (0%)	0 (0%)	
¿La Vivienda Donde Ud. Habita Es?	Propia	Arrendada	Familiar	Compartida con otra(s) familia(s)	Regalada o cedida	
	11 (65%)	2 (12%)	4 (23%)	0 (0%)	0 (0%)	
Servicios básicos que dispone en su hogar	Electricidad	Alcantarillado	Agua potable	Teléfono fijo	Internet	Recolección de basura
	17 (47%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	7 (20%)	12 (33%)
Promedio de ingresos mensuales	Menos de \$100	Entre \$101 a \$250		Entre \$251 a \$400	Más de \$400	
	15 (88%)	2 (12%)		0 (0%)	0 (0%)	

Dentro de los parámetros evaluados de hogar y habitabilidad de los habitantes de la comunidad La Liza, se denota que los núcleos familiares de los sujetos evaluados mantienen de 1 a 3 personas en un 53%, de 4 a 5 personas el 41% y solo el 6% de estos hogares acoge más de 6 personas. En cuanto al rol que desempeñan los habitantes evaluados en el hogar, se visualiza mayor presencia de madres con el 71%, seguido de jefes de hogar (padres) con el 23% y un 6% para la variante de hijos (as).

Por otro lado, se identificó que las viviendas que habitan los sujetos evaluados en un 65% eran propias, el 23% eran casas familiares o patrimonio de herederos y un 12% mantenían la condición de arriendo. De los hogares intervenidos, el 47% mantienen el servicio básico de electricidad, el 33% acogen el servicio de recolección de basura y un 20% mantiene internet, sin presencia de agua potable, alcantarillado y teléfono fijo. En añadidura, los hogares de esta comunidad en un 88% mantienen un ingreso promedio de menos de \$100 y el 12% presenta ingresos hasta los \$250.

Tabla 4.3. Datos de la instrucción y desempeño diario de los habitantes de la comunidad La Liza

Instrucción y desempeño diario.					
¿Nivel de estudio?	Primaria	Secundaria	Técnico / Tecnólogo	Universitario	Ninguna
	10 (59%)	2 (12%)	0	0	5(29%)

Ocupación Laboral	Agricultor/a	Empleado/a público	Trabajo eventual	Negocio Propio	
	7 (41%)	0	8 (47%)	2 (12%)	
¿A qué actividad se dedica?	Agricultura	Ganadería	Comercio	Otras	
	14 (82%)	0	2 (12%)	1 (6%)	
Uso del tiempo libre	Otro trabajo	Labores domésticas	Recreación y deporte	Estudio	Ninguno
	5 (29%)	10 (59%)	0	0	2 (12%)

En las variantes de la instrucción y desempeño diarios de los habitantes del sitio La Liza, se identificó que el 59% solo tiene un nivel de educación primaria, el 12% tiene estudios secundarios y el 29% no mantiene ningún tipo estudios. En relación a lo anterior, el 47% de habitantes de esta comunidad se desempeña en trabajos eventuales, un 41% se identifica como agricultores y el 12% mantiene negocios propios.

De acuerdo a su ocupación laboral, el 82% de habitantes realiza actividades agrícolas, mismas que desempeñan como trabajos fijos o eventuales, el 12% se dedican al comercio, y el 6% practican otros tipos de diligencias laborales. Por último, se puede observar que los sujetos intervenidos no hacen uso de tiempos libres, dado que el 59% realiza labores domésticas, el 29% prefiere realizar otros tipos de trabajos y el 12% no realiza ninguna actividad.

- Producción de Cacao

Tabla 4.4. Datos de la producción de cacao mantenida por los habitantes de la comunidad La Liza

Producción de Cacao				
¿Qué cultivos posee?	Coco	Cacao	Limón	Otros
	0 (0%)	11 (55%)	0 (0%)	9 (45%)
¿Hace cuánto tiempo se dedica a la producción y venta del cacao?	Menos de cinco años	Entre 5 y 7 años	Entre 7 y 10 años	Más de 10 años
	4 (37%)	2 (18%)	1 (9%)	4 (36%)
	Cacao nacional fino de aroma		CCN51	Otros

¿Cuál es la variedad de cacao que produce?	6 (37%)		10 (63%)		0 (0%)		
¿Cuánto es la producción de cacao en cada cosecha (qqm / lb / kg)?	No posee cosecha	1 lb - 5qq	6 qqm - 10 qq	11 qqm - 20 qq	21 qq o más		
	4 (36,5%)	4 (36,5%)	1 (9%)	1 (9%)	1 (9%)		
¿Dónde comercializa estos productos?	Mercado Interno			Mercado Externo			
	11 (100%)			0			
¿Cuál es la ganancia semanal que le deja la venta del cacao?	Menos de \$50	Entre \$51 a \$70		Entre \$71 a \$100		Más de \$100	
	10 (88%)	0 (0%)		1 (12%)		0 (0%)	
¿Qué destino le da a la mazorca (cáscara) de cacao?	Quema	Disposición en carro recolector	Entrega a tercero	Depósito de biodegradación	Abono para el propio cultivo	Alimento para animales	Otra alternativa
	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (12%)	0 (0%)	7 (88%)
¿Cuánto es la superficie utilizada en cultivo?	0,5 - 1 Has	2 - 4 Has	5 - 7 Has	8 - 10 Has	11 o más Has		
	5 (46%)	4 (36%)	0 (0%)	1 (9%)	1 (9%)		
¿Cuántas plantas posee?	1 - 200 plantas	201 - 500 plantas	500 - 1000 plantas	1001 - 4000 plantas	4000 o más plantas		
	3 (27%)	3 (27%)	3 (27%)	2 (19%)	0		
¿Qué fuentes de suministro de agua utiliza para el cultivo?	Río		Pozo (agua subterránea)		No Riega		
	0 (0%)		8 (67%)		4 (33%)		
¿Cuál es el sistema de riego empleado?	Aspersión	Gravedad		Bombas	Goteo		
	0 (0%)	5 (62%)		2 (38%)	0 (0%)		

Nota: Se detallan las siguientes siglas encontradas en la presente tabla, (qqm) = Quintales Métricos, Kg = Kilogramos, Lb = Libras y Has = Hectáreas.

De acuerdo a los datos presente en la tabla 4.4, se observa que los habitantes de la comunidad La Liza, en un 55% mantienen producción de cacao y el 45% realiza otro tipo de producciones como árboles maderables, frutas de la zona y siembra de plátano, en relación a la producción de cacao, el 37% de habitantes práctica esta producción hace menos de 5 años, el 36% lo ejecuta hace más de 10 años un 18% en un lapso de 5 a 7 años y el 9% lo realizan entre los 7 y 10

años. De la producción de cacao mantenida, el 63% cultiva la variedad CCN51 y el 37% aún mantiene en producción al cacao nacional fino de aroma.

Barrera *et al.* (2019) a través de datos técnicos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, [INIAP] (2019) sostiene que en Manabí el 55,17% de los productores generalmente mantienen producción de cacao Nacional por semilla, el 36,51% con CCN-51 y el 8,32% con el Nacional por injerto o clonal, adicional, sostienen que, en promedio, los jefes de hogar tienen de 25 años a un mínimo de dos años de experiencia.

Por su parte García *et al.* (2021) indican que en la costa ecuatoriana y en efecto Manabí se mantiene mayor presencia de cacao nacional fino de aroma que el CCN-51, los productores con mayor tiempo de producción de 10 años a 25 años aún conservan plantaciones de Cacao nacional, mientras que las producciones de CCN-51 usualmente las cultivan productores que recién inician en este rubro o mantienen pocos años de productores.

Debido a que existen varios productores que han cultivado cacao en menos de 5 años, el 36,5% aun no mantienen cosechas, en cuanto a producciones más antiguas el 36,5% produce desde menos de 1qq hasta 5 qq (Quintales), el 9% cosecha desde 6 hasta 10 qqm, de la misma manera un 9 % obtiene de 11 a 20 qqm y otro 9% produce de 21 qqm o más por cosecha, mismo que en su totalidad (100%) es vendido en mercados internos pertenecientes a la parroquia Membrillo o el cantón Bolívar, donde el 88% de productores obtiene ganancias menores a \$50 y solo el 12% percibe mayores beneficios con ganancias que oscilan entre los \$70 y \$ 100 dólares.

Según Barrera *et al.* (2019) el rendimiento de cacao seco producido por hectárea en Manabí, en promedio, fue de 571,98 kg, siendo el rendimiento máximo de 1.350 kg ha⁻¹ y el rendimiento mínimo de 120 kg ha, valores que concuerdan con los reportados por el estudio que en mayor porcentaje promedio mantienen producciones de 5 qq (500kg). Es importante observar que los productores de cacao de Manabí mantuvieron beneficios brutos de 160 a USD 2.403 por hectárea por año.

En relación a la comercialización de la producción, García *et al.* (2021) señalan que los agricultores de cacao en la costa generalmente optan por vender sus cosechas en los mercados locales, esto se debe principalmente a que la mayoría de ellos no están afiliados a ninguna cooperativa agrícola o a alguna organización de productores que les permita acceder a otros tipos de mercados. Específicamente en Manabí, los productores de cacao prefieren vender su producto a minoristas locales, bodegas minoristas, asociaciones u organizaciones y empresas dedicadas a la exportación de cacao (Barrera *et al.*, 2019).

Otro aspecto indagado es el destino de los vestigios de la producción (cáscara de mazorca), el 12% de los productores indican que estos generalmente se les usan como abono del propio cultivo, y el 88% indica que les da otras alternativas a las indagadas. Estudios como el de Vera *et al.* (2021) sostienen que generalmente los productores dejan estos restos *in situ* por lo que muchas veces sirven de abono a los propios cultivos. Por otro lado, Teneda *et al.* (2019) sostienen que los productores desconocen los beneficios de estos restos de producción y las alternativas que pueden generar.

En añadidura, se investigó cuál es el área de terreno que destinan los dueños de las fincas para la producción de cacao, el 46% mantiene extensiones que varían desde 0,5 hasta 1 Ha (hectárea), el 36% tiene de 2 a 4 Ha un 9% produce cacao en extensiones de 8 a 10 Ha y otro 9% producen en más de 11 Ha. Dentro de estas extensiones de suelo, el 27% los productores tienen alrededor de 1 a 200 plantas de cacao, de la misma manera otro 27% tiene de 200 a 500 plantas por extensión de terreno y en paridad un 27% mantiene de 500 a 1.000 plantas, solo un 19% indica tener de 1.000 a 4.000 plantas.

El riego utilizado para estas dimensiones de producción de cacao se realiza en un 67% por agua de pozos, mientras que el 33% no riega los cultivos, aprovechan solo las lluvias del temporal invernal o la disipación o condensación del agua del ambiente (punto rocío). De los productores que utilizan algún tipo de riego, el 62% lo realiza por gravedad y el 38% hace uso de herramientas de riego como bombas de presurización.

La extensión de cultivos de cacao en Manabí suele ser de 4 ha promedio, y muy pocos productores disponen de riego (García *et al.*, 2021). Por otro lado, Barrera *et al.* (2019) indica que la producción de cacao en Manabí varía de 14 a 3,5 hectáreas, y pocos productores dan riego a sus plantaciones. Los productores que utilizaron riego dispusieron de tres sistemas de riego: aspersión (6,50%), goteo (6,50%) y gravedad (87%), mismos que los tenían desde hace 11,80 años, 3,60 años y 10,13 años, respectivamente.

- Prácticas Ambientales

Tabla 4.5. Datos de las prácticas ambientales realizadas por los habitantes de la comunidad La Liza

Prácticas ambientales				
¿Efectúa Ud. alguna buena práctica ambiental en su hogar o trabajo?	Si	No		
	6 (35%)	11 (65%)		
¿Alguna persona de su hogar ha recibido capacitaciones en temas ambientales?	Si	No		
	5 (29%)	12 (71%)		
¿Desearía Ud. participar en proyectos asociados a la gestión ambiental dentro de su comunidad?	Si	No		
	10 (59%)	7 (41%)		
¿En qué proyecto de gestión ambiental le gustaría participar?	Abonos orgánicos	Educación ambiental	Reforestación	Valoración ambiental como emprendimiento
	8 (80%)	2 (20%)	0 (0%)	0 (0%)

En relación a las prácticas ambientales realizadas por los habitantes del sitio La Liza, el 65% de los encuestados no realiza alguna buena práctica en su hogar o comunidad ante el 35% que si lo realiza. Pese a aquello, el 71% de sujetos evaluados manifiesta haber tenido capacitaciones en temas ambientales frente a un 29% que no las ha recibido.

Por otra parte, el 59% de encuestados desea participar en proyectos asociados a la gestión ambiental de la comunidad, frente al 41% de habitantes que se muestran negativas ante esta postura. De las personas que les gustaría participar en aquellos programas y proyectos, el 80% desearía intervenir en

abonos orgánicos y el 20% en parámetros relacionados a la educación ambiental.

Barrera *et al.* (2019) manifiestan en su estudio que en Manabí más del 53% de productores realizaba prácticas medio ambientales, y así como se observa esa predisposición en la provincia, a nivel nacional los productores plantean el uso y elaboración de abonos orgánicos, manejo adecuado de pesticidas y fertilizantes entre otras.

Es significativo destacar la importancia de fomentar prácticas sostenibles en el manejo de los recursos naturales y la conservación del medio ambiente (Moreno y Flores, 2011). Además, motiva ver que una parte significativa de la comunidad está interesada en involucrarse en iniciativas ambientales, esto puede ser una oportunidad idónea para desarrollar proyectos que aborden los desafíos ambientales específicos de la comunidad, como la gestión de residuos, la conservación de recursos naturales y la educación ambiental (Somarriba y Villalobos, 2013).

- GENERACIÓN DE RESIDUOS POR PRODUCCIÓN

Los resultados obtenidos a través de la metodología adaptada por Delgado (2018) permitió calcular la cantidad de generación de residuo de cáscara de cacao en la comunidad de La Liza, en general, se detectó que cada planta de cacao produce una cantidad diferente promedio de residuo de cáscara, dependiendo de la variedad de cacao y la época estacional del año, ya sea seca o lluviosa.

- GENERACIÓN DE RESIDUOS ÉPOCA SECA

- Variedad CCN-51

Tabla 4.6. Promedios de producción y generación de residuos por cosecha de cacao CCN-51 en época seca.

Cacao CCN51			
(nmp) número promedio de mazorcas por plantas	(ntp) número total de plantas por hectárea	(pc) Peso promedio cáscara (kg)	Residuo de cáscara (Kg)

3	500	0,207	310,5
---	-----	-------	-------

Fuente: Estudio de campo del área de estudio

- Variedad Cacao nacional fino de aroma

Tabla 4.7. Promedios de producción y generación de residuos por cosecha de cacao nacional en época seca.

Cacao Nacional Fino de Aroma			
(nmp) número promedio de mazorcas por plantas	(ntp) número total de plantas por hectárea	(pc) Peso promedio cáscara (kg)	Residuo de cáscara (Kg)
2	500	0,16	160

Fuente: Estudio de campo del área de estudio

De acuerdo a los valores presentados en las tablas anteriores, se registra una producción de 310,5 Kg de residuos por cosecha para la variedad CCN51, mientras que la variedad de cacao nacional fino de aroma exhibe una cantidad ligeramente menor, con 160 Kg de desechos de cáscara de mazorca. Conforme a Vera *et al.* (2021) en Ecuador las condiciones de época seca merman la cantidad de producción de cacao, por lo cual los residuos post cosecha son menores en relación a los de la época lluviosa.

Adicional, la variedad CCN51 presenta mejores capacidades de producción en temporada seca, puesto que usualmente mantienen mayor producción de cacao en época seca que la variedad nacional, esto se traduce en una mayor producción de cacao y, por ende, en una generación de residuos más significativa por parte de la variedad CCN51 (Angulo, 2022).

- GENERACIÓN DE RESIDUOS ÉPOCA LLUVIOSA

- Variedad CCN-51

Tabla 4.8. Promedios de producción y generación de residuos por cosecha de cacao CCN-51 en época lluviosa

Cacao CCN-51			
(nmp) número promedio de mazorcas por plantas	(ntp) número total de plantas por hectárea	(pc) Peso promedio cáscara (kg)	Residuo Peso por cáscara (Kg)

3	500	0,267	400,5
---	-----	-------	-------

Fuente: Estudio de campo del área de estudio

- Variedad Cacao nacional fino de aroma

Tabla 4.9. Promedios de producción y generación de residuos por cosecha de cacao nacional en época lluviosa

Cacao Nacional Fino de Aroma			
(nmp) número promedio de mazorcas por plantas	(ntp) número total de plantas por hectárea	(pc) Peso promedio cáscara (kg)	Promedio Residuo Peso por cáscara (Kg)
8	500	0,195	780,0

Fuente: Estudio de campo del área de estudio

Los resultados exhibidos proporcionan una visión de la producción de residuos por parte del cacao CCN51 y el nacional fino de aroma en época lluviosa, en detalle, se constató que la variedad CCN51 generó un acumulado de 400,5 kg de residuos de cáscara, mientras que la variedad de cacao nacional fino de aroma presentó una cifra más elevada, alcanzando un total de 780,00 kg de residuos de cáscara en el mismo periodo lluvioso.

Se observa que el cacao nacional fino de aroma produce una mayor cantidad de residuos en comparación con la variedad CCN51 durante la época lluviosa, a diferencia de la época seca, la variedad nacional es superior en cuanto a producción de cacao, por lo cual se le atribuye mayor generación de residuos en esta etapa estacional (Angulo, 2022).

Por lo expuesto, la generación de residuos es variante en cuanto a la época de producción, según lo observado en las tablas expuestas, en época seca los residuos por producción no mantienen mayores volúmenes en comparación a la época lluviosa, esto también puede deberse a que ciertos productores no riegan sus cultivos en épocas seca, ni emplean técnicas adecuadas de producción.

En Ecuador la producción de cacao va en aumento, generando así mayores cantidades de residuos, de acuerdo a datos expresados por Delgado (2018), en los últimos años se ha generado un promedio de 573.883 toneladas de residuos de cáscara de cacao al año. Por su parte Calderón *et al.* (2017) sostiene que en

los últimos años a nivel nacional se han producido 2.015.352,6 de toneladas de residuos de los cuales comprenden la cáscara, placenta y exudado de un total de 507.721 hectáreas producidas.

De acuerdo a los datos expresados, se observa la viabilidad que mantiene el uso de la cáscara de cacao como biofiltro para la depuración de aguas grises domésticas, debido a las elevadas cantidades de residuos que se obtienen por la producción de cacao, pudiéndose evitar el desperdicio y optimizar recursos mediante su aprovechamiento, generando una disminución al impacto ambiental y de esta manera bajar los índices de desechos que causan daño a la naturaleza (Álvarez y Quilumba, 2018).

4.2. IMPLEMENTACIÓN DEL FILTRO CON DIFERENTES PROPORCIONES DE CÁSCARA DE CACAO

- DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DE LA CÁSCARA DE CACAO

La tabla 4.10 muestra las principales características fisicoquímicas de la cáscara de las variedades de Cacao Nacional Fino de Aroma y del Cacao CCN51, se puede observar que la grasa etérea es más elevada en el Cacao Nacional Fino de Aroma con 0,48 % en paralelo con la variedad CCN51 que tiene 0,24 %, valores inferiores a los reportados por Murillo *et al* (2020), quien presentó 2,05% de grasa en cacao nacional y 1,89% en CCN51.

Tabla 4.10. Parámetros fisicoquímicos de la cáscara de las variantes de cacao Nacional Fino de aroma y CCN51

Características Fisicoquímicas		
Parámetros	Cacao Nacional Fino de aroma (%)	Cacao CCN51 (%)
Grasa Etérea	0,48	0,24
Fibra	27,48	26,43
Proteína Bruta	2,09	0,98
Materia Seca	95,40	95,16
Ceniza	11,37	9,61

Fuente: Laboratorios agroindustriales de bromatologías de la ESPAM "MFL"

En cuanto a la fibra, ambos tipos de variedades tienen parámetros parejos, con una leve alteración en el Cacao Nacional Fino de Aroma con 27,48 en comparación con el CCN51 con 26,43. Valores inferiores muestran Chico (2022), donde estas variedades presentan un nivel promedio de fibra del 18,3%, por su parte Torres (2023), sólo reporta un total de 2,5% en la variedad CCN51.

Por otra parte, se visualiza que la proteína bruta varía en el Cacao Nacional Fino de Aroma con 2,09, ante la variedad CCN51 que tiene un valor de 0,98. Valores superiores reporta Murillo *et al.* (2020) con 8% de proteína presente en cacao nacional y CCN51, así mismo Chico (2022) presenta un 10% de proteína presente en la cáscara del cacao CCN51

Referente a la Materia Seca en ambas variedades de cacao es similar, presentando valores de 95,40 en el Cacao Nacional Fino de Aroma y 95,16 en el Cacao CCN51. Finalmente, la concentración de ceniza es levemente más alta en el Cacao Nacional Fino de Aroma con un valor de 11,37, en comparación con el Cacao CCN51 que tiene un valor de 9,61. Estos valores difieren con los presentados por Murillo *et al.* (2020), al mantener menores porcentajes de contenido de cenizas con el 7% tanto para el cacao nacional y el CCN51, por otro lado, Chico (2023) también presentó niveles porcentuales de cenizas bajo con el 5%.

De forma contextual, se presencia que el Cacao Nacional Fino de Aroma mantiene parámetros más elevados en grasa etérea, proteína bruta y ceniza que la variedad CCN51, no obstante, es necesario recalcar que estos factores pueden determinarse por las condiciones de la producción de cacao y factores como el clima o tratamiento de las plantas, mismo que puede verse reflejado en los estudios citados en diferentes zonas de Ecuador, al presentar parámetros diferenciados a los obtenidos en este estudio.

- **CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL**

En la tabla 4.11 se presentan los resultados obtenidos de la caracterización de las aguas residuales domésticas del sitio La Liza, detallando los parámetros

evaluados, las concentraciones encontradas y sus implicaciones ambientales, estos hallazgos permitirán contrastar los efectos de los biofiltros utilizados y determinar su eficiencia en la remoción de las variables estimadas.

Tabla 4.11. Caracterización de aguas grises domésticas de la comunidad La Liza.

Parámetros	Agua residual Entrada.
Sólidos Totales mg/L	2.05
DQO mg/L	2,031.0
pH	5.90
Turbidez FAU	>100
Aceites y Grasas mg/L	0,302

Fuente: Datos obtenidos del análisis de la muestra inicial de las aguas grises domésticas de la comunidad La Liza

De acuerdo a los parámetros obtenidos en la caracterización de las aguas grises domésticas, se observan que estas sobrepasan a los parámetros determinados por Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA, 2015) (ver tabla del anexo 1), pudiendo ser perjudicial para el medio ambiente si se libera sin un tratamiento adecuado.

En relación de los sólidos totales, se presencia un valor de 2.05 mg/L parámetro que se encuentra relativamente bajo a los estipulado en los límites permisibles de la normativa antes mencionada, no obstante, los valores de DQO son de 2,031.0 mg/L, valor relativamente alto en relación a lo determinado para descargas a alcantarillado público con 300 mg/L, para el riego de cultivos con 150 mg/L y en descargas en cuerpos de agua superficiales, con un límite máximo es de 250 mg/L, de acuerdo a los datos expresados las aguas grises evaluadas mantiene una alta cantidad de materia orgánica.

El potencial de hidrógeno (pH) de las aguas muestreadas es de 5.90, parámetro que está por debajo del rango determinado por la normativa ecuatoriana para descarga de aguas residuales al alcantarillado público y afluentes naturales que es de 6 a 9. En referencia a la turbidez de las aguas grises, se visualiza un valor >100 unidades de atenuación de fornacina (FAU), valor superior al estipulado para aguas residuales en la normativas de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes que es de <50 FAU, los datos reflejados muestran que las aguas grises

analizadas mantienen una turbidez elevada y una cantidad significativa de sólidos en suspensión

Por último, la cantidad de aceites y grasas presente en la muestra de aguas analizadas es relativamente baja, el valor de 0.302 mg/l está por debajo de los límites permisibles para la descarga al alcantarillado público que es de 70 mg/l y de 30 mg/l para afluentes naturales.

En relación al plano internacional, los parámetros dispuestos por organismos como la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018) en relación con la Organización Panamericana de la Salud (OPS), tienen similitudes a los límites permisibles del TULSMA (2015), por lo que se puede determinar dentro de un contexto general, que ciertos parámetros analizados no se encuentran dentro de los rangos dispuestos en la normativa vigente, por lo cual las aguas grises de los hogares de la comunidad La Liza debe ser tratada antes de ser descargada a un sistema de alcantarillado públicos o a afluentes naturales, a fin de minimizar su impacto ambiental y cumplir con lo estipulado por las leyes ambientales.

4.3. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL BIOFILTRO EN LA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES

Para el cumplimiento de este objetivo, se planteó una evaluación comparativa descriptiva de la eficiencia del biofiltro a base de harina de cáscara de cacao, para la remoción de contaminantes presentes en aguas residuales de los hogares de la comunidad La Liza. Se establecieron tres niveles de concentración de la harina de cáscara de cacao al 20%, 30% y 50% para evaluar la capacidad de remoción de contaminantes que se espera alcanzar con cada uno de ellos, determinando su eficiencia con base la caracterización previa de las aguas residuales dispuesta en instancias anteriores.

Tabla 4.12. Parámetros de remoción del biofiltro al 20%

Parámetros	Caracterización	Biofiltro 20%	Eficiencia de remoción (%)
Sólidos Totales mg/L	2,05	1,27	38%
DQO mg/L	2031,0	830,5	59%

Potencial de Hidrogeno (pH)	5,90	8,06	37%
Turbidez FAU	100,0	80,0	20%
Aceites y Grasas mg/L	0,30	0,044	85%

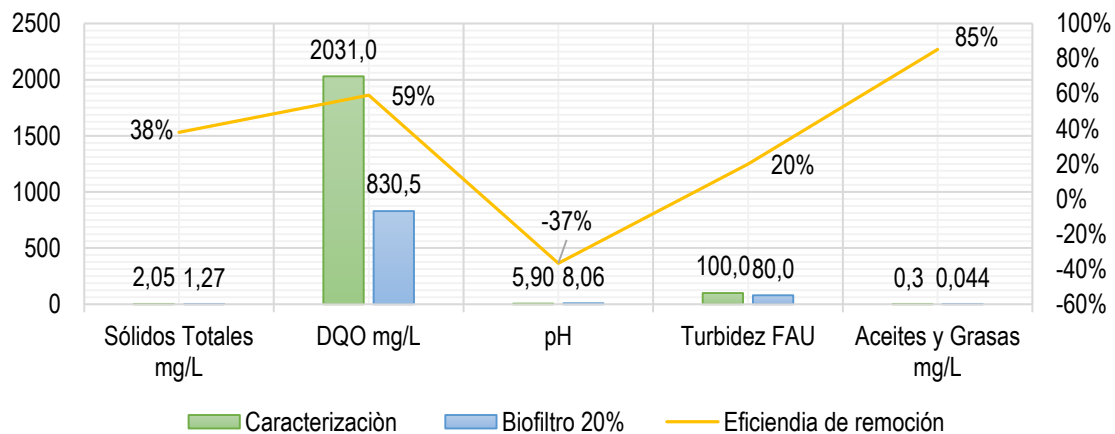


Figura 4.3. Comparación de Promedios e Índice de Eficiencia en Variables Estimadas con el biofiltro al 20%.

De acuerdo a los parámetros representados, se observa que el biofiltro al 20% demostró niveles de eficiencia en la remoción de contaminantes, mediante este se logró reducir los sólidos totales en un 38%, la DQO en un 59%, y la turbidez en un 20%, así mismo se observó una alta eficiencia en la eliminación de aceites y grasas del 85%, no obstante, se obtuvo un aumento significativo en el pH, que se incrementó en un 37%.

En general, los resultados de varios estudios sugieren que los biofiltros son una estrategia prometedora para la exclusión de contaminantes en aguas residuales, investigaciones como la de Procel *et al.* (2016), obtuvieron una media promedio del 80% de remoción en turbidez, sólidos totales y grasas mediante el uso de un biofiltro orgánico, por su parte Rodríguez (2021) presentó menores parámetros de remoción en cuanto a la DQO, turbidez y aumento del pH. El aumento del pH en el uso de biofiltro se asocia con propiedades alcalinas del biofiltro, pudiendo aumentar el pH del agua a medida que fluye a través del sistema, esto potenciado por las características típicas de la cáscara de cacao, misma que posee un pH de 7 (Coronel, 2015).

La eficiencia del biofiltro en la remoción de los parámetros evaluados puede variar según el tipo de contaminante que se está tratando, en algunos casos

existen contaminantes que pueden ser más difíciles de eliminar que otros (Cabrera *et al.*, 2022). Acorde a Díaz *et al.* (2022) en el caso de la remoción de aceites y grasas, se ha demostrado que los biofiltros pueden ser efectivos, pero la eficacia puede depender del tipo de medio utilizado. En general, se encomienda elegir un biofiltro adecuado para un contaminante específico (Zamora, 2023).

Tabla 4.13. Parámetros de remoción del Biofiltro al 30%

Parámetros	Caracterización	Biofiltro 30%	Eficiencia de remoción (%)
Sólidos Totales mg/L	2,05	1,64	20%
DQO mg/L	2031,0	855,5	58%
Potencial de Hidrogeno (pH)	5,90	8,08	37%
Turbidez FAU	100,0	71,0	29%
Aceites y Grasas mg/L	0,3	0,056	81%

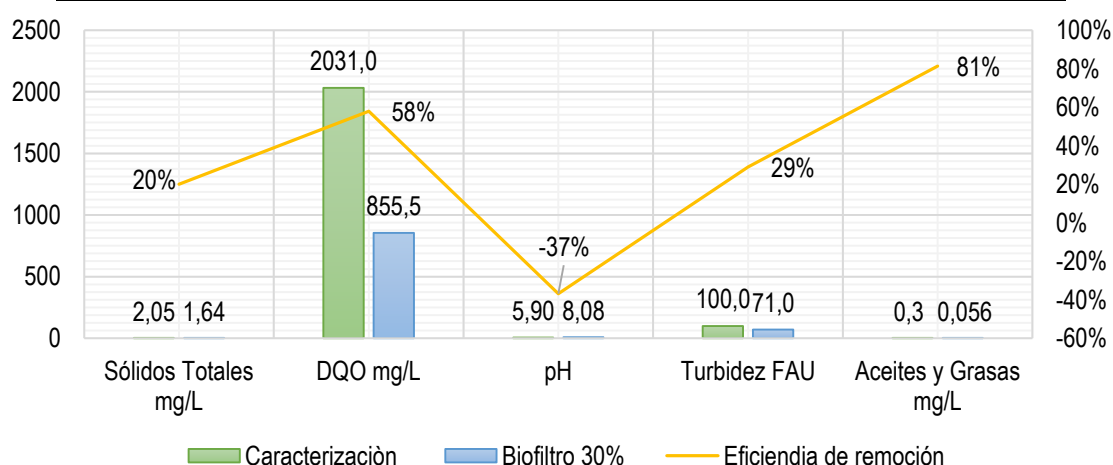


Figura 4.4. Comparación de Promedios e Índice de Eficiencia en Variables Estimadas con el Biofiltro al 30%.

Conforme a los resultados expresados, se determina que el biofiltro al 30% manifestó una eficiencia moderada en la remoción de contaminantes en las aguas residuales, se consiguió reducir los sólidos totales en un 20%, la DQO en un 58%, y la turbidez en un 29% y una alta eficiencia del 81% en la eliminación de aceites y grasas, sin embargo, al igual que en el biofiltro del 20% se visualizó un aumento significativo en el pH con un incremento del 37%.

Parámetros similares reportan Mejía *et al.* (2017) que, con el uso de biofiltros orgánicos, redujo significativamente la turbiedad, DQO y nitratos en aguas residuales domésticas. Por su parte Vergara (2021), en el tratamiento de aguas domésticas con biofiltros naturales logró reducir la Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO5), sólidos suspendidos totales (SST), DQO y turbidez.

Es de destacar que se mantiene la tendencia del aumento del pH, durante el proceso de degradación de la materia orgánica en el biofiltro, se producen ácidos orgánicos como resultado de la actividad microbiana, lo que puede disminuir el pH del agua, sin embargo, a medida que los microorganismos continúan metabolizando la materia orgánica, la concentración de ácidos orgánicos disminuye y, como resultado, el pH puede aumentar (Santillán y Pacheco, 2018).

Tabla 4.14. Parámetros de remoción del Biofiltro al 50%

Parámetros	Caracterización	Biofiltro 50%	Eficiencia de remoción (%)
Sólidos Totales mg/L	2,05	1,75	15%
DQO mg/L	2031,0	860,5	58%
pH	5,90	8,20	-39%
Turbidez FAU	100,0	72,00	28%
Aceites y Grasas mg/L	0,3	0,047	84%

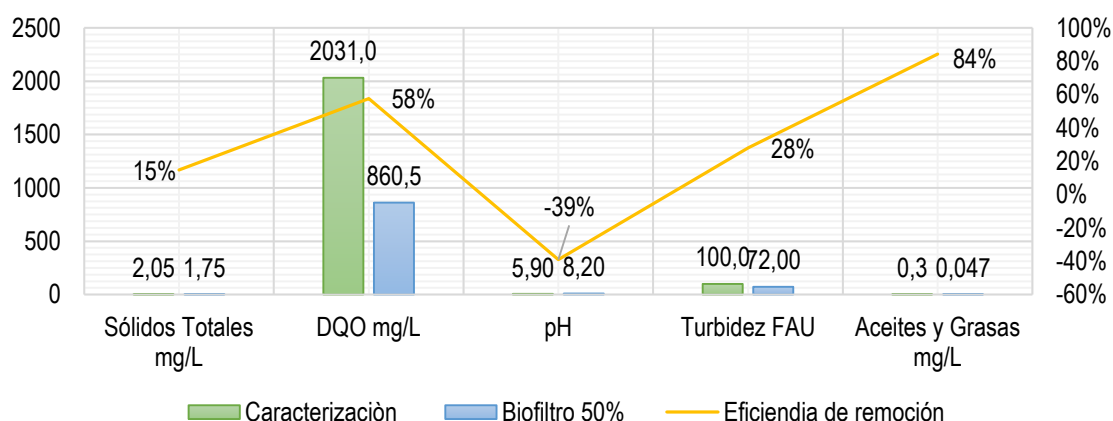


Figura 4.5. Comparación de Promedios e Índice de Eficiencia en Variables Estimadas con el Biofiltro al 50%.

Los valores obtenidos por el biofiltro al 50% muestran una eficiencia moderada en la remoción de contaminantes, mediante este se redujo los sólidos totales en

un 15%, la DQO en un 58%, y la turbidez en un 28%, además se identificó una alta eficiencia en la eliminación de aceites y grasas del 84%, al igual que en estudios de los estudios de los biofiltros del 20% y 30%, se observó un aumento significativo en el pH, que se incrementó en un 39%.

Los resultados pueden variar según el diseño y las condiciones específicas del biofiltro utilizado en el estudio, al disminuir elementos como carbón, arena, piedra y aumentar elementos vegetales pueden afectar a la eficiencia de remoción de contaminantes (Méndez y Severino (2022)). El diseño y la configuración del biofiltro, incluyendo el tipo de medio de filtración utilizado, pueden afectar su eficiencia en la remoción de contaminantes, generalmente el medio de filtración puede influir en la eficiencia de remoción de sólidos totales, aceites y estabilización del pH (Esquivel, 2021).

Contextualizando de forma general, los valores obtenidos en el presente estudio concuerdan con los de Molina (2016), que al utilizar un biofiltro a base de cáscara de coco y cenizas del mismo material obtuvo porcentajes adecuados de remoción de sólidos totales, turbidez, nitratos, aceites y grasas, razón por lo cual el agua residual filtrada puede ser descargada al sistema de alcantarillado y a fuentes de agua debido a que cumple la mayoría de los parámetros con los límites máximos permisibles establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA, 2015).

De la misma manera Maya (2018), quien también implementó el uso de la cáscara de cacao como biofiltro de aguas residuales, determinó que la experimentación permitió disminuir la contaminación del agua, al reducir los parámetros de sólidos totales, DQO, turbidez, nitratos considerablemente, además, se obtuvo un promedio de índice de Biodegradabilidad de 0.47 determinando que el vertido es totalmente orgánico y puede ser utilizada en tratamientos primarios posteriores.

En añadidura Zambrano (2019) obtuvo una notable remoción de sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos totales, turbidez, color, pH presentes en la composición inicial del agua residual mediante el uso de un biofiltro a base de residuos de maíz y cacao. Por su parte Franco y Hurtado (2021) determinan que

el biofiltro a base de residuos la mazorca de cacao y yuca permitió una mejora en la calidad del agua residual del proceso vía húmeda del café, en términos del incremento del pH, disminución de turbidez, conductividad eléctrica, DBO, DQO y una remoción del 90,48% de sólidos suspendidos totales y de 97,40% de Nitrógeno total.

Los resultados sugieren que la biofiltración es una técnica prometedora para la eliminación de contaminantes de agua residuales, sin embargo, el rendimiento de biofiltros con implementos naturales puede verse afectado por varios factores, como las condiciones del biofiltro, el tipo de medio, la aireación y la capacidad de amortiguación del pH (Coronel, 2015). Además, la eficacia del biofiltro puede variar según el tipo de contaminante que se está tratando, por lo que es importante seleccionar el tipo de biofiltro adecuado para el contaminante específico (Del Castillo, 2022).

En suma, de los resultados obtenidos en la aplicación de los biofiltros, se observa que los diferentes niveles de concentración de la harina de cáscara de cacao demostraron ser efectivos en la remoción de contaminantes, pero su eficiencia varió según la concentración utilizada. En el contexto particular, se observa que el biofiltro con una concentración del 20% de harina de cáscara de cacao presentó mejores índices de eficiencia en la remoción de sólidos totales, DQO y aceites y grasas en comparación con los biofiltros del 30% y 50%.

Algo a destacar, en todas las concentraciones se observó un aumento significativo en el pH después del tratamiento con los biofiltros, lo que puede tener implicaciones ambientales que necesitan ser consideradas y estudiadas más a fondo, además, en las variables de la DQO y turbidez donde se observó influencia positiva, el biofiltro de cáscara de cacao no logró reducir los parámetros de acuerdo al TULSMA (2015) la cual mantuvo una media promedio de 71 FAU valor superior al decretado por la normativa que requiere <50 FAU.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La comunidad La Liza cuenta con 11 fincas productoras de cacao, en las que se producen las variedades CCN51 y Nacional. En la comunidad en promedio se generan más residuos de cáscara de cacao de la variedad Nacional en época lluviosa.
- En los análisis realizados a la cáscara de cacao de la variedad Nacional presentó valores más elevados en los parámetros de grasa etérea, proteína bruta y ceniza que la variedad de CCN51.
- Se puede concluir, con base en los resultados obtenidos, que la eficiencia de la harina de cáscara de cacao aplicada en el filtro de 20% presenta un mayor porcentaje de remoción, donde se logró reducir los sólidos totales en un 38%, la DQO en un 59%, la turbidez en un 20%, y el 85% de aceites y grasas, sin embargo, el pH presentó un incremento del 37%, esto en contraste con el agua de ingreso, con respecto a los niveles de sólidos presentes en las muestras de agua.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda, dar mayor visibilidad por parte del gobierno parroquial a las problemáticas que surgen a partir de la inadecuada gestión de residuos de las cosechas de cacao, a través de charlas de educación ambiental y sostenibilidad.
- Es relevante a su vez, promover e incentivar, a la economía circular, la agricultura sostenible y el manejo de recursos dentro de las comunidades, esto por parte de las autoridades del gobierno parroquial de Membrillo, a fin de impulsar el crecimiento de toda la parroquia.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, K. y Quilumba, F. (2018). *Aprovechamiento de la cascarilla de cacao (Theobroma cacao L.) para la elaboración de polvo y sus usos culinarios*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/35658/1/TESIS%20Gs.%20262%20-%20Aprovechamiento%20cascarilla%20de%20cacao.pdf>
- Amaya, M. (2020). Qué es el método cuantitativo, características y diferencia con el cualitativo. Tendencias <https://tendencias.com/life/que-es-el-metodo-cuantitativo/>
- Angulo, D. (2023). *Evaluación en el manejo postcosecha de cacao (theobroma cacao) de la variedad ccn-51 en la Parroquia Rocafuerte- Esmeraldas*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio Institucional. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10343>
- Arévalo, M. y Cajas, D. (2022). Caracterización de agua residual de Ucubamba. [Tesis de Pregrado, Universidad del Azuay]. Repositorio Institucional. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4802>
- Obtenido de Repositorio de la Universidad de Azuay: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/12466>
- Barrera, V., Alwang, J., Casanova, T., Domínguez, J., Escudero, L., Loor, G., Peña, G., Párraga, J., Arévalo, J., Quiroz, J. Tarqui, O., Plaza, L., Sotomayor, I., Zambrano, F., Rodríguez, G., García, C. y Racines, M. (2019). *La cadena de valor del cacao y el bienestar de los productores en la provincia de Manabí- Ecuador*. INIAP. Libro Técnico N° 171. Arcoiris Producciones Grafica. Quito Ecuador. 204 pp.
- Bello, D. (2021). Revisión bibliográfica sobre los cambios ocasionados en la estructura de ecosistemas de páramo derivados de la extracción minera. CRAIUSTA. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/42880>

- Cabrera, E., León, V., Montano, A. y Dopico, D. (2016). Caracterización de residuos agroindustriales con vistas a su aprovechamiento. *Centro azúcar*, 43(4), 27-35.
- Cabrera, M., Montenegro, L. y Jiménez, A. (2022). Análisis de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de una Industria de Embutidos. *Revista Politécnica*, 49(2), 47–54. <https://doi.org/10.33333/rp.vol49n2.05>
- Calderón, M., Andrade, F., Lizarzaburu, L. y Masache, M. (2017). *Valoración económica de los cobeneficios del aprovechamiento energético de los residuos agrícolas en el Ecuador*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/41830/S1700556_es.pdf
- Castro, M., Almeida, J., Ferer, J. y Díaz, D. (2014). Water Quality Indexes: Evolution and Trends at the Global Level. *Ing. Solidar* <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/in/article/view/811>
- Chávez, R., Carbo, S., García, E. y Cobos, F. (2019). Caracterización de la cadena de valor del cacao en Manabí y sus mejoras. *Eumed*. <https://www.eumed.net/rev/oel/index.html>
- Chico, F. (2022). Valorization of Cocoa by Products: Applications and Perspectives in the Food Industry. *Alimentos Ciencia e Ingeniería*, 29(2), 57–101. <https://doi.org/10.31243/aci.v29i2.1857>
- Chuchón, S. y Aybar, C. (2008). Evaluación de la capacidad de remoción de bacterias coliformes fecales y demanda bioquímica de oxígeno de la planta de tratamiento de aguas residuales “La Totorá”, Ayacucho, Perú. *Redalyc*. <https://www.redalyc.org/pdf/341/34111584020.pdf>
- Coronel, N. (2015). Diseño e implementación a escala de un biofiltro Tohá en la ESPOCH para la depuración de aguas residuales domésticas procedentes de la comunidad Langos La Nube. [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4802>

- Del Castillo, M. (2022). Diseño de biofiltro con mucílago de *Caesalpinia spinosa* para reducir la turbidez de las aguas superficiales del río Pollo, Otuzco, Perú 2021 [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/11537/31488>
- Delgado, N. (2018). *Plan de manejo integral de residuos derivados de la extracción de la pulpa de cacao en la hacienda Bellavista, Luz de América, provincia de Azuay-Ecuador* [Tesis de grado Facultad de Ciencias Químicas]. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/30454/1/Trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n.pdf>
- Díaz, Y., Mendiola, L., González, A., Navarro, Y., Acosta, S. y Chao, C. (2022). Biofiltración de efluentes líquidos de la industria petrolera con materiales naturales. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 43(1), 12-24. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382022000100012&lng=es&tlng=es.
- Esquivel, F. (2021). *Eficiencia de un biofiltro a base de cabello y aserrín de cachimbo para el tratamiento de las aguas de lavandería*. [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/80666>
- Freire C. (2019). *Estudio de un sistema piloto para tratamiento de aguas residuales domiciliarias en la comunidad Bella Unión del Napo, provincia de Orellana* [Tesis de grado Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/20076/1/T-UCE-0011-ICF-188.pdf>
- García, L., Castro, F., Hernández-Amasifuen, A., Corazón-Guivin, M., Vásquez, J., Guerrero-Abad, J. y Oliva, M. (2021). Estudios globales sobre el cadmio en relación con *Theobroma cacao*: Un análisis bibliométrico desde Scopus (1996 -2020). *Scielo*. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172021000400611&script=sci_arttext

- García-Briones, A., Pico-Pico, B. y Jaimez, R. (2021). La cadena de producción del Cacao en Ecuador, resiliencia en los diferentes actores de la producción. *Novasinerjia*. 4(2). 152-172. <https://doi.org/10.37135/ns.01.08.10>
- Gonzales, L. (2019). Aprovechamiento de la cáscara de cacao para la elaboración de un biocomposito con aplicación en la construcción sostenible. Un bosque https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/2817/Rojas_Gonz%C3%A1lez_Lina_Manuela_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Guevara, G., Verdesoto, A. y Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*. <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/860/1363>
- Herrera, J., Villa, L., Olaya, A. y García, L. (2020). Extracción de almidón de cáscara de cacao *Theobroma cacao* L. como alternativa de bioprospección Scielo: <https://doi.org/10.18273/revion.v33n2-2020002>
- Hurtado, C. (2021). *Desarrollo de un prototipo de filtro utilizando cáscaras de plátano y de yuca para el tratamiento de aguas mieles del café en la finca Grano de Oro en el municipio de San Luis Tolima*. [Tesis de Pregrado, Universidad El Bosque]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.12495/6945>
- INEC. (2018). Gestión Integral de Residuos Sólidos. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/interfaz-gad-municipales-residuos-solidos-2018/>
- Konstantas, A., Jeswani, H. Stamford, L. y Azapagic, A. (2018). Environmental impacts of chocolate production and consumption in the UK. *Food Research International*, 106, 1012-1025. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.02.042>

- Lara, J. Tejada, C. Villabona, A. Arrieta, A. y Granados, C. (2016). Adsorción de plomo y cadmio en sistema continuo de lecho fijo sobre residuos de cacao. Obtenido de Scielo: <https://doi.org/10.18273/revion.v29n2-2016009>
- Linzán, L. Ruiz, M. y Murillo, M. (2021) Caracterización de la cadena de valor del cacao en Manabí y sus mejoras. Mikarimin. <http://45.238.216.13/ojs/index.php/mikarimin/article/view/2587>
- Logroño, A. (2016). *Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas para la parroquia matriz Guamote, cantón Guamote, provincia de Chimborazo* [Tesis de grado Facultad de Ciencias]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6475/1/96T00352.pdf>
- Martínez, J., Durruthy, M., Martínez, A., Hernández, E. y Barreral, O. (2014). Salud ambiental, evolución histórica conceptual y principales áreas básicas. *Scielo*. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662014000400014
- Martínez, R., Argüelles, V. y Palacios, R. (2021). Etapas del método estadístico. *UAEH*. <https://repository.uaeh.edu.mx>
- Maya, K. (2018). *Análisis de la cáscara de cacao como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de las industrias de lácteos Salinerito de la ciudad de Guaranda*. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/27239>
- Mejía, A., Vallejo, M. y Carillo, Y. (2017). Remoción de contaminantes orgánicos presentes en agua residual doméstica mediante prototipo a escala de laboratorio. *La Granja: Revista De Ciencias De La Vida*, 26(2), 72. <https://doi.org/10.17163/lgr.n26.2017.07>
- Méndez, J. y Severino, D. (2022). *Remoción de contaminantes de aguas residuales por la influencia del área del biofiltro sub superficial de flujo vertical en el servicentro Very Wash, San Juan de Lurigancho, 2020*.

[Tesis de Pregrado, Universidad del Callao]. Repositorio Institucional.
<http://hdl.handle.net/20.500.12952/7559>

Molina, M. (2016). *Elaboración de un filtro artesanal de agua utilizando materiales no convencionales, evaluando su eficiencia para la disminución de los niveles de contaminación de aguas residuales generada por una lavadora de autos*. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/24606>

Moreno, A. y Flores, J. (2011). Fomento de la Cadena de Valor de Cacao en Organizaciones de Pequeños Productores de Esmeraldas y Napo. Análisis de Impactos del Programa GESOREN – GIZ. Global Business. Ecuador.

Moya-Medina, D. y Maya-Monar, K. (2018). *Análisis de la cáscara de cacao como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de las industrias de lácteos Salinerito de la ciudad de Guaranda*. [Tesis de grado Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica]. Repositorio UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/27239>

Murillo, S., Ponce, F. y Huamán, M. (2020). Physicochemical characteristics, bioactive compounds and minerals content in cocoa fruit (*Theobroma cacao* L.) shell flour. *Manglar* 17 (1) 1-15. <https://doi.org/10.17268/manglar.2020.011>

Navarrete, A. y Palacios, B. (2019) *Evaluación de la cadena agroalimentaria de cacao con enfoque de pérdidas de alimentos en el cantón Bolívar provincia de Manabí* [Tesis de grado ESPAM]. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1091/1/TTMADM-E11.pdf>

OMS (2021). *En la COP26, los países se comprometen a desarrollar sistemas de salud compatibles con el clima*. <https://www.who.int/es/news/item/09-11-2021-countries-commit-to-develop-climate-smart-health-care-at-cop26-un-climate-conference>

- OMS. (2021). *Un compendio de 500 acciones de la OMS y los asociados de las Naciones Unidas tiene como objetivo reducir las enfermedades provocadas por factores ambientales y salvar vidas*. <https://www.who.int/es/news/item/03-09-2021-who-and-un-partners-compendium-of-500-actions-aims-to-reduce-diseases-from-environmental-factors-and-save-lives>
- OMS. (2022). *Agua para consumo humano*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- ONU-DAES. (2014). Decenio Internacional para la Acción “El agua fuente de vida” 2005-2015. <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>
- Organización Mundial de la Salud. [OMS]. (2018). *Armonización de los Estándares de Agua Potable en las Américas*. <https://www.oas.org/dsd/publications/classifications/Armoniz.EstandaresAguaPotable.pdf>
- Ortiz, J. Mejía, Y., González, D. García-Alzate, L. y Cifuentes-Wchima, X. (2020). Alternativa de biorremediación a partir de residuos de cacao en la obtención de hongos *Pleurotus ostreatus* con la implementación de un análisis multicriterio. *Scielo. ION*, 69-70. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-100X2020000100067&script=sci_abstract&tlng=es
- Otzen, T. y Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Scielo*: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-95022017000100037&script=sci_arttext&tlng=pt
- Pérez, C. (2020). Evaluación de la remoción de cromo en soluciones acuosas sintéticas con residuos de cáscara de cacao (*theobroma cacao*). *EIA*, 3. <https://revistas.eia.edu.co/index.php/reveia/article/view/1393>
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia Membrillo. (2019). <https://odsterritorioecuador.ec/wp-content/uploads/2019/04/PDOT-PARROQUIA-MEMBRILLO-2015-2019.pdf>

- Prócel, D., Posligua, P. y Banchón, C. (2016). Biodegradación de contaminantes orgánicos de la industria láctea. *Enfoque UTE*, 7(1,) 22-32. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v7n1.85>
- Ramírez, F. y Zwerg. A. (2012). Metodología de la investigación:más que una receta. *Eafit*. <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/administer/article/view/1344/1215>
- Ramírez, G. y Camacho, M. (2019). Diagnóstico participativo para determinar problemas ambientales en comunidades rurales. *Redalyc*. <https://www.redalyc.org/journal/993/99357718026/99357718026.pdf>
- Rodríguez, H. (2017). *Las aguas residuales y sus efectos contaminantes*. Iagua: <https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>
- Rodríguez, E. (2021). *Evaluación de biofiltros orgánicos en la remoción de contaminantes emergentes de aguas residuales municipales*. [Tesis de Pregrado, Instituto Nacional Politécnico de México]. Repositorios Latinoamericanos. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4236918>
- Sánchez, Y. (2018). *Adsorción de arsénico y antimonio en soluciones acuosas mediante aplicación de biomasa lignocelulósica de cáscara de cacao* [Tesis de grado Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud]. http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13286/1/T2655_SANCHEZ%20CHICA%20YESENIA%20LISSETTE.pdf
- Santasmás, C. (2018). Aguas grises: origen, composición y tecnologías para su reciclaje. https://aquaespana.org/sites/default/files/documents/files/Pildora_08-Grises_origen.pdf
- Santillán, L. y Pacheco, L. (2018). Remoción de ácido sulfhídrico por microorganismos sobre lodos activados en aguas residuales de la

industria alimenticia. *La Granja: Revista De Ciencias De La Vida*, 27(1), 112–123. <https://doi.org/10.17163/lgr.n27.2018.09>

Secretaría Técnica del Comité Interinstitucional para el Cambio de la Matriz Productiva. (2015). *Diagnóstico de la Cadena Productiva del Cacao en el Ecuador*. <https://www.vicepresidencia.gob.ec/wp-content/uploads/2015/07/Resumen-Cadena-de-Cacao-rev.pdf>

Somarriba, E. y Villalobos, M. (2016). La contribución del Proyecto Cacao Centroamérica al estímulo del sector cacaotero de Centroamérica. *Agroforestería en las Américas* (49), 2-146. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/7050>

Soto, P. (2019). *Filtros de cáscara de cacao (Theobroma cacao) para la adsorción de plomo (ii) en aguas de relave minero-2019* [Tesis de grado Facultad de Ingenierías y Arquitectura]. https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/9010/Tesis_Filtros_C%C3%A1scara_Cacao.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Teneda, F., Guamán, D. y Oyaque, M. (2019). Exploración de la intención de consumo de la Cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) como infusión: caso Tungurahua-Ecuador. *Cuadernos De Contabilidad*, 20(50), 1–14. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cc20-50.eicc>

Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente. [TULSMA]. (2017, 29 de Marzo). Parámetros de Calidad del Agua. Registro Oficial Edición Especial 2 de 31-mar.-2003. Ecuador.

Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. (2015). *Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua*. <https://www.cip.org.ec/attachments/article/1579/PROPUESTA%20ANEXO%201.pdf>.

Torres, J. (2023). *Caracterización de los residuos de cacao generados con potencial valor, para su uso en la industria alimentaria, en el cantón Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas*. [Tesis de

- Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/37884>.
- Torske, M. (2019). *La realidad de las aguas servidas en Ecuador*. Yukunina: <https://www.yakunina.com/la-realidad-de-las-aguas-servidas-en-ecuador/#:~:text=En%20Ecuador%20aproximadamente%20se%20trata,apta%20para%20el%20consumo%20humano>.
- Valera A., Villanueva I. y Plaza, G. (2022). *Estadística aplicada a ciencias de la salud: análisis estadístico descriptivo*. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/72890/1/Estad%C3%ADstica%20Descriptiva.pdf>
- Vera, J., Jiménez, J., Naula, M., Villa, J., Zaruma, F., Montecé, Y., Cabrera, J., Zambrano, N. y Astudillo, M. (2021). Residuos de la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) como alternativa alimenticia para rumiantes. *Revista Colombiana De Ciencia Animal - RECIA*, 13(2), <https://doi.org/10.24188/recia.v13.n2.2021.839>
- Vergara, R. (2021). *Diseño de biofiltros para mejorar el manejo de aguas residuales domésticas*. [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/28629>
- Zacarías, A. (2018). ¿Qué es la economía circular y cómo cuida del medio ambiente? <https://news.un.org/es/interview/2018/12/1447801>
- Zambrano, C. (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*. [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1199>
- Zamora, H. (2023). *Remoción de aceites y grasas de aguas residuales mediante la aplicación de biofiltro de mesocarpo de coco (*Coco nucifera* L.)*. [Tesis

de Pregrado, Universidad Científica del Sur]. Repositorio Institucional.
<https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/2813>

ANEXOS

ANEXO 1. ENCUESTA

MODELO DE ENCUESTA DIRIGIDO A LOS PRODUCTORES

PREÁMBULO:

La encuesta se realiza con el fin de recopilar información referente a la producción de cacao dentro de la comunidad la liza, además de ello, se pretende mostrar y orientar sobre el aprovechamiento de los residuos de las plantaciones de cacao. Los datos que nos ofrezcan serán solo de uso académico, como parte de nuestro proyecto de titulación.

Nombre del propietario: _____

COMUNIDAD: _____

FECHA: ___/___/___

COORDENADA: X _____ Y _____

1. EDAD: _____ Años

2. ESTADO CIVIL

- a. Soltero (a)
- b. Casado (a)
- c. Unión libre
- d. Separado (a) /Divorciado
- e. Viudo (a)

3. SEXO

- a. Hombre
- b. Mujer

4. ¿CUÁNTAS PERSONAS CONFORMAN SU NÚCLEO FAMILIAR?

_____ Personas

5. ¿CUÁL ES SU ROL EN EL HOGAR?

- a. Padre

- b. Madre
- c. Hijo(a)
- d. Abuelo
- e. Otro: _____

6. NIVEL DE ESTUDIO

- a. Primaria
- b. Secundaria
- c. Técnico / Tecnólogo
- d. Universitario
- e. Ninguna

7. ¿LA VIVIENDA DONDE UD HABITA ES?

- a. Propia
- b. Arrendada
- c. Familiar
- d. Compartida con otra(s) familia(s)
- e. Regalada o cedida

8. USO DEL TIEMPO LIBRE

- a. Otro trabajo
- b. Labores domésticas
- c. Recreación y deporte
- d. Estudio
- e. Ninguno

9. MARQUE LOS SERVICIOS BÁSICOS QUE DISPONE EN SU HOGAR

- a. Electricidad

- b. Alcantarillado
- c. Agua potable
- d. Teléfono fijo
- e. Internet
- f. Recolección de basura

9. OCUPACIÓN LABORAL

- a. Agricultor/a
- b. Empleado/a público
- c. Trabajo eventual
- d. Negocio Propio

10. PROMEDIO DE INGRESOS MENSUALES

- a. Menos de \$100
- b. Entre \$101 a \$250
- c. Entre \$251 a \$400
- d. Más de \$400

11. ¿A QUÉ ACTIVIDAD SE DEDICA?

- a. Agricultura
- b. Ganadería
- c. Comercio
- d. Otras: _____

12. ¿QUÉ CULTIVOS POSEE?

- a. Coco
- b. Cacao
- c. Limón

d. Otros: _____

Nota: Si su respuesta es cacao continúe, si no pase a la pregunta 17

13. ¿HACE CUÁNTO TIEMPO SE DEDICA A LA PRODUCCIÓN Y VENTA DEL CACAO?

- a. Menos de cinco años
- b. Entre 5 y 7 años
- c. Entre 7 y 10 años
- d. Más de 10 años

14. ¿CUÁL ES LA VARIEDAD DE CACAO QUE PRODUCE?

- a. Cacao nacional fino de aroma
- b. CCN51
- c. Otros

Nota: Si su respuesta es otro, especifique cual.

15. ¿CUÁNTO ES LA PRODUCCIÓN DE CACAO EN CADA COSECHA (qqm / lb / kg)?

Especifique: _____

16. ¿DÓNDE COMERCIALIZA ESTOS PRODUCTOS?

- a. Mercado interno
- b. Mercado externo

17. ¿CUÁL ES LA GANANCIA SEMANAL QUE LE DEJA LA VENTA DEL CACAO?

- a. Menos de \$50
- b. Entre \$51 a \$70
- c. Entre \$71 a \$100
- d. Más de \$100

18. ¿QUÉ DESTINO LE DA A LA MAZORCA (CÁSCARA) DE CACAO?

- a. Quema

- b. Disposición en carro recolector
- c. Entrega a tercero
- d. Depósito de biodegradación
- e. Abono para el propio cultivo
- f. Alimento para animales
- g. Otra alternativa

19. ¿CUÁNTO ES LA SUPERFICIE UTILIZADA EN CULTIVO?

Especifique: _____

20. ¿CUÁNTAS PLANTAS POSEE?

Especifique: _____

21. ¿QUÉ FUENTES DE SUMINISTRO DE AGUA UTILIZA PARA EL CULTIVO?

- a. Río
- b. Pozo (agua subterránea)

22. ¿CUÁL ES EL SISTEMA DE RIEGO EMPLEADO?

- a. Aspersión
- b. Gravedad
- c. Bombas
- d. Goteo

23. ¿EFECTÚA UD ALGUNA BUENA PRÁCTICA AMBIENTAL EN SU HOGAR O TRABAJO?

Si No

Especifique: _____

24. ¿ALGUNA PERSONA DE SU HOGAR HA RECIBIDO CAPACITACIONES EN TEMAS AMBIENTALES?

Si No

Especifique: _____

25. ¿DESEARÍA UD PARTICIPAR EN PROYECTOS ASOCIADOS A LA GESTIÓN AMBIENTAL DENTRO DE SU COMUNIDAD?

Si No

26. ¿EN QUÉ PROYECTO DE GESTIÓN AMBIENTAL LE GUSTARÍA PARTICIPAR?

- a. **Abonos orgánicos**
- b. **Educación ambiental**
- c. **Reforestación**
- d. **Valoración ambiental como emprendimiento**

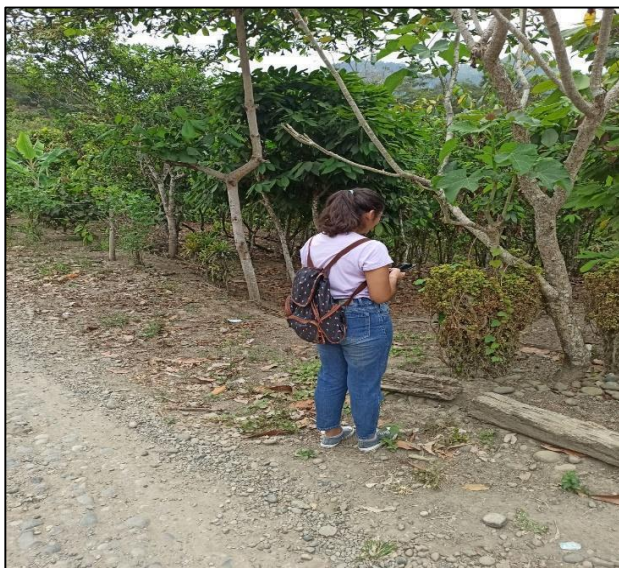
ANEXO 2. MATRIZ GENERACIÓN DE RESIDUOS DE CÁSCARA DE CACAO

MATRIZ GENERACIÓN DE RESIDUOS DE CÁSCARA DE CACAO			
ÁREA: UBICACIÓN: COORDENADAS: ÉPOCA: VARIEDAD: MES: PLANTA N°:			
Variable de Medición	Mes 1	Mes 2	Mes 3
Peso neto de la mazorca			
Peso de cáscara de cacao			
Peso de la almendra de cacao			
Número de mazorcas			

ANEXO 3. REGISTRO FOTOGRÁFICO



Anexo 3.1: Aplicación de encuesta a los habitantes de la comunidad



Anexo 3.2: Georeferenciación de las fincas productoras de cacao la comunidad La Liza



Anexo 3.3: Secado de la cascara de cacao, para posterior molienda



Anexo 3.4: Molienda de la cáscara de cacao



Anexo 3.5: Caracterización de la cáscara de cacao



Anexo 3.6: Recolección y pesado de la mazorca de cacao

ANEXO 4. RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA CÁSCARA DE CACAO



ESPAMMFL
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ




ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ "MANUEL FÉLIX LOPEZ"			
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA AREA AGROINDUSTRIAL			
Estudiantes	Loor Párraga Gema Deyanehira, Macías Bravo Nathaly Yamileth		
Dirección	Calceta, Sitio "El Limón"		
Fecha de Inicio	13 de Enero de 2023		
Fecha de Finalización	24 de Enero 2023		
Muestras tratadas	2		
Tipo de análisis	Caracterización bromatológica de la composición físicoquímica de la cáscara de cacao		
Resultados			
Análisis	Unidad	Cacao Nacional	Cacao CCN51
Ceniza	%	11,37	9,61
Fibra cruda	%	27,48	26,43
Grasa	%	0,48	0,24
Materia seca	%	95,40	95,16
Proteína bruta	%	2,09	0,98

Ing. Jorge Teca Delgado

TÉCNICO DEL LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA



ANEXO 5. RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA FILTRADA Y SIN FILTRAR

RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS			
	Nathaly Macías		
Nombre del Solicitante:	Las muestras se recibió en botellas de plástico de capacidad 200 ml y en cadena de frío.		
Condiciones de muestra:	Se preparó de acuerdo a los protocolos internos del laboratorio de investigación.		
Preparación de muestra:	Sólidos Totales: Gravimetría DQO: Reacción oxidativa pH: Medida potenciométrica Turbidez: Medida en turbidímetro Aceites y Grasas: Gravimetría		
Técnica utilizada:	Genoveva Granda		
Responsable del análisis:	Genoveva Granda		
MUESTRA	Sólidos Totales mg/L	DQO mg/L	Aceites y Grasas mg/L
Muestra Entrada	2.05	2,031.0	0.302
Tratamiento 50%	1.75	860.5	0.047
Tratamiento 30%	1.64	855.5	0.056
Tratamiento 20%	1.27	830.5	0.044
MUESTRA	pH	Turbidez FAU	
Muestra Entrada	5.90	>100	
Tratamiento 50%	8.20	72.0	
Tratamiento 30%	8.08	71.0	
Tratamiento 20%	8.06	80.0	