



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE ORELLANA
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

GESTIÓN DE RESIDUOS PARA LA ESPECIE THEOBROMA
CACAO spp., INCORPORANDO INDICADORES DE ECONOMÍA
CIRCULAR EN LA FINCA REAL DEL CANTÓN LORETO
PROVINCIA DE ORELLANA

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO/A AMBIENTAL

AUTORES: JERYCK KLEYNNER OCHOA CORDERO

CRISTINA YAJAIRA ZURITA QUISHPE

DIRECTORA: ING. GREYS CAROLINA HERRERA MORALES, MSC.

El Coca – Ecuador

2023

©2023, Cristina Yajaira Zurita Quishpe & Jeryck Kleynner Ochoa Cordero

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Nosotros, Jeryck Kleynner Ochoa Cordero y Cristina Yajaira Zurita Quishpe, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

El Coca, 19 de diciembre de 2023.



Cristina Yajaira Zurita Quishpe

2100956677



Jeryck Kleynner Ochoa Cordero

0931994164

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto Técnico, **GESTIÓN DE RESIDUOS PARA LA ESPECIE THEOBROMA CACAO spp., INCORPORANDO INDICADORES DE ECONOMÍA CIRCULAR EN LA FINCA REAL DEL CANTÓN LORETO PROVINCIA DE ORELLANA**, realizado por los señores: **CRISTINA YAJAIRA ZURITA QUISHPE** y **JERYCK KLEYNNER OCHOA CORDERO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Carlos Mestanza Ramón, PhD. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-12-19
Ing. Greys Carolina Herrera Morales, MSc. DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-12-19
Ing. Leonardo Daniel Cabezas Andrade, MSc. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-12-19

DEDICATORIA

A la memoria de mi amado padre, Cristóbal Lalito Zurita Villafuerte. Hoy culmino un capítulo significativo de mi vida académica, pero no puedo dejar de recordar y honrar a quien siempre fue mi fuente de inspiración. Papá, tu ausencia física se siente profundamente, pero tu legado de sabiduría, amor y perseverancia sigue guiándome en cada paso que doy. Cada página de esta tesis lleva consigo el eco de tus consejos, la fuerza de tus valores y la chispa de tu espíritu inquebrantable. Aunque ya no estés presente para presenciar este logro, sé que estarías orgulloso, como siempre lo estuviste de cada uno de mis esfuerzos. Agradezco tu guía silenciosa y tu amor eterno, que han sido faros luminosos en mi travesía académica. Esta tesis es más que un documento; es un tributo a tu memoria, un reconocimiento de tu impacto duradero en mi vida. A mi familia, seres queridos, especialmente a mi mamá, padrinos y mi esposo, gracias por ser el sostén en este camino, especialmente en los momentos en que la ausencia de papá se hizo más profunda. Su apoyo ha sido invaluable y esta tesis no solo es un reflejo de mi esfuerzo, sino también de la unidad y fortaleza que compartimos como familia. Que este trabajo sea un modesto homenaje a la persona excepcional que fue mi padre y un recordatorio de que su legado perdura en cada logro que alcanzo. Con amor eterno,

Cristina

Dedico este trabajo a mi hijo, la luz de mi vida, cuya inocencia y alegría han sido mi mayor inspiración. Este logro es para ti, para que crezcas en un mundo donde la responsabilidad ambiental y la economía circular sean prioridades. Asimismo, quiero dedicar este trabajo a mis padres, mi esposa y mis suegros, cuyo amor y apoyo constante han sido el motor detrás de cada logro alcanzado. La influencia positiva de ustedes ha dejado una marca imborrable en este viaje académico.

Jeryck

AGRADECIMIENTO

Quisiera expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de esta investigación. Este proyecto no habría sido posible sin el apoyo incondicional y la colaboración de muchos individuos. En primer lugar, quiero agradecer a mi directora, Ing. Greys Herrera, por su experta orientación, paciencia, dedicación, consejos y comentarios constructivos fueron fundamentales en cada etapa de este proceso de investigación. Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por proporcionar los recursos necesarios para llevar a cabo este estudio. La infraestructura y el ambiente académico han sido esenciales para el desarrollo de mi investigación. Mi gratitud se extiende a mis profesores y mentores, quienes compartieron su conocimiento y brindaron valiosas perspectivas que enriquecieron mi trabajo. A mi familia, a quienes les debo mi más profundo agradecimiento, su amor, comprensión y aliento constante han sido mi mayor motivación, a pesar de los desafíos, siempre estuvieron a mi lado, brindándome la fuerza necesaria para seguir adelante. A mis amigos, por su amistad y momentos de distracción que equilibraron las tensiones de la investigación. A todos ustedes, gracias por formar parte de este viaje académico. Su apoyo ha sido invaluable y ha dejado una huella imborrable en mi vida. Con gratitud sincera,

Cristina

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis padres, quienes siempre han sido mi fuente de inspiración y apoyo incondicional, su amor y aliento han sido fundamentales en cada paso de este camino académico. A mi querida esposa, por su paciencia, comprensión y constante motivación, tu apoyo ha sido la fuerza impulsora que me ha permitido enfrentar los desafíos de este proyecto con determinación. A mis suegros, agradezco su respaldo y confianza en mí. Su apoyo ha sido invaluable y ha contribuido significativamente al éxito de esta investigación. Un agradecimiento especial a mis respetados tutores, cuya orientación y conocimientos expertos han guiado este proyecto hacia la excelencia, su dedicación y apoyo académico han sido fundamentales para mi crecimiento profesional.

Jeryck

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1.	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	3
1.1.	Planteamiento del problema.....	3
1.2.	Objetivos.....	4
1.2.1.	<i>Objetivo General</i>	4
1.2.2.	<i>Objetivos Específicos</i>	4
1.3.	Justificación.....	4

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO.....	6
2.1.	Desarrollo sostenible.....	6
2.2.	Cambio climático.....	6
2.3.	Políticas públicas.....	6
2.3.1.	<i>Políticas públicas del Ecuador para la gestión de residuos</i>	7
2.4.	Normativas ambientales.....	7
2.4.1.	<i>Normativas ambientales del Ecuador para la gestión de residuos</i>	8
2.5.	Buenas prácticas ambientales.....	8
2.6.	Impacto ambiental.....	9
2.7.	Economía verde.....	9
2.8.	Economía circular.....	10
2.8.1.	<i>Indicadores de economía circular</i>	10
2.9.	<i>Theobroma cacao spp.</i>	11
2.9.1.	<i>Clasificación taxonómica</i>	11
2.9.2.	<i>Variedades de cacao en el Ecuador</i>	12

2.10.	Patios productivos cacaoteros	12
2.11.	Ciclo de vida de un producto	12
2.11.1.	<i>Herramientas de la economía circular</i>	13
2.12.	Residuos sólidos	13
2.13.	Gestión de residuos	14
2.13.1.	<i>Planificación de residuos</i>	14
2.13.2.	<i>Plan de Manejo de Residuos</i>	14

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	15
3.1.	Localización del estudio	15
3.2.	Población de estudio y tamaño de la muestra	15
3.3.	Técnicas de recolección de datos	16
3.3.1.	<i>Estructura y función del patio cacaotero</i>	16
3.3.1.1.	<i>Muestreo de suelo</i>	16
3.3.1.2.	<i>Muestreo de agua</i>	17
3.3.1.3.	<i>Análisis de suelo en laboratorio</i>	18
3.3.1.4.	<i>Análisis de agua en laboratorio</i>	20
3.3.1.5.	<i>Inventario botánico</i>	21
3.3.1.6.	<i>Análisis fisicoquímico de cáscara y cascarilla de cacao</i>	21
3.3.2.	<i>Análisis del Ciclo de Vida del cacao</i>	26
3.3.2.1.	<i>Pasos para el Análisis de Ciclo de Vida del cacao</i>	26
3.3.2.2.	<i>Impactos generados por el cultivo de cacao</i>	27
3.3.3.	<i>Plan de Manejo de Residuos Sólidos</i>	27
3.3.3.1.	<i>Indicadores de la economía circular</i>	28
3.4.	Análisis estadístico	29

CAPÍTULO IV

4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	30
4.1.	Caracterización de los patios cacaoteros	30
4.1.1.	<i>Resultados de la encuesta</i>	30
4.1.1.1.	<i>Edad</i>	30
4.1.1.2.	<i>Género</i>	30
4.1.1.3.	<i>Extensión del terreno productivo</i>	31
4.1.1.4.	<i>Tipo de cacao</i>	31

4.1.1.5.	<i>Uso de las plantas de la propiedad</i>	32
4.1.1.6.	<i>Parte de la planta utilizada</i>	32
4.1.1.7.	<i>Producción mensual</i>	33
4.1.1.8.	<i>Tipo de abono</i>	33
4.1.1.9.	<i>Labores culturales</i>	34
4.1.1.10.	<i>Cultivo asociado</i>	34
4.1.1.11.	<i>Gasto mensual en el cultivo de cacao</i>	35
4.1.1.12.	<i>Variedad de cacao más vendido</i>	35
4.1.1.13.	<i>Tiempo a la primera cosecha</i>	36
4.1.1.14.	<i>Veces al mes que se realiza cosecha</i>	36
4.1.1.15.	<i>Adquisición de plantas o semillas</i>	37
4.1.2.	<i>Características de la Finca Real</i>	37
4.1.3.	<i>Resultados de los análisis de suelo</i>	38
4.1.3.1.	<i>Comparación de las características fisicoquímicas del suelo</i>	38
4.1.4.	<i>Resultados de los análisis de agua</i>	40
4.1.4.1.	<i>Comparación de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua</i>	40
4.1.5.	<i>Resultados del inventario botánico</i>	41
4.1.6.	<i>Análisis de la cáscara y cascarilla de cacao</i>	42
4.2.	<i>Ciclo de Vida del cacao</i>	43
4.2.1.	<i>Análisis del Ciclo de Vida del cacao</i>	43
4.2.1.1.	<i>Registro de datos</i>	43
4.2.1.2.	<i>Proceso del Ciclo de Vida del cacao</i>	44
4.2.1.3.	<i>Evaluación del impacto del Ciclo de Vida del cacao</i>	45
4.2.2.	<i>Impactos generados por el cultivo de cacao</i>	51
4.3.	<i>Plan de Manejo de Residuos Sólidos</i>	53
4.3.1.	<i>Matriz general del Plan de Manejo de Residuos Sólidos de Theobroma cacao spp.</i>	53
4.3.2.	<i>Diagnóstico y caracterización</i>	56
4.3.2.1.	<i>Diagnóstico de los patios cacaoteros de Loreto</i>	56
4.3.2.2.	<i>Caracterización de la Finca Real</i>	56
4.3.3.	<i>Cuantificación de los residuos sólidos</i>	56
4.3.4.	<i>Estrategias de Manejo de Residuos</i>	58
4.3.4.1.	<i>Manejo de residuos plásticos</i>	58
4.3.4.2.	<i>Manejo de residuos peligrosos</i>	58
4.3.4.3.	<i>Manejo de residuos orgánicos pequeños</i>	59
4.3.4.4.	<i>Manejo de residuos orgánicos de cáscara de mazorca y cascarilla de cacao</i>	59
4.3.5.	<i>Capacitación</i>	60

4.3.6.	<i>Impacto y beneficios esperados</i>	60
4.3.7.	<i>Indicadores de la economía circular</i>	61

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
5.1.	Conclusiones	64
5.2.	Recomendaciones	65

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Indicadores de la economía circular	11
Tabla 3-1:	Información de las asociaciones cacaoteras de Loreto	16
Tabla 3-2:	Matriz de validación de indicadores	28
Tabla 4-1:	Análisis de suelo de la Finca Real	38
Tabla 4-2:	Comparación del suelo de la Finca Real	38
Tabla 4-3:	Análisis de agua de riego de la Finca Real	40
Tabla 4-4:	Comparación del agua de riego de la Finca Real	40
Tabla 4-5:	Resultados del inventario forestal.....	41
Tabla 4-6:	Análisis físico-químicos de la cáscara de mazorca de cacao.....	42
Tabla 4-7:	Análisis físico-químicos de la cascarilla de cacao.....	42
Tabla 4-8:	Registro de <i>Inputs</i> y <i>Outputs</i> de la Finca Real, Loreto.....	43
Tabla 4-9:	Impactos generados por el cultivo de cacao	52
Tabla 4-10:	Plan de Manejo de Residuos Sólidos de <i>Theobroma cacao</i> spp., de acuerdo al proceso de cultivo.....	53
Tabla 4-11:	Matriz de validación de indicadores	62

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 3-1:	Mapa de ubicación de la Finca Real.....	15
Ilustración 4-1:	Edad.....	30
Ilustración 4-2:	Género	31
Ilustración 4-3:	Extensión del terreno productivo	31
Ilustración 4-4:	Tipo de cacao	32
Ilustración 4-5:	Uso de las plantas de la propiedad	32
Ilustración 4-6:	Uso de las partes de las plantas de la propiedad.....	33
Ilustración 4-7:	Producción mensual de cacao	33
Ilustración 4-8:	Tipo de abono usando en el cacao.....	34
Ilustración 4-9:	Labores culturales usados en el cacao.....	34
Ilustración 4-10:	Cultivos asociados al cacao.....	35
Ilustración 4-11:	Gasto mensual en el cultivo del cacao.....	35
Ilustración 4-12:	Variedad de cacao más vendido	36
Ilustración 4-13:	Tiempo a la primera cosecha desde la siembra	36
Ilustración 4-14:	Veces al mes que se realiza la cosecha.....	37
Ilustración 4-15:	Adquisición de plantas o semillas	37
Ilustración 4-16:	Flujo de procesos del Ciclo de Vida del cacao.....	45
Ilustración 4-17:	Calentamiento global, incluido carbono biogénico.....	46
Ilustración 4-18:	Acidificación	46
Ilustración 4-19:	Eutrofización.....	47
Ilustración 4-20:	Agotamiento del ozono	47
Ilustración 4-21:	Ecotoxicidad.....	48
Ilustración 4-22:	Partículas de aire para la salud humana.....	48
Ilustración 4-23:	Toxicidad humana, cancerígeno.....	49
Ilustración 4-24:	Toxicidad humana, no cancerígeno.....	49
Ilustración 4-25:	Recursos, combustibles fósiles.....	50
Ilustración 4-26:	Smog	50
Ilustración 4-27:	Calentamiento global, excluido carbono biogénico	51

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** FORMATO DE ENCUESTA
- ANEXO B:** CHECKLIST DE LOS IMPACTOS GENERADOS POR EL CULTIVO DE CACAO
- ANEXO C:** RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO
- ANEXO D:** MUESTRAS DE SUELO
- ANEXO E:** SECADO DE MUESTRAS DE SUELO
- ANEXO F:** MATERIALES Y REACTIVOS UTILIZADOS
- ANEXO G:** PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS DE SUELO EN LABORATORIO
- ANEXO H:** MUESTREO DE CACAO

RESUMEN

El cultivo de Cacao (*Theobroma cacao*) tiene un gran impacto en la economía de sus productores y trabajadores de Loreto, provincia de Orellana, pero, al mismo tiempo genera una gran cantidad de residuos que pueden tener un impacto negativo en el medio ambiente debido a la utilización de productos químicos para su mantenimiento; por esta razón, se tuvo como objetivo de elaborar una gestión de residuos de la especie *Theobroma cacao* spp., incorporando indicadores de economía circular en la Finca Real. Se planteó una metodología no experimental de carácter descriptivo, haciendo uso de herramientas como: encuestas a las asociaciones cacaoteras de Loreto, muestreo, análisis fisicoquímicos de suelo, agua, residuos de mazorca y cascarilla de cacao, además de análisis microbiológico de agua. También se utilizó la metodología de Análisis de Ciclo de Vida como indicador de la economía circular para determinar los impactos ambientales del cultivo de cacao a través del software GaBi, con esta información se elaboró la gestión de residuos para la Finca Real. Se encontró que principalmente durante el ciclo de vida del cacao se utiliza 215000 kg de agua, se producen 16 kg de residuos orgánicos, 9 kg de bolsas plásticas, 151 kg de residuos peligrosos, 34200 kg de cáscara y 1350 kg de cascarilla de cacao, se introdujeron indicadores de la economía circular en cuanto a la eficiencia en el uso de recursos, minimización de residuos, reciclaje y reutilización, diversificación de ingresos, certificaciones sostenibles, entre otros. Se concluyó que el principal factor de contaminación en el cultivo de cacao fue la utilización de Diesel como combustible en el transporte de plantas y grano puro de cacao, además, los residuos de cáscara de mazorca y cascarilla de cacao tienen potencial para la elaboración de productos de interés económico permitiendo una reutilización de desechos.

Palabras clave: <ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV)>, <ECONOMÍA CIRCULAR>, <CACAO (*Theobroma cacao*)>, <RESIDUOS DE CACAO>, <GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS>.

Cristian Tenelanda S

Ing. Cristian Sebastian Tenelanda S.
0604686709



0081-DBRA-UPT-2024

ABSTRACT

The cultivation of cocoa (*Theobroma cacao*) has a great impact on the economy of its producers and workers in Loreto, province of Orellana, but at the same time generates a large amount of waste that can have a negative impact on the environment due to the use of chemicals for its maintenance; for this reason, the objective was to develop a waste management of the species *Theobroma cacao* spp. incorporating circular economy indicators in the Finca Real. A descriptive non-experimental methodology was used, making use of tools such as: surveys to cocoa associations in Loreto, sampling, physicochemical analysis of soil, water, cocoa pod, and husk residues, as well as microbiological analysis of water. The Life Cycle Analysis methodology was also used as an indicator of the circular economy to determine the environmental impacts of cocoa cultivation through the GaBi software, with this information the waste management for Finca Real was developed. It was found that mainly during the life cycle of cocoa 215000 kg of water is used, 16 kg of organic waste, 9 kg of plastic bags, 151 kg of hazardous waste, 34200 kg of husk and 1350 kg of cocoa husk are produced, circular economy indicators were introduced in terms of efficiency in the use of resources, waste minimization, recycling and reuse, income diversification, sustainable certifications, among others. It was concluded that the main factor of contamination in cocoa cultivation was the use of diesel as fuel in the transportation of plants and pure cocoa beans; in addition, the residues of cocoa husks and cocoa shells have potential for the production of products of economic interest, allowing the reuse of waste.

KEYWORDS: <LIFE CYCLE ANALYSIS (LCA)>, <CIRCULAR ECONOMICS>, <CACAO (*Theobroma cacao*)>, <CACAO RESIDUES>, <SOLID WASTE MANAGEMENT>.



Erich Gonzalo Guaman Condoy M.Sc.
0704554484

INTRODUCCIÓN

El cacao es uno de los cultivos más importantes en la economía de varios países, incluyendo Ecuador, donde es considerado como un producto emblemático y llegando a ser el mayor productor a finales del siglo XIX, conocido mundialmente por el cacao fino de aroma (Servicio Nacional de Derechos Intelectuales, 2021, párr. 2). La producción de cacao en las provincias de la Amazonía ha ido en aumento en los últimos años, pasando de 8090 ha a 30764 ha desde el año 2001 al 2018, generando empleo y oportunidades económicas para la región (EUREDD, 2021, p. 10).

El buen manejo de residuos sólidos de productos como el cacao es fundamental para prevenir impactos negativos en el medio ambiente y la salud pública, así como para fomentar la sostenibilidad y rentabilidad de la producción de cacao. La producción de este producto genera una gran cantidad de residuos, incluyendo la cascarilla, que puede ser una fuente importante de contaminación ambiental. Esta cascarilla puede causar problemas como la degradación del suelo debido a su descomposición lenta afectando la estructura del suelo, reduciendo su fertilidad y la capacidad de retener agua; adicionalmente, los problemas pueden estar relacionados a la emisión de gases de efecto invernadero en los procesos de descomposición (Canchala, 2014, p. 58).

La gestión inadecuada de residuos puede tener un impacto negativo en la salud pública, especialmente en las comunidades cercanas a las plantaciones de cacao, ocasionando varias enfermedades que con el tiempo pueden ser extremadamente peligrosas para estas localidades. La acumulación de residuos puede ser un foco de proliferación de vectores generadores de enfermedades, como mosquitos y ratas, que pueden transmitir enfermedades como el dengue y la leptospirosis (CEAMSE, 2020, pp. 3-10). Hasta marzo de 2023 se registraron 2958 casos de dengue y 32 de leptospirosis en Ecuador, principalmente en las provincias costeras (Beltrán, 2023, párr. 1-2).

Este subproducto puede ser usado en una variedad de gamas, como lo puede ser la elaboración de té en base a una infusión, esto gracias a su alto contenido en magnesio, ácidos oleicos y linoleico, vitaminas y pectinas para usos medicinales (Teneda et al., 2019, p. 3). Por otra parte, en el área industrial, Molano (2021, pp. 25-79) explica que, la cascarilla, al tener compuestos propios de la madera, puede ser adicionada en la fabricación de pellets y espumas de poliuretano para mejorar sus características, abriendo un campo para la optimización de desechos agropecuarios en el sector industrial.

La provincia de Orellana es una de las grandes zonas productoras de cacao en el oriente de Ecuador, con una extensión de 17807 ha plantadas para el año 2017 y con rendimientos de 0.50 y 0.32 t/ha para el cacao CCN 51 y el cacao Nacional fino de aroma, respectivamente (Guilcapi,

2018, pp. 17-23). El análisis del ciclo de vida de la producción del cacao puede ser una herramienta útil para entender el impacto ambiental de su producción, incluyendo la generación de residuos y su gestión. Asimismo, este análisis puede ayudar a identificar oportunidades para la revalorización de la cascarilla del cacao, convirtiéndola en un recurso valioso en lugar de un residuo (Contreras, 2014, pp. 1-81).

Por lo tanto, es importante establecer un Plan de Manejo de Residuos del cacao buscando incorporarlos en diferentes áreas, esto permitirá promover una gestión adecuada de los residuos y contribuir a la sostenibilidad ambiental y económica de la producción de cacao en el cantón Loreto, provincia de Orellana.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

El cultivo de cacao es una actividad importante en muchas zonas productivas del Ecuador, proporcionando ingresos y empleo a numerosas personas; de acuerdo a la Corporación Financiera Nacional (CFN, 2022, p. 8), para el año 2020, en el país existían 116 empresas que se dedicaban al cultivo de cacao, generando 1109 plazas de empleo. Actualmente, en la provincia de Orellana existen 73 organizaciones sociales (asociaciones) cuyas actividades están relacionadas al cacao (MAG, 2023, p. 1). Sin embargo, la producción de cacao también tiene un impacto negativo en el medio ambiente, especialmente en lo que se refiere al manejo de los residuos generados por esta actividad.

Uno de los principales residuos que se genera durante la producción de cacao es la cáscara de la mazorca de cacao y la cascarilla de la semilla, esta última representa entre el 12 y 20% del peso total de la semilla de cacao. Este residuo es considerado como un subproducto, y a menudo es desechado sin ningún tipo de tratamiento adecuado, lo que puede tener consecuencias negativas para el medio ambiente y para la salud humana (Bernal, 2021, p. 2). Además, la producción de cacao también puede tener un impacto negativo en la biodiversidad local, ya que la expansión de las plantaciones de cacao puede llevar a la degradación de los bosques naturales y a la pérdida de hábitats importantes para la fauna y la flora (Larrea, 2008, p. 9).

Por lo tanto, es necesario realizar un análisis del ciclo de vida de la producción del cacao y establecer un Plan de Manejo de Residuos adecuado para el cantón Loreto, provincia de Orellana, con el fin de identificar los impactos ambientales asociados a esta actividad y establecer políticas de revalorización de los residuos de cacao, como una forma de reducir la cantidad de residuos generados y promover su uso como un recurso valioso para la economía local.

Un análisis de ciclo de vida de un producto permite: evaluar el impacto ambiental del producto, tomar decisiones en base a datos reales, diseñar y mejorar productos, cumplir con normas y requisitos de mercado e identificar oportunidades de mejora (Aristizábal et al., 2020, pp. 9-10); por ende, se convierte en una herramienta muy útil para este tipo de investigaciones.

Este estudio será de gran importancia para la toma de decisiones en el ámbito ambiental, ya que permitirá identificar los impactos ambientales asociados a la producción de cacao en la provincia

de Orellana y desarrollar estrategias para mitigar estos impactos, a la vez que se promueve el desarrollo económico local y la conservación de la biodiversidad.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Elaborar una gestión de residuos de la especie *Theobroma cacao* spp., incorporando indicadores de economía circular en la Finca Real, para el aprovechamiento de los residuos generados durante su ciclo de vida.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar el patio cacaotero de la Finca Real, cantón Loreto.
- Analizar el ciclo de vida de la producción del cacao de la Finca Real mediante el software GaBi.
- Elaborar un Plan de Manejo de Residuos Sólidos de la especie *Theobroma cacao* para la Finca Real.

1.3. Justificación

La valorización de residuos de cacao para la elaboración de productos a base de madera posee un proceso técnico que implica la conversión de dichos residuos en pulpa de celulosa, la cual se emplea en la fabricación de diversos artículos de madera. Investigaciones previas han validado la viabilidad de este procedimiento, respaldando la presencia suficiente de celulosa en la cáscara de mazorca de cacao para su incorporación en la confección de estas maderas procesadas. En efecto, esta estrategia presenta potencial como opción sostenible y eficaz en la gestión de los subproductos derivados de la industria cacaotera (Posada et al., 2017, p. 5).

El enfoque de estudio ostenta una relevancia científica fundamental, ya que su objetivo radica en la comprensión exhaustiva del ciclo vital del cacao, acompañado del diseño de un marco de gestión integral de sus residuos sólidos, inspirado de los principios de la economía circular. Este enfoque busca incentivar una administración más responsable y productiva de los recursos, valiéndose de indicadores que fomenten la circularidad y contribuyan al desenvolvimiento sostenible y eficiente de la actividad. Al incrustar métricas circulares en el planteamiento, se abren ventanas de oportunidad para la rehabilitación de los subproductos, con la consecuente perspectiva de generar un impacto benéfico tanto en la economía como en la sostenibilidad global

del sistema (MITECO, 2021, p. 10).

En la provincia de Orellana, la manufactura de productos a base de madera a partir de residuos de cacao puede acarrear beneficios económicos significativos. Esta modalidad podría representar un flujo adicional de ingresos para los productores cacaoteros y al mismo tiempo propiciar una disminución de los costos relativos a la gestión de residuos. De igual modo, la implementación de indicadores de la economía circular desencadena la posibilidad de esbozar nuevas iniciativas empresariales y modelos de negocio, fomentando así la sostenibilidad y la eficacia en la administración de recursos (Van Hoof et al., 2022, p. 51).

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible es un concepto que se refiere al equilibrio entre las necesidades económicas, sociales y ambientales de la sociedad actual, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Esto implica una gestión racional y sostenible de los recursos naturales y una mejora en la calidad de vida de las personas, sin comprometer la salud del planeta y los ecosistemas que sustentan la vida. El desarrollo sostenible requiere un enfoque integrado que considere los aspectos ambientales, económicos y sociales en la toma de decisiones y en la planificación de políticas y estrategias a largo plazo (Gómez, 2020, pp. 24-26).

2.2. Cambio climático

El cambio climático es un fenómeno global que se refiere a la alteración del clima de la Tierra debido a la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera, principalmente dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, como resultado de actividades humanas como la quema de combustibles fósiles y la deforestación. Este aumento en los gases de efecto invernadero ha llevado a un aumento de la temperatura media del planeta, cambios en los patrones de precipitación, aumento del nivel del mar y otros impactos que afectan a los ecosistemas, la salud humana y la economía mundial. El cambio climático es un problema global que requiere de medidas urgentes y coordinadas a nivel local, nacional e internacional para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y adaptarse a los impactos inevitables del cambio climático (Olcina, 2020, p. 166).

2.3. Políticas públicas

Las políticas públicas son decisiones y acciones llevadas a cabo por los gobiernos para abordar problemas públicos y mejorar el bienestar de la sociedad. Estas políticas pueden incluir leyes, regulaciones, programas, proyectos y actividades que se diseñan para lograr objetivos específicos. Las políticas públicas pueden ser implementadas por distintos niveles de gobierno, desde el local hasta el nacional e internacional, y pueden involucrar a múltiples actores, como empresas, organizaciones de la sociedad civil y ciudadanos. Las políticas públicas pueden ser una herramienta importante para abordar problemas ambientales y sociales, ya que pueden promover

prácticas sostenibles y fomentar la participación ciudadana en la toma de decisiones (Roth, 2020, pp. 13-15).

2.3.1. Políticas públicas del Ecuador para la gestión de residuos

Dentro del país podemos encontrar algunas políticas públicas que están relacionadas a la gestión de residuos del cacao, como lo pueden ser:

- **Ley Orgánica de Prevención, Detección y Erradicación del Delito de Lavado de Activos y del Financiamiento de Delitos:** Esta ley busca prevenir y sancionar el lavado de activos y el financiamiento de delitos, incluyendo actividades ilegales relacionadas con la explotación de recursos naturales como la tala de bosques o la minería ilegal (Asamblea Nacional, 2016, p. 3). La implementación de esta ley podría tener un impacto en la gestión de residuos de la industria del cacao, ya que podría haber requisitos adicionales en la documentación y seguimiento de los ingresos y gastos de la empresa.
- **Plan Nacional para el Buen Vivir:** El Plan Nacional del Buen Vivir es una política de desarrollo integral del Estado ecuatoriano que busca promover el bienestar humano, el desarrollo sostenible y la justicia social. En el marco de esta política, el gobierno ecuatoriano ha implementado diversas iniciativas para fomentar la economía circular, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la gestión sostenible de los recursos naturales (Consejo Nacional de Planificación, 2017, pp. 13-24). La implementación de este plan podría ser una oportunidad para la implementación del Plan de Manejo de Residuos de la especie *Theobroma cacao* spp., alineados con los objetivos del desarrollo sostenible.
- **Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS):** Este programa tiene como objetivo promover la gestión integral de residuos sólidos, fomentar la reducción de la generación de residuos y promover el reciclaje y la reutilización de materiales (Ministerio del Ambiente, 2010, p. 3). La implementación de esta política podría ser una oportunidad para la implementación del Plan de Manejo de Residuos Sólidos de la especie *Theobroma cacao* spp., fomentando la reutilización de los residuos.

2.4. Normativas ambientales

Las normativas ambientales son regulaciones y estándares establecidos por las autoridades gubernamentales y otros organismos para proteger el medio ambiente y la salud pública. Estas normativas abarcan una amplia gama de temas, como la calidad del aire, el agua, los suelos, la gestión de residuos y la protección de la biodiversidad (Gorosito, 2017, pp. 105-106).

Las normativas ambientales pueden incluir leyes, reglamentos, políticas, directrices y estándares técnicos. Estas normativas establecen los límites y requisitos que las empresas y otras organizaciones deben cumplir en cuanto a emisiones, descargas, manejo de residuos y otras actividades que pueden afectar al medio ambiente. Además, las normativas ambientales también establecen las sanciones que se aplican en caso de incumplimiento (Tufiño, 2016, p. 48).

2.4.1. Normativas ambientales del Ecuador para la gestión de residuos

Algunas de las normas ambientales del Ecuador relacionadas a la gestión de residuos del cacao son:

- **Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental:** Esta ley tiene como objetivo establecer las bases para la prevención, control y reducción de la contaminación ambiental en el Ecuador. Establece los principios y criterios para la gestión ambiental, incluyendo la prevención y minimización de residuos y la promoción de prácticas de economía circular (Congreso Nacional, 2004, p. 2).
- **Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales:** Este reglamento establece los requisitos para la gestión ambientalmente adecuada de los residuos peligrosos en el Ecuador. Instauro los procedimientos y estándares para la generación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos (Ministerio del Ambiente, 2014, p. 3).
- **Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes:** Este reglamento establece los requisitos ambientales para el sector industrial manufacturero en el Ecuador. Establece los estándares y procedimientos para la gestión ambientalmente adecuada de los residuos sólidos y líquidos generados por las actividades industriales (Acuerdo Ministerial 97, 2015, p. 1).

2.5. Buenas prácticas ambientales

Las buenas prácticas ambientales se refieren a los procedimientos y acciones que buscan reducir los impactos negativos en el medio ambiente, promover el uso sostenible de los recursos naturales y prevenir la contaminación. Estas prácticas pueden ser implementadas por empresas, organizaciones y comunidades para minimizar su huella ambiental y contribuir a la conservación del medio ambiente (Somoza et al., 2018, p. 400).

Las buenas prácticas ambientales incluyen acciones como la gestión adecuada de residuos, la implementación de tecnologías limpias, la reducción del consumo de energía y agua, la promoción de la movilidad sostenible y el fomento de la educación ambiental. Estas prácticas se basan en el

principio de la prevención, que busca evitar la generación de residuos y la contaminación desde su origen (García y Restrepo, 2015, p. 262).

La implementación de buenas prácticas ambientales no solo beneficia al medio ambiente, sino que también puede mejorar la eficiencia y competitividad de las empresas y organizaciones, reduciendo costos y mejorando su imagen frente a los consumidores y la sociedad en general (Ministerio del Ambiente, 2009, p. 5).

2.6. Impacto ambiental

El impacto ambiental es el efecto que tiene cualquier acción humana sobre el medio ambiente, ya sea positivo o negativo. En el contexto de la ingeniería ambiental, se refiere al conjunto de cambios que ocurren en el entorno natural debido a la implementación de un proyecto o actividad (Puig y Casas, 2017, p. 106).

Este puede ser evaluado en distintos niveles, como, por ejemplo, en el suelo, agua, aire, flora y fauna. Los impactos ambientales negativos pueden resultar en daños a los ecosistemas, la biodiversidad, la calidad del aire y del agua, la salud humana, entre otros. Por otro lado, los impactos positivos pueden incluir mejoras en la calidad del aire y del agua, la conservación de ecosistemas y la biodiversidad, la creación de empleos verdes y la generación de energías renovables (López y Purihuamán, 2018, p. 27).

Es importante tener en cuenta que cualquier actividad humana tiene un impacto ambiental, por lo que es esencial evaluar los impactos potenciales antes de realizar cualquier acción que pueda afectar el medio ambiente. Esto se logra a través de la evaluación de impacto ambiental (EIA), que es un proceso sistemático para identificar, evaluar y predecir los impactos ambientales de una acción propuesta, y proponer medidas de mitigación y control para minimizar los efectos negativos (Antúnez, 2017, p. 163).

2.7. Economía verde

La economía verde es un enfoque económico que busca promover el desarrollo sostenible a través de la utilización eficiente de los recursos naturales y la adopción de prácticas económicas y sociales responsables con el medio ambiente (Vargas et al., 2017, p. 177).

Este enfoque se basa en la idea de que el crecimiento económico y la protección ambiental son complementarios y no excluyentes. La economía verde busca transformar los patrones de

producción y consumo hacia modelos más sostenibles y eficientes, a través de la innovación tecnológica, la implementación de políticas públicas, y la participación activa de empresas, organizaciones y ciudadanos (Vargas et al., 2017, p. 177).

Entre las áreas clave de la economía verde se encuentran la energía renovable, la agricultura sostenible, la gestión eficiente de los recursos naturales, la movilidad sostenible, la gestión de residuos y la economía circular (López, 2017, p. 19).

2.8. Economía circular

La economía circular es un modelo económico que busca reducir al mínimo el desperdicio y maximizar el valor de los recursos naturales a lo largo de todo su ciclo de vida, desde la siembra hasta la disposición final (Cerdá y Khalilova, 2016, p. 15). En este modelo, se promueve el uso eficiente de los recursos naturales a través de la implementación de estrategias como el diseño de productos más duraderos, la reutilización de materiales y la revalorización de residuos. En lugar de seguir un modelo lineal de “producir-usar-desechar”, la economía circular propone un enfoque más circular, en el que los materiales y productos son utilizados una y otra vez, en un proceso continuo de reutilización y reciclaje (Prieto et al., 2017, p. 90).

Este modelo económico busca transformar la forma en que se producen y consumen los bienes y servicios, fomentando la innovación y la colaboración entre empresas, gobiernos, organizaciones y ciudadanos para lograr un uso más eficiente y sostenible de los recursos naturales (Cerdá y Khalilova, 2016, p. 18).

2.8.1. Indicadores de economía circular

Los indicadores de economía circular son herramientas que permiten medir y evaluar el rendimiento de un sistema económico en términos de su capacidad para preservar y regenerar los recursos naturales y sociales. Estos indicadores miden la eficiencia en el uso de los recursos, la minimización de residuos y emisiones, la maximización del reciclaje y la reutilización, la reducción del uso de energía y la promoción de la equidad y la inclusión social (Ambienta, 2016, p. 5).

Tabla 2-1: Indicadores de la economía circular

Indicador de economía circular	Definición	Ejemplo
Eficiencia de recursos	Mide la cantidad de recursos utilizados en relación con la producción de bienes y servicios.	Reducción del consumo de energía en la producción mediante el uso de tecnologías más eficientes.
Minimización de residuos	Mide la cantidad de residuos generados en relación con la producción de bienes y servicios.	Reutilización de residuos como abono orgánico.
Maximización de reciclaje y reutilización	Mide la cantidad de materiales reciclados y reutilizados en relación con la producción de bienes y servicios.	Reciclaje de papel usado para la producción.
Reducción del uso de energía	Mide la cantidad de energía utilizada en relación con la producción de bienes y servicios.	Uso de energías renovables como la energía solar para la producción.
Equidad e inclusión social	Mide el impacto de las actividades económicas en la justicia social y la inclusión de todas las personas en la economía.	Creación de empleos locales y justos en la producción.

Fuente: Ambianta, 2016, pp. 5-27.

2.9. *Theobroma cacao* spp.

Theobroma cacao spp. es una especie de árbol originario de América del Sur que se cultiva principalmente por sus semillas, las cuales se utilizan para producir cacao y derivados como chocolate y manteca de cacao. Es un árbol perenne que crece en climas tropicales y subtropicales, y puede alcanzar alturas de hasta 12 metros. Sus hojas son grandes y coriáceas, con forma ovalada y un color verde oscuro brillante. Las flores del cacao son pequeñas y de color blanco o amarillento, y se desarrollan directamente en el tronco o ramas principales del árbol. El fruto del cacao es una baya grande de forma ovalada que puede medir hasta 30 cm de longitud y contener de 20 a 50 semillas. Estas semillas son altamente valoradas en todo el mundo por su sabor y aroma distintivos, y son utilizadas en la producción de chocolate y otros productos alimenticios (Pahlevi et al., 2018, p. 69).

2.9.1. Clasificación taxonómica

De acuerdo con el Jardín Botánico de Missouri (Tropicos, 2023, párr. 4), el cacao tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Clase: Equisetopsida C. Agardh
Subclase: Magnoliidae Novák ex Takht.
Superorden: Rosanae Takht.

Orden: Malvales Juss.
Familia: Malvaceae Juss.
Género: *Teobroma* L.

2.9.2. Variedades de cacao en el Ecuador

Entre las variedades de cacao que destacan en el país se encuentran: el Nacional, distinguido por su aroma y sabor floral fuerte, con alta astringencia, sabor a leguminosas verdes y flores de cítricos de gran frescura al paladar, muy reconocido a nivel internacional (Jiménez et al., 2014, p. 9), el CCN 51 (Colección Castro Naranjal), el cual es una variedad clonal desarrollado para resistir enfermedades como la monilla y la escoba de bruja, pero que mantiene una productividad alta con mazorcas grandes y que tiene buenas características de aroma y sabor cercanos a la variedad Nacional (GrandSur, 2021, párr. 2-3), y la variedad Súper Árbol, la cual es originaria de La Joya de los Sachas y presenta buenas características en cuanto a su resistencia a enfermedades, productividad y calidad, especialmente en cuanto al sabor predominantemente frutal y ligeramente dulce (Calva y Ramírez, 2016, p. 16).

2.10. Patios productivos cacaoteros

Los patios productivos cacaoteros son espacios destinados a la producción de cacao, que están compuestos por áreas específicas dedicadas a la siembra, cuidado, cosecha y procesamiento del cacao. Estos patios suelen estar ubicados en zonas rurales o semi-rurales, y están diseñados para aprovechar al máximo las condiciones climáticas y de suelo favorables para la producción de cacao. En un patio productivo cacaotero se pueden encontrar una variedad de elementos, como árboles de cacao, plantas de sombra, herramientas de cosecha, sistemas de riego y secado, entre otros. El manejo adecuado de estos patios productivos es esencial para lograr una producción sostenible y rentable de cacao (Asencio y Vélez, 2015, p. 26-29).

Los patios productivos cacaoteros son importantes no solo por su contribución a la economía local y regional, sino también por su papel en la conservación de los ecosistemas naturales y la biodiversidad. Un manejo adecuado de los patios productivos cacaoteros puede ayudar a prevenir la deforestación, promover la conservación de la flora y fauna nativa, y mejorar la calidad del agua y del aire (Asencio y Vélez, 2015, p. 26-29).

2.11. Ciclo de vida de un producto

El ciclo de vida de un producto se refiere al conjunto de etapas que atraviesa un producto desde

su creación, o siembra en caso de productos derivados de plantas, hasta su disposición final. Estas etapas incluyen la extracción y procesamiento de materias primas, la fabricación, el transporte, el uso y mantenimiento del producto, y su eventual disposición final, ya sea mediante la reutilización, reciclaje, compostaje, incineración u otra forma de eliminación. El análisis del ciclo de vida de un producto permite evaluar su impacto ambiental e identificar oportunidades para reducir el consumo de recursos naturales y minimizar los residuos y las emisiones asociadas con su producción y uso (Sánchez, 2015a, p. 207).

2.11.1. Herramientas de la economía circular

Existen varias herramientas que participan en la economía circular de un producto que se pueden utilizar para analizar y evaluar su impacto ambiental, algunas de las más comunes son:

- **Análisis de ciclo de vida (ACV):** Es una herramienta estándar que permite evaluar el impacto ambiental de un producto durante todas las etapas de su ciclo de vida, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final. El ACV se divide en cuatro etapas: definición del objetivo y alcance, inventario de datos, evaluación de impacto y análisis de interpretación (Aristizábal et al., 2020, pp. 9-10).
- **Huella de carbono:** Es una herramienta que mide las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas con la producción y uso de un producto. La huella de carbono se mide en toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e) (Aristizábal et al., 2020, pp. 11-12).
- **Huella hídrica:** Es una herramienta que mide la cantidad de agua utilizada durante todas las etapas del ciclo de vida de un producto, incluyendo la extracción de materias primas, la fabricación, el transporte y el uso (Rendón, 2015, pp. 37-38).
- **Análisis de costos del ciclo de vida (ACCV):** Es una herramienta que evalúa los costos totales asociados con la producción y uso de un producto, incluyendo los costos directos e indirectos, así como los costos ambientales y sociales (Martínez y Olaya, 2019, p. 248).
- **Análisis del ciclo de vida social (ACVS):** Es una herramienta que evalúa el impacto social de un producto durante todas las etapas de su ciclo de vida, incluyendo los impactos en la salud, la seguridad y el bienestar de los trabajadores y las comunidades locales (Sánchez, 2015b, p. 9).

2.12. Residuos sólidos

Los residuos sólidos son cualquier material, sustancia, objeto o elemento que se descarta después de haber cumplido su función original y que no se considera útil para el propietario actual. Estos

residuos pueden ser generados por actividades domésticas, comerciales, industriales, de construcción, entre otras. La gestión adecuada de los residuos sólidos es fundamental para prevenir impactos negativos en el medio ambiente y en la salud pública, mediante la reducción, reutilización, reciclaje y disposición final adecuada de los mismos (Martínez, 2018, p. 19).

2.13. Gestión de residuos

La gestión de residuos se refiere al conjunto de acciones y procesos que tienen como objetivo controlar y reducir los residuos generados en una determinada actividad o proceso productivo, con el fin de minimizar su impacto ambiental y sanitario. Esta gestión incluye la recopilación, transporte, tratamiento y eliminación de los residuos, así como su reciclaje y reutilización en la medida de lo posible. La gestión adecuada de residuos es esencial para preservar el medio ambiente y la salud pública, y contribuye a la promoción de prácticas sostenibles en las actividades humanas (Seguí et al., 2018, pp. 6-7).

2.13.1. Planificación de residuos

La planificación de residuos se refiere al proceso de desarrollar estrategias y planes para la gestión de los residuos generados por una comunidad, empresa u organización. Este proceso implica la identificación de los tipos y cantidades de residuos producidos, la evaluación de los métodos existentes de gestión de residuos y la selección de las opciones más adecuadas y sostenibles para su tratamiento y eliminación. La planificación de residuos también puede incluir objetivos y medidas para reducir la cantidad de residuos producidos en primer lugar, así como estrategias para fomentar la reutilización, el reciclaje y la recuperación de materiales valiosos a partir de los residuos (Maciel et al., 2016, p. 110).

2.13.2. Plan de Manejo de Residuos

Un Plan de Manejo de Residuos es un conjunto de estrategias y acciones diseñadas para gestionar los residuos generados por una actividad específica de manera eficiente y sostenible. Este plan incluye la identificación de los tipos de residuos, su cantidad y características, así como la definición de los procedimientos para su recolección, transporte, tratamiento y disposición final. El objetivo es minimizar el impacto ambiental y promover la reducción, reutilización y reciclaje de los residuos. El Plan de Manejo de Residuos debe cumplir con las normativas ambientales y contemplar la participación de todos los actores involucrados en la gestión de residuos (Maciel et al., 2016, p. 110).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización del estudio

El estudio se llevó a cabo en la provincia de Orellana, la cual está situada en el nororiente de Ecuador, limita al norte con Sucumbíos, al este con Perú, al sur con la Provincia de Pastaza y al oeste con Napo. Orellana tiene una superficie de 21599.11 km² (GADPO, 2020, p. 22). Dentro de esta provincia se encuentran el cantón Loreto, donde se encuentra la Finca Real en la que se llevó a cabo la recopilación de datos (Ilustración 3-1).



Ilustración 3-1: Mapa de ubicación de la Finca Real

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

3.2. Población de estudio y tamaño de la muestra

La población en estudio estuvo compuesta por el total de personas que pertenecen a las asociaciones cacaoteras de Loreto, siendo este valor de 42 personas para la población, como se puede observar en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1: Información de las asociaciones cacaoteras de Loreto

Nombre de la asociación	Lugar	Número de socios
Asociación de Productores Agropecuarios del Alto Huino	Loreto	29
Asociación de Productores “La Paz”	Loreto	13
Total de personas (población)		42

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

Al ser una población pequeña, limitada y específica se determinó usar la totalidad de la población como valor muestral, basados en la técnica de muestreo no probabilístico intencional, debido a que se tiene la intención de conseguir la mayor uniformidad de datos y gracias a la accesibilidad a la población de estudio oportuna (Otzen y Manterola, 2017, p. 230).

3.3. Técnicas de recolección de datos

3.3.1. Estructura y función del patio cacaotero

Para la recolección de datos se usaron varios métodos, el primero fue la encuesta especificada en el ANEXO A, que permitió obtener y elaborar datos relevantes al tema de estudio de modo rápido y eficaz (Casas et al., 2003, pp. 527-529). Esta encuesta estuvo enfocada al conocimiento de las extensiones de los patios, el tipo de cacao, su distribución y producción, otras plantas dentro del terreno, etc.; además de a la Finca Real, se aplicó la encuesta a su zona de influencia, que fueron los socios de las asociaciones cacaoteras de Loreto descritas en el punto 3.2.

Para el muestreo del suelo y agua se utilizaron técnicas de muestreo según las guías del INIAP (INIAP, 2006a, pp. 1-2; INIAP, 2006b, pp. 1-2):

3.3.1.1. Muestreo de suelo

Para la recolección de muestras de suelo se utilizó la técnica de muestreo del INIAP (2006a, pp. 1-2):

Se llevó a cabo un proceso sistemático para la evaluación del terreno, iniciando con la elaboración de un detallado plano del área en cuestión; posteriormente, se procedió a identificar lotes con condiciones similares, marcándolos para una posterior evaluación. Con el fin de garantizar la integridad de las muestras, se seleccionaron entre 15 a 20 puntos de muestreo estratégicos. Previamente a la obtención de las submuestras, se implementó un protocolo de desinfección para

las herramientas empleadas, como la pala, machete y balde, mediante el uso de una solución de cloro disuelto en agua en una proporción específica de 50 ml por cada litro, seguido de un secado al aire libre.

En cada punto de muestreo, se procedió a realizar un hoyo en forma de "V" con una profundidad de 30 cm utilizando una pala, una porción de suelo con un espesor de 2 a 3 cm fue extraída de uno de los lados del hoyo, la cual fue posteriormente refinada eliminando los bordes con un machete, resultando en una submuestra de 5 cm de ancho. Estas submuestras fueron cuidadosamente depositadas en un balde.

Una vez se obtuvo la cantidad adecuada de submuestras, se llevó a cabo la mezcla manual de estas para homogeneizar la muestra total, se seleccionó 1 kg de suelo como muestra representativa, la cual fue debidamente identificada y colocada en bolsas plásticas, acompañada de una tarjeta de identificación para su correcta clasificación y análisis subsiguiente. Este meticuloso proceso garantiza la fiabilidad de los resultados obtenidos durante la evaluación del terreno.

3.3.1.2. Muestreo de agua

Para la recolección de muestras de agua se utilizó la técnica de muestreo del INIAP (2006b, pp. 1-2):

En primer lugar, se seleccionó cuidadosamente el sitio de muestreo, considerando factores relevantes para la calidad del agua; posteriormente, se procedió a preparar el recipiente de recolección, el cual fue minuciosamente lavado junto con su tapa utilizando agua del propio sitio de muestreo. Se optó por un recipiente plástico que previamente no había sido empleado para almacenar productos químicos, asegurando así la ausencia de contaminantes externos.

Una vez preparado el recipiente, se procedió a la toma de muestra, extrayendo al menos un litro de agua con el objetivo de obtener una muestra representativa, este volumen se consideró suficiente para realizar un análisis preciso de las características del agua en cuestión. Finalmente, para garantizar la trazabilidad y correcta identificación de la muestra, se colocó una etiqueta o identificación en el recipiente, este paso resulta esencial para asociar la muestra con su ubicación y otros datos relevantes, facilitando la interpretación y el análisis posterior de los resultados obtenidos.

3.3.1.3. *Análisis de suelo en laboratorio*

Para los análisis de pH, conductividad eléctrica y temperatura del suelo se usó la siguiente metodología según la guía del personal del laboratorio del INIAP:

- **Determinación del pH del suelo**

En primer lugar, los suelos fueron sometidos a un proceso de secado que abarcó un periodo de 24 horas; posteriormente, se procedió a la trituration del suelo utilizando un mortero, seguido por un tamizado con un diámetro de malla de 0.2 mm. A continuación, se llevó a cabo la preparación de las muestras, pesando con precisión 10 mg de muestra y disolviéndolas en 50 ml de agua destilada.

En el paso siguiente, se encendió el pH-metro, un instrumento fundamental para las mediciones de pH, para garantizar la exactitud de las mediciones, el pH-metro fue debidamente calibrado utilizando buffers de pH 7 y 4. Una vez completada la calibración, las muestras fueron dispuestas en vasos de precipitación para facilitar la medición del pH.

Para asegurar la integridad del equipo, se procedió al lavado del electrodo; finalmente, se llevó a cabo la medición del pH de las diversas muestras, registrando los valores correspondientes para obtener información precisa sobre las características ácidas o alcalinas de cada muestra de suelo.

- **Determinación de la conductividad eléctrica y temperatura del suelo**

En primer lugar, se procedió a secar los suelos durante un período de 24 horas; posteriormente, utilizando un mortero, se trituró minuciosamente el suelo, acto seguido, se llevó a cabo el tamizado del suelo, utilizando un tamiz con un diámetro de 0.2 mm para obtener partículas finamente homogéneas.

A continuación, se realizaron preparativos para la medición, donde se pesaron con precisión 10 mg de muestra, las cuales fueron aforadas en 50 ml de agua destilada, para garantizar la fiabilidad de los resultados, se encendió el conductímetro y se procedió a su calibración mediante el uso de un buffer estándar de 1413 uS/cm³.

Una vez completada la calibración, las muestras fueron dispuestas en vasos de precipitación para su posterior análisis, para asegurar la exactitud de las mediciones, se llevó a cabo el lavado meticuloso del electrodo del equipo. Finalmente, se procedió a medir la conductividad y la temperatura de cada una de las muestras, utilizando el conductímetro previamente calibrado, con

el objetivo de obtener datos precisos y confiables en el análisis de los suelos.

Para el análisis de materia orgánica del suelo se usó la siguiente metodología de acuerdo a la información proporcionada por personal del laboratorio de suelos LABSU:

- **Determinación de la materia orgánica del suelo**

En primer lugar, se procedió a obtener una muestra de suelo, la cual constaba de aproximadamente 10 g, y se sometió a un proceso de secado al aire; posteriormente, con el objetivo de eliminar cualquier residuo no deseado, la muestra fue sometida a un tamizado utilizando un tamiz de 2 mm, centrando la atención en la eliminación de materia orgánica y posibles piedras.

Luego, se extrajeron de la muestra inicial 2-3 g, los cuales fueron cuidadosamente pesados y dispuestos en un crisol para llevar a cabo el siguiente paso del procedimiento, esta porción de muestra fue sometida a un proceso de secado en un horno a una temperatura de 105 °C, manteniendo la exposición por un período de 24 horas.

Finalmente, una vez completado el proceso de secado, se procedió a realizar una nueva medición del peso de la muestra. Con esta información, se llevó a cabo el cálculo de la cantidad de materia orgánica presente, empleando la fórmula:

$$\text{Materia orgánica (\%)} = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

Para el análisis de nutrientes del suelo se usó la siguiente metodología de acuerdo a la información proporcionada por personal del laboratorio de suelos AqLab:

- **Determinación de los nutrientes del suelo**

En primer lugar, se procedió a la obtención de una muestra de suelo, la cual pesaba aproximadamente 20 g, y se sometió a un proceso de secado al aire; posteriormente, con el objetivo de eliminar posibles impurezas como materia orgánica o piedras, la muestra fue tamizada utilizando un tamiz de 2 mm.

Una vez preparada la muestra, se midieron exactamente 5 g de suelo, los cuales fueron depositados en un matraz Erlenmeyer de 250 ml; acto seguido, se añadieron 50 ml de una solución extractora, como la solución de Bray o la solución de Olsen, y se procedió a agitar el matraz de

manera suave durante un lapso de 5 minutos.

Luego de la agitación, la solución resultante fue filtrada mediante un papel de filtro, recogiendo de esta manera en un vaso de precipitados de 100 ml. Finalmente, se emplearon instrumentos de análisis químico para llevar a cabo la determinación de las concentraciones de cadmio (Cd), sodio (Na), manganeso (Mn) y potasio (K).

3.3.1.4. Análisis de agua en laboratorio

Para los análisis de agua se usó la siguiente metodología según la guía del personal del laboratorio del INIAP:

- **Determinación del pH**

En el proceso de medición del pH, inicialmente, se encendió el pH-metro para preparar el equipo para su uso; a continuación, se llevó a cabo la calibración del pH-metro utilizando soluciones buffers de pH 7 y 4, garantizando así la precisión de las mediciones, posteriormente, las muestras objeto de análisis fueron cuidadosamente colocadas en vasos de precipitación para facilitar su manipulación durante el procedimiento.

En un paso crucial para mantener la exactitud de las mediciones, se procedió a lavar el electrodo del equipo, eliminando cualquier residuo que pudiera afectar la integridad de los resultados; finalmente, se realizó la medición del pH de cada una de las muestras, obteniendo así información detallada sobre la acidez o alcalinidad de las sustancias analizadas.

- **Determinación de la conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos y temperatura**

En el desarrollo del procedimiento, inicialmente, se procedió a encender el conductímetro, preparándolo para las mediciones subsiguientes; a continuación, se llevó a cabo la calibración del dispositivo utilizando un buffer estándar con una conductividad de 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}^3$, garantizando la precisión de las mediciones a realizar. Posteriormente, las muestras objeto de análisis fueron dispuestas en vasos de precipitación, estableciendo así el entorno propicio para la evaluación de su conductividad.

Con el propósito de asegurar la integridad de los resultados, se procedió al lavado meticuloso del electrodo del equipo, eliminando posibles residuos que pudiesen interferir con las mediciones. Acto seguido, se llevó a cabo la medición de la conductividad, la concentración de sólidos totales

disueltos (STD) y la temperatura de cada una de las muestras, completando de esta manera el conjunto de análisis necesario para obtener datos detallados sobre las propiedades físico-químicas de las sustancias bajo estudio.

- **Análisis microbiológicos**

Parte de las muestras se enviaron al laboratorio AqLab para un análisis de coliformes fecales y coliformes totales.

3.3.1.5. Inventario botánico

Se realizó un inventario botánico en la plantación de cacao de la Finca Real, este fue mediante la técnica de parcelas circulares, estableciendo una densidad de muestreo 5 parcelas/ha y conociendo que la extensión de cacao plantado fue de 3 ha se determinó un total de 15 parcelas, cada una con un radio de 18 m, con una superficie total de 1017,87 m² (Martínez, 1971; citado en Celeforestal, 2021, párr. 1). Los datos a ser inventariados fueron la cantidad de ramas por planta, la cantidad de mazorcas de cacao por rama, el peso promedio de las mazorcas de cada rama, el peso promedio de la cáscara de mazorca, el peso promedio de las semillas de cacao y el peso de la cascarilla de cacao.

3.3.1.6. Análisis fisicoquímico de cáscara y cascarilla de cacao

a) Preparación de las muestras

Se emplearon muestras de cáscara de mazorca y cascarilla de cacao de las variedades: CCN-51 y Nacional, provenientes de la Finca Real ubicada en el cantón Loreto. Se tomaron tres muestras de 500 g de cáscara y cascarilla, respectivamente, lo que dio un total de 1500 g de cada residuo. Para la preparación de la muestra se realizó un secado a 65 °C en una estufa de aire forzado durante 24 horas, posteriormente un triturado y molienda a un tamaño de 1 mm, finalmente se almacenaron las muestras en fundas de polipropileno para evitar la exposición a la humedad.

b) Análisis de componentes físicos y químicos

Los análisis fisicoquímicos de humedad y cenizas para la cascarilla se llevaron a cabo en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador (INIAP), ubicado en el kilómetro 3 de la vía San Carlos, cantón Joya de Los Sachas, provincia de Orellana. Para el análisis de la cascarilla se usó la siguiente metodología:

– **Humedad**

Para la determinación de la humedad se colocó la muestra a condiciones térmicas controladas de 65°C durante 24 horas o hasta peso constante. La diferencia entre el peso inicial y el peso final fue la humedad de la muestra de cascarilla.

– **Ceniza**

Previo al análisis de ceniza se lavó el crisol y se colocó en una estufa a 105 °C; posteriormente, se dejó enfriar en un desecador. Se pesó de 1 a 2 g de muestra molida y seca en el crisol y se sometió a incineración en mufla a 500 °C durante 4 horas, así la materia orgánica se oxidó y las cenizas resultantes fueron consideradas la parte mineral de la muestra analizada.

Las pruebas fisicoquímicas de proteínas, grasas, carbohidratos y fibra dietética de la cascarilla se llevaron a cabo en el laboratorio AqLab, mediante la siguiente metodología:

– **Proteína**

Se pesaron con muestras de cascarilla de cacao de aproximadamente 2 g, luego se colocaron las muestras en matraces de digestión y se agregaron 10 ml de solución ácido clorhídrico (HCl) concentrado por cada gramo de muestra. Las muestras se dejaron en reposo durante 24 horas para permitir una digestión completa.

Después de la digestión, se procedió a la neutralización de las muestras. Para ello, se agregó cuidadosamente solución de hidróxido de sodio (NaOH) concentrado hasta que el pH alcanzara un valor cercano a 7. Luego, se añadieron 2-3 gotas de fenolftaleína como indicador y se continuó añadiendo NaOH hasta que se observó un cambio de color de incoloro a ligero rosa, indicando la neutralización.

Una vez neutralizadas las muestras, se procedió a la titulación. Se preparó una solución de ácido bórico al 1% y se agregó a cada matraz de digestión hasta un volumen total de aproximadamente 100 ml. A continuación, se añadió unas gotas de solución de verde de bromocresol como indicador. Se tituló la solución en cada matraz con una solución estándar de hidróxido de sodio (NaOH) 0.1N hasta que se observó un cambio de color de verde a azul, indicando el punto final de la titulación.

Los volúmenes de NaOH 0.1N utilizados en las titulaciones se registraron y se utilizó un factor

de corrección para calcular el contenido de proteínas en la cascarilla de cacao. El factor de conversión se obtuvo utilizando una muestra de referencia de caseína con contenido de proteínas conocido. Los cálculos se realizaron siguiendo la fórmula estándar para la determinación de proteínas por el método de Kjeldahl:

$$\% \text{ proteína} = \frac{\text{Volumen de NaOH utilizado en la titulación} * \text{Normalidad de NaOH} * \text{Factor de conversión de proteína} * 6.25}{\text{Peso de la muestra en gramos}}$$

Donde:

Volumen de NaOH utilizado en la titulación: es el volumen de la solución de hidróxido de sodio (NaOH) 0.1N utilizado en la titulación de la muestra.

Normalidad de NaOH: es la normalidad de la solución de hidróxido de sodio utilizada.

Factor de conversión de proteína: es un factor que se calcula utilizando una muestra de referencia de proteína con contenido conocido, como la caseína.

6.25: es el factor de conversión utilizado para transformar el contenido de nitrógeno a proteína total. Se asume que las proteínas tienen un contenido de nitrógeno del 16%.

– **Grasa**

Se tomó una cantidad precisa de la muestra triturada, equivalente a 5 g, y se colocó en un matraz de extracción. Se procedió a realizar una extracción Soxhlet utilizando éter de petróleo como solvente extractante. Para esto, se preparó un cartucho Soxhlet con papel de filtro y se cargó con la muestra de cascarilla de cacao. El matraz de extracción se conectó al sistema Soxhlet y se inició el proceso de extracción, que se llevó a cabo durante 6 horas.

Una vez finalizada la extracción, el extracto de éter de petróleo que contenía las grasas se recogió en un matraz adecuado. A continuación, se procedió a evaporar el éter de petróleo utilizando un evaporador rotatorio, dejando únicamente las grasas contenidas en la muestra.

Para asegurar la completa evaporación del éter de petróleo, el matraz se mantuvo en el evaporador rotatorio hasta que no quedara rastro visible de solvente. Una vez evaporado el solvente, se obtuvo un residuo de grasas en el matraz.

El residuo de grasas obtenido se pesó con precisión y se registró la masa. A continuación, se procedió a calcular el contenido de grasas en la cascarilla de cacao utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ grasas} = \frac{\text{Masa de grasas}}{\text{Masa inicial de la muestra}} * 100$$

Donde la masa de grasas es la masa del residuo obtenido y la masa inicial de la muestra es la masa de la cascarilla de cacao utilizada en la extracción.

– **Carbohidratos**

Se seleccionaron muestras que tenían un peso promedio de 10 g. Las muestras de cascarilla de cacao se trituraron y homogeneizaron cuidadosamente para obtener una mezcla uniforme. Luego, se extrajo un alícuota de 2 g de esta mezcla y se colocó en un matraz Erlenmeyer de 250 ml. A continuación, se agregaron 50 ml de una solución ácido-clorhídrico al 1% para romper las estructuras celulares y liberar los carbohidratos presentes.

El matraz Erlenmeyer se calentó suavemente en una placa calefactora durante 30 minutos, manteniendo la temperatura a 80°C. Después de la digestión ácida, la solución resultante se filtró para separar los residuos insolubles de la cascarilla. El residuo se lavó repetidamente con agua destilada para eliminar cualquier residuo ácido.

Posteriormente, el filtrado se recogió en un matraz aforado de 100 ml y se diluyó hasta el volumen deseado con agua destilada. Una alícuota de 25 ml de esta solución diluida se transfirió a un matraz de Kjeldahl, al cual se le agregaron 10 ml de una solución de hidróxido de sodio al 40%. El matraz de Kjeldahl se conectó a un sistema de destilación para liberar los carbohidratos en forma de vapor.

Los vapores liberados se recogieron en una solución de ácido bórico y ácido sulfúrico, que actuaban como absorbentes. La solución absorbente se tituló con una solución estándar de hidróxido de sodio para determinar la cantidad de carbohidratos liberados en la destilación.

Para calibrar el método, se realizaron pruebas con una solución estándar de glucosa y lactosa, lo que permitió calcular el factor de conversión para determinar los equivalentes de carbohidratos. Todos los reactivos utilizados en el procedimiento fueron de grado analítico y se llevaron a cabo tres repeticiones independientes para cada muestra de cascarilla de cacao. Los resultados se expresaron en términos de porcentaje de carbohidratos presentes en la cascarilla de cacao.

– **Fibra dietética**

Se pesaron de 1 a 1.5 g de muestra en crisoles porosos. Los crisoles se introdujeron en el equipo

Dosi-Fiber, y se añadieron 150 ml de ácido sulfúrico al 7 por mil en cada columna, junto con unas gotas de alcohol isoamílico. Se aguardó hasta que llegara al punto de ebullición y se dejó reposar durante 30 minutos para que se completara la digestión. A continuación, se agregó hidróxido de sodio al 1.25% y unas gotas adicionales de alcohol isoamílico, y se digirió durante otros 30 minutos.

Una vez finalizado el proceso de digestión, se retiraron los crisoles del Dosi-Fiber y se colocaron en una estufa a 105°C durante 8 horas. Luego, se trasladaron a un desecador para su enfriamiento y pesado. Posteriormente, las muestras se incineraron en una mufla a 500°C durante 4 horas, y se colocaron nuevamente en un desecador para enfriarse y ser pesadas.

Las pruebas fisicoquímicas de lignina y celulosa de la cáscara se llevaron a cabo en el laboratorio AqLab, mediante la siguiente metodología:

– **Lignina**

Se pesaron 2 g de muestra libre de extractos y se colocaron en un matraz de 500 ml. A continuación, se añadieron 160 ml de agua destilada, 1 g de clorito de sodio y 0,2 ml de ácido acético glacial. El matraz fue sumergido en un baño de agua a una temperatura de entre 70-80°C y se mantuvo durante una hora. Posteriormente, se repitió la adición de 1 g de clorito de sodio y 0,2 ml de ácido acético glacial, manteniendo la temperatura constante. Este proceso se repitió al menos tres veces, durante un mínimo de tres horas, hasta que la muestra adquirió un color blanco.

Después de la última adición, se esperó una hora y se enfrió la muestra en un baño de hielo a una temperatura de 10°C. A continuación, se filtró la muestra utilizando papel filtro número 40 y se realizó un lavado con 500 ml de agua destilada fría. Finalmente, se recogió el residuo en una cápsula de porcelana de peso conocido y se secó en una estufa a una temperatura de 105±3°C durante 4 horas, hasta que alcanzó un peso constante.

– **Celulosa**

Se pesó 1 g de muestra libre de extractos y se colocó en un matraz de 100 ml. Se añadieron 20 ml de etanol y 5 ml de ácido nítrico concentrado. Posteriormente, se hirvió en un baño María a reflujo durante 30 minutos. Se pesó el filtro Gooch #3 y se filtró la solución a través de él.

El residuo sólido obtenido se sometió a una segunda digestión utilizando 20 ml de etanol y 5 ml de ácido nítrico concentrado, a reflujo durante 30 minutos. Luego se decantó la solución y se llevó

a cabo una tercera digestión del residuo sólido con 100 ml de agua destilada, durante 1 hora. Se filtró la solución y se realizó un lavado con agua destilada caliente, seguido de un lavado con 100 ml de solución saturada de acetato de sodio y finalmente con 500 ml más de agua destilada caliente. El residuo se dejó secar en una estufa a una temperatura de $105\pm 3^{\circ}\text{C}$. Después de enfriar en un desecador, se procedió a su pesado.

3.3.2. Análisis del Ciclo de Vida del cacao

Se utilizó la metodología del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para describir los impactos ambientales del cultivo de cacao según las normas NTC-ISO 14040 y NTC-ISO 14044. La norma NTC-ISO 14040 establece los principios y el marco de referencia para la realización de un ACV de productos, procesos y servicios permitiendo a las organizaciones identificar y evaluar los impactos ambientales significativos de sus productos o servicios.

La norma NTC-ISO 14044 complementa la NTC-ISO 14040 y establece los requisitos y directrices para llevar a cabo un ACV y ayuda a las organizaciones a realizar el análisis de manera coherente y estandarizada, lo que facilita la comparabilidad de los resultados y la toma de decisiones informadas para mejorar el desempeño ambiental.

3.3.2.1. Pasos para el Análisis de Ciclo de Vida del cacao

Para llevar a cabo el análisis de ciclo de vida del cultivo de cacao se utilizó el software GaBi, donde se realizaron los siguientes pasos acorde a la guía de la Sociedad Pública de Gestión Ambiental Basque Ecodesign Center (IHOBE, 2017, pp. 31-33):

- 1) Inicio y Configuración:** Para utilizar el software GaBi, primero se necesitó un computador compatible con la aplicación. Se configuró las preferencias del usuario, como el idioma y las unidades de medida, para asegurarse de que los resultados fueran comprensibles y relevantes.
- 2) Creación del Proyecto:** Una vez iniciado el software, se creó un nuevo proyecto de análisis del ciclo de vida. Se ingresaron los detalles del proceso de cultivo de cacao y se definieron los objetivos y el alcance del análisis.
- 3) Selección de Inventarios:** Se accedió a la base de datos de inventario de ciclo de vida de GaBi. En esta etapa, se eligieron los materiales, procesos y actividades relevantes para el análisis. Se buscaron y seleccionaron los datos específicos necesarios para modelar el ciclo de vida del proceso en cuestión.
- 4) Modelado del Ciclo de Vida:** Se procedió a crear un modelo detallado del ciclo de vida utilizando los datos de inventario seleccionados. Esto involucró la construcción de una

representación gráfica y numérica del flujo de materias y energía a lo largo de todas las etapas, desde la extracción de materias primas hasta la disposición final.

- 5) **Asignación de Datos y Parámetros:** Se asignaron los datos de inventario a las etapas correspondientes del modelo. Esto incluyó la entrada de consumos de recursos, emisiones y otros indicadores de impacto ambiental. Además, se ajustaron los parámetros del modelo según fuera necesario para reflejar con precisión la realidad.
- 6) **Análisis de Impacto Ambiental:** Se seleccionaron los métodos de evaluación de impacto ambiental que mejor se adecuaron a los objetivos del estudio. Estos métodos cuantificaron y evaluaron los impactos ambientales y de sostenibilidad a lo largo del ciclo de vida.
- 7) **Resultados y Reportes:** Una vez completado el análisis, se generaron informes y gráficos que resumieron los resultados obtenidos. Estos informes comunicaron los impactos ambientales, el rendimiento de sostenibilidad y otras métricas relevantes de manera clara y comprensible.

3.3.2.2. *Impactos generados por el cultivo de cacao*

Para determinar los impactos generados por el cultivo de cacao, se usó la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental por Indicadores (Perevochtchikova, 2013, pp. 283-312), el cual es un enfoque sistemático que se utiliza para evaluar y cuantificar los efectos potenciales que un proyecto, actividad o política puede tener sobre el medio ambiente. En este caso, se basó en un enfoque cualitativo de los impactos asociados al ciclo de vida del cacao, para ello se elaboró un *checklist* el cual se puede visualizar en el ANEXO B.

3.3.3. *Plan de Manejo de Residuos Sólidos*

Para la elaboración de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos se basó en la “Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios”, elaborado por Rondón et al. (2016, pp. 111-156) y se establecieron los siguientes pasos:

En primer lugar, se llevó a cabo la elaboración de una matriz de gestión de Residuos Sólidos de cacao, la cual se diseñó de acuerdo al proceso del cultivo, esta matriz contempló diversas columnas esenciales, tales como proceso, residuo, manejo de residuos, acciones estratégicas, meta, plazo, responsable, indicador de cumplimiento, medios de verificación y supuestos que podrían obstaculizar el logro de la meta en el tiempo establecido (MAE, 2015, p. 20).

Posteriormente, se procedió a realizar un diagnóstico exhaustivo de los patios cacaoteros de Loreto, con el objetivo de comprender el contexto general de la situación del cultivo de cacao a nivel parroquial; asimismo, se llevó a cabo la caracterización detallada de la Finca Real, con el

propósito de comprender las condiciones particulares del sitio en estudio.

En un tercer paso, se procedió a cuantificar y describir minuciosamente los residuos sólidos, basándose en los outputs establecidos en los procesos del Análisis de Ciclo de Vida del cacao, esta etapa permitió obtener una visión clara y detallada de la generación de residuos a lo largo de dicho ciclo.

Como cuarto punto, se trabajó en el establecimiento de estrategias específicas para el manejo de residuos, adaptadas a cada tipo de residuo generado durante el cultivo de cacao, este enfoque aseguró la implementación de prácticas eficientes y sostenibles en la gestión de los residuos sólidos.

Finalmente, se elaboraron ideas de capacitaciones con el objetivo de fomentar la retroalimentación, sociabilización y sensibilización en torno a la economía circular aplicada al cultivo del cacao. Estas capacitaciones se diseñaron con la intención de involucrar a los actores relevantes y promover prácticas más sostenibles en el manejo de residuos en el contexto cacaotero.

3.3.3.1. Indicadores de la economía circular

Al Plan de Manejo de Residuos Sólidos se agregó una lista de indicadores de la economía circular basada en la información obtenida en los dos objetivos específicos previos, estos indicadores permitirán la validación de la aplicación del plan en temas del cumplimiento de sus actividades y su compromiso con la economía circular; desafortunadamente, al no tratarse de un estudio longitudinal, no se pudieron determinar los resultados de la aplicación del plan, pero se dejó constancia de los indicadores y sus valores previos a la implementación del plan, acorde la siguiente matriz (Ávila y Patiño, 2022, p. 9):

Tabla 3-2: Matriz de validación de indicadores

Indicador	Antes del plan	Después del plan	Media	Diferencia		Validación
				Cantidad	%	
Tipo de indicador						
...						
...						

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

3.4. Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico en base a tablas de frecuencias y análisis descriptivos a los valores de las respuestas de las encuestas para conocer las características de los propietarios y de las plantaciones cacaoteras. Esto se llevó a cabo con el software estadístico IBM SPSS Statistics 25.0.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Caracterización de los patios cacaoteros

4.1.1. Resultados de la encuesta

A continuación se presentan los resultados de la encuesta aplicada a los propietarios de las fincas de Loreto:

4.1.1.1. Edad

Según la Ilustración 4-1, el 67% de los encuestados pertenecen a una edad de 26 a 35 años, el 19% tiene una edad de 35 años en adelante y el 14% tienen una edad entre los 18 y 25 años.

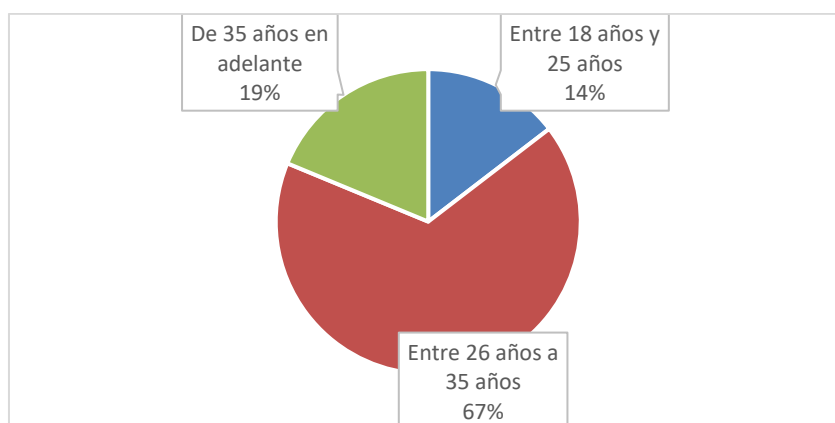


Ilustración 4-1: Edad

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

4.1.1.2. Género

Según la Ilustración 4-2, el 71% de los propietarios fueron del género masculino y el 29% fueron del género femenino.

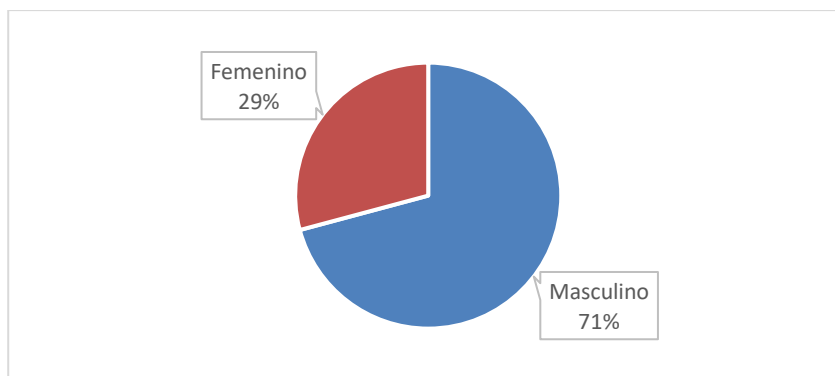


Ilustración 4-2: Género

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

4.1.1.3. Extensión del terreno productivo

Según la Ilustración 4-3, el 50% de los encuestados tenían terrenos de 2 ha, el 31% tienen más de 2 ha, el 17% tiene 1 ha y el 2% tiene menos de 1 ha.

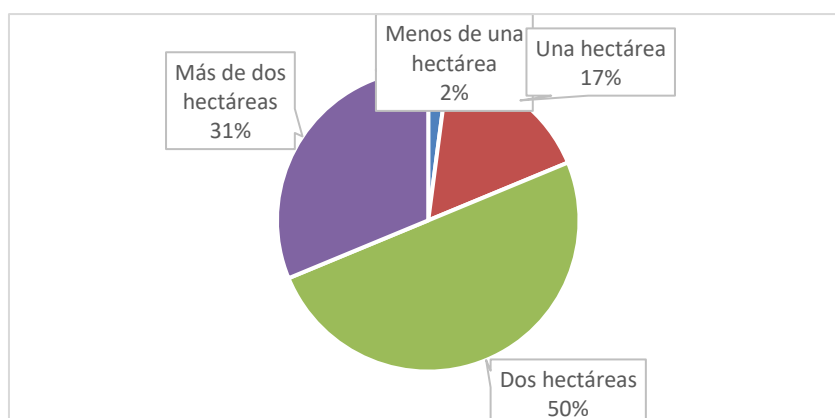


Ilustración 4-3: Extensión del terreno productivo

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

4.1.1.4. Tipo de cacao

Según la Ilustración 4-4, el 37% de las áreas de cultivo tienen cacao tipo Súper árbol, el 32% tiene cacao CCN 51, el 19% tiene cacao Nacional, el 10% tiene cacao Criollo y el 1% tiene cacao Forastero y Trinitario, respectivamente.

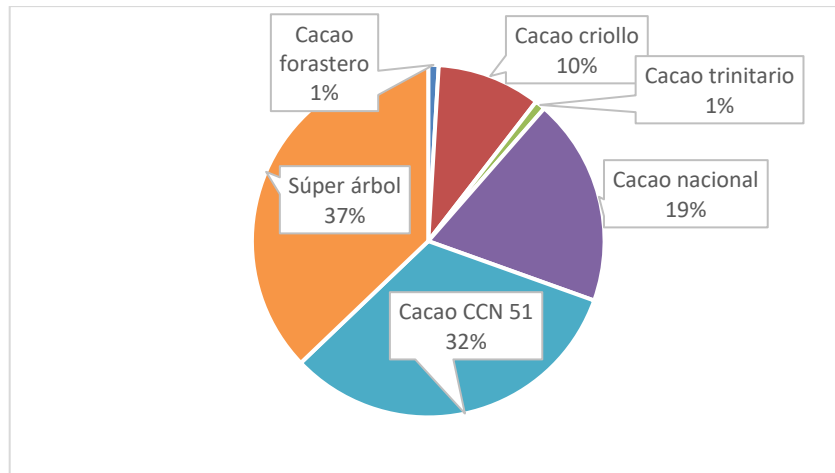


Ilustración 4-4: Tipo de cacao

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

4.1.1.5. *Uso de las plantas de la propiedad*

Según la Ilustración 4-5, el 34% de las plantas de las propiedades son usadas como alimento, el 19% son usadas para bebida, el 11% para sombra, el 9% como ornamental, el 8% para construcción y medicina, respectivamente, y el 6% para elaborar cercas.

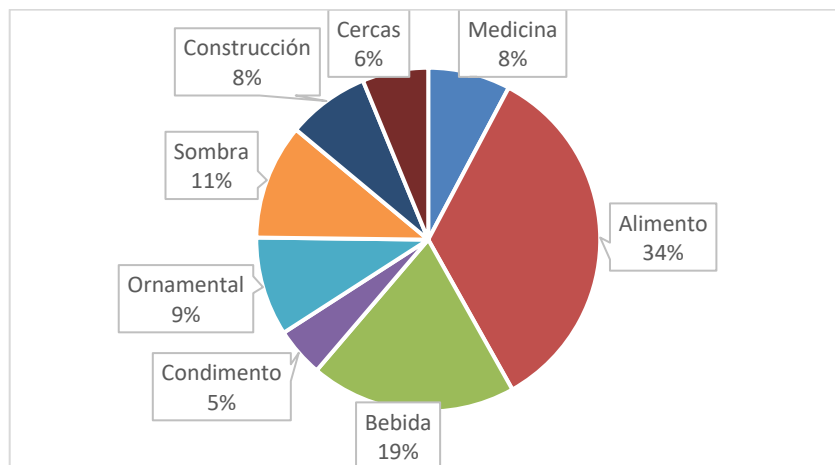


Ilustración 4-5: Uso de las plantas de la propiedad

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

4.1.1.6. *Parte de la planta utilizada*

Según la Ilustración 4-6, el 32% de las partes usadas corresponde a los frutos, el 16% corresponde al tallo, el 14% a la flor, el 13% a la hojas y raíz, respectivamente, el 9% dicen usar toda la planta, el 2% corresponde a las semillas y el 1% a la corteza.

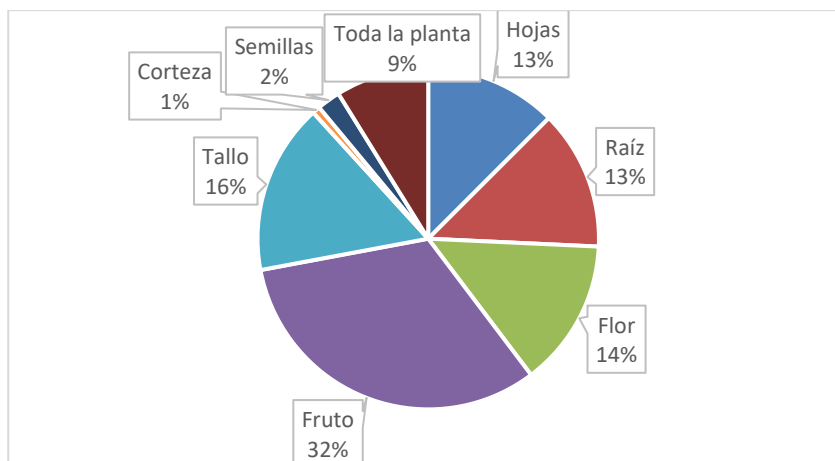


Ilustración 4-6: Uso de las partes de las plantas de la propiedad

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

4.1.1.7. Producción mensual

Según la Ilustración 4-7, el 52% de los encuestados dicen producir 5 quintales (q), el 23% producen más de 5 q, el 13% producen 4 q y el 12% producen 2 q mensualmente.

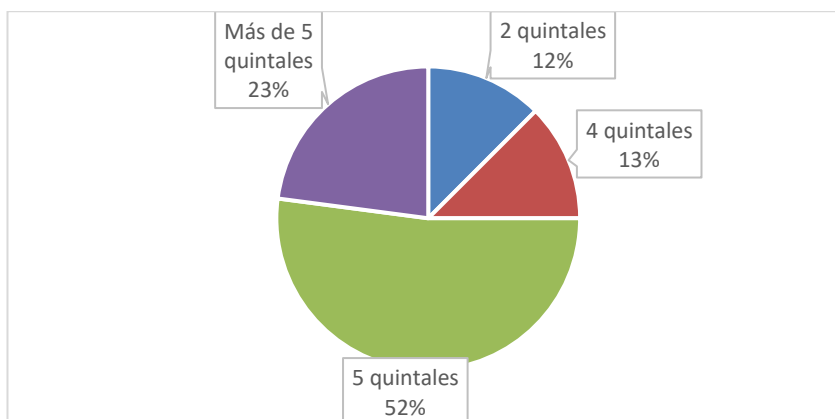


Ilustración 4-7: Producción mensual de cacao

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

4.1.1.8. Tipo de abono

Según la Ilustración 4-8, el 54% de los encuestados dicen colocar abono químico, el 33% colocan abono orgánico y el 13% colocan fertilizante foliar.

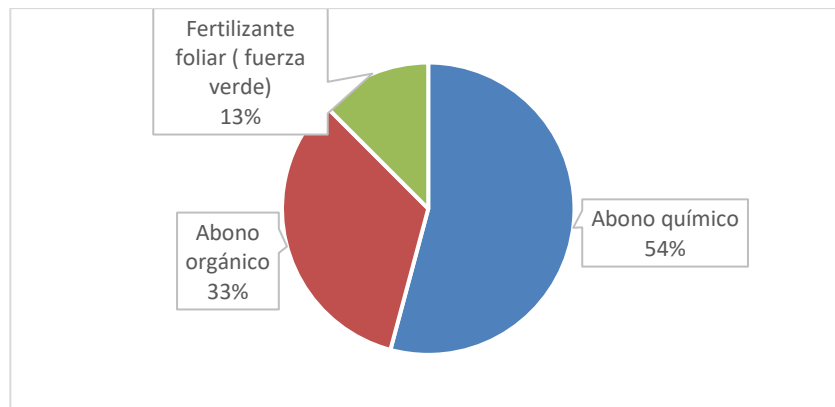


Ilustración 4-8: Tipo de abono usando en el cacao

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

4.1.1.9. Labores culturales

Según la Ilustración 4-9, las labores culturales más usadas fueron: 31% abono, 23% podas, 18% riego, 16% fumigación y 12% deshierbe.

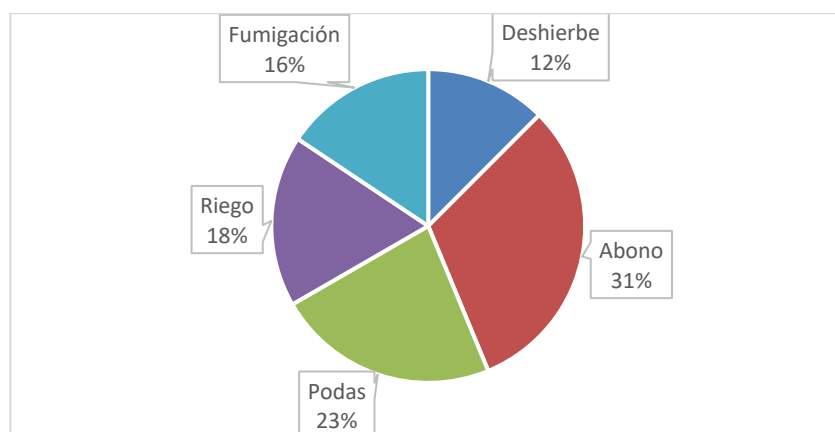


Ilustración 4-9: Labores culturales usados en el cacao

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

4.1.1.10. Cultivo asociado

Según la Ilustración 4-10, el 33% de los cultivos de cacao estuvieron asociados a frutales, el 31% asociados a plátano, el 17% a yuca, el 12% a hortalizas y el 7% no lo asocian a nada.

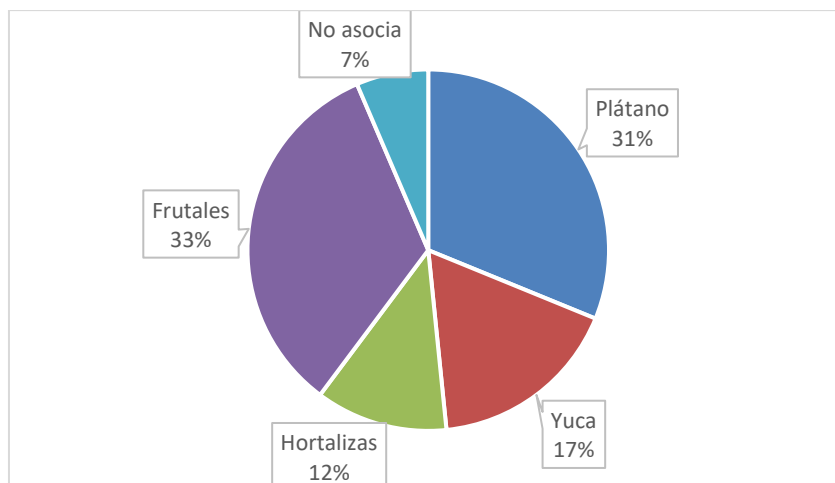


Ilustración 4-10: Cultivos asociados al cacao

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

4.1.1.11. Gasto mensual en el cultivo de cacao

Según la Ilustración 4-11, el 39% de los encuestados dicen gastar \$ 150 al mes en el cultivo de cacao, el 25% gastan más de \$ 200, el 19% gasta \$200 y el 17% gasta \$100.

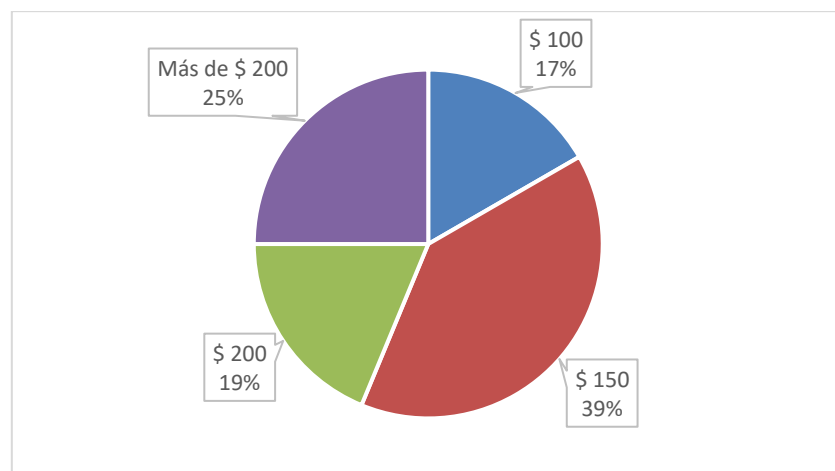


Ilustración 4-11: Gasto mensual en el cultivo del cacao

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

4.1.1.12. Variedad de cacao más vendido

Según la Ilustración 4-12, el 64% de los encuestados dicen que la variedad de cacao más vendido es el Súper árbol, seguido del 31% de la variedad CCN 51, el 3% de la variedad nacional y el 2% de la variedad Nativo.

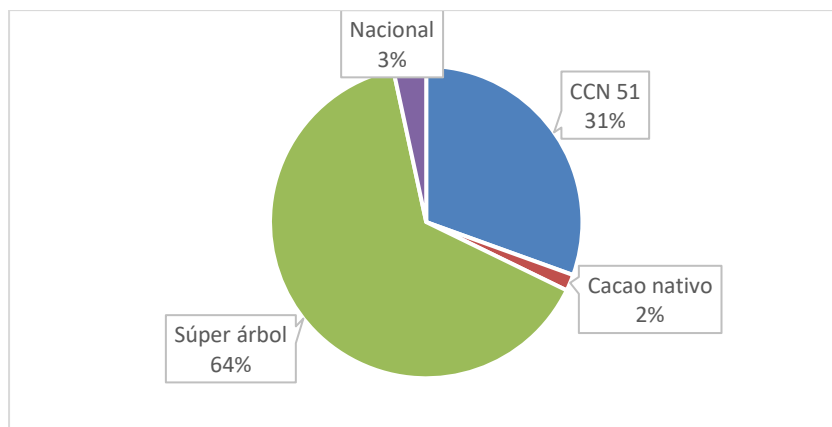


Ilustración 4-12: Variedad de cacao más vendido

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

4.1.1.13. Tiempo a la primera cosecha

Según la Ilustración 4-13, el 35% de los encuestados aseguraron que el tiempo desde la siembra a la primera cosecha fue de 1 año, el 21% dicen que es de 2 años, el 19% dicen que es de 1 año y medio, el 18% dicen que es de 6 meses y el 7% dicen que dura más de 2 años.

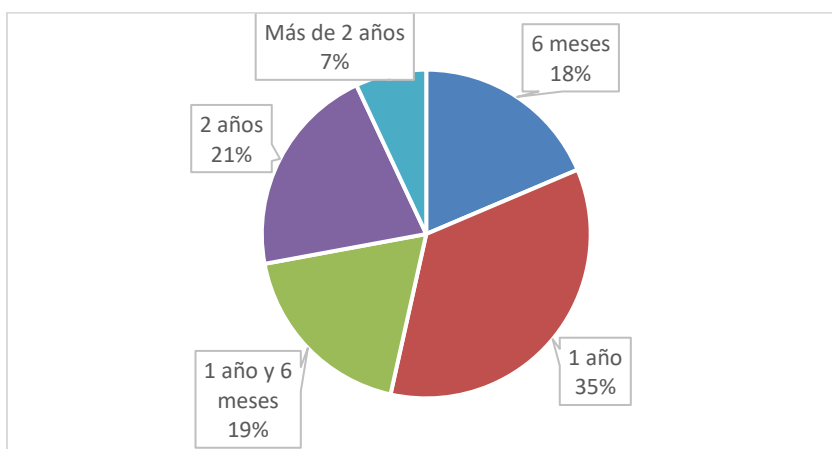


Ilustración 4-13: Tiempo a la primera cosecha desde la siembra

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

4.1.1.14. Veces al mes que se realiza cosecha

Según la Ilustración 4-14, el 56% de frecuencia de cosecha se lo hace 2 veces al mes, el 32% lo hace 1 vez al mes, el 10% lo hace 3 veces al mes y el 2% lo hace más de 3 veces al mes.

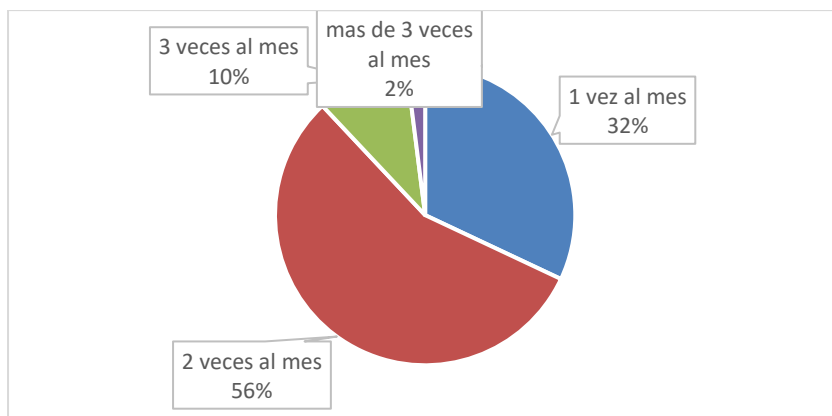


Ilustración 4-14: Veces al mes que se realiza la cosecha

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

4.1.1.15. Adquisición de plantas o semillas

Según la Ilustración 4-15, el 46% de la procedencia de las plantas o semillas de cacao vienen de vendedores externos, el 30% proviene de familiares, el 9% se generan naturalmente, el 7% proviene de vendedores internos, el 5% proviene de amigos y el 3% proviene de vecinos.

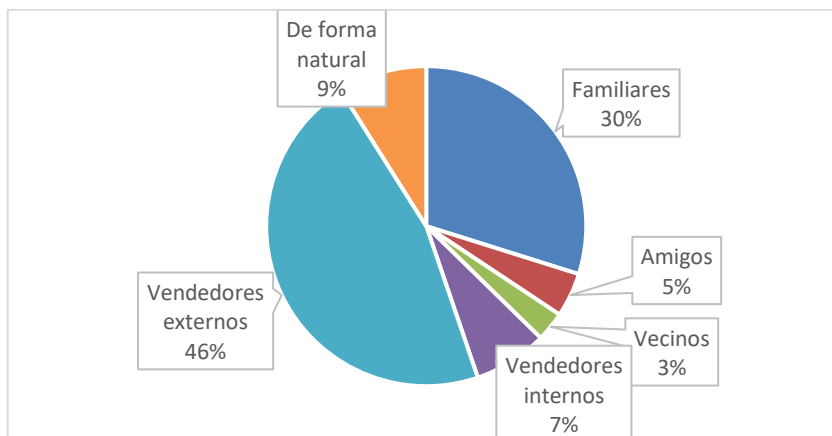


Ilustración 4-15: Adquisición de plantas o semillas

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

4.1.2. Características de la Finca Real

La Finca Real pertenece a la Sra. Ana María Arévalo Ortiz, con una certificación nacional con el número de registro AGRO-CBPA-PA-0300705316, tiene una extensión de 45 ha, de estas, 36 ha están dedicadas a la producción de pasto (hierba) para el ganado, 6 ha son bosque natural y 3 ha están dedicadas para la plantación de cacao. Las plantas de cacao fueron de las variedades CCN-51 y Nacional y se obtuvieron en forma de clones del vivero de la Asociación de Productores “La Paz” la cual se encuentra a 500 m de distancia. La plantación de cacao de la finca se encuentra

distribuida en una forma de 4mx4m en distancia de siembra con 625 plantas por ha, lo que significó que se encontraron un total de 1875 plantas de cacao plantadas.

Se obtuvo la información de que se han agregado 625 kg de cal y 300 kg de una mezcla de minerales compuesta por Si, Mg, N, Na y P. Esta configuración ha permitido una producción mensual de aproximadamente 100 kg de cacao seco, lo que se interpretó como una producción de 1200 kg al año.

4.1.3. Resultados de los análisis de suelo

Los resultados de los análisis fisicoquímicos y de macronutrientes del suelo de la Finca Real se detalló en la Tabla 4-1, donde se destacan las siguientes características: pH de 5.05, CE de 23.5 dS/m, K de 169.9 mg/Kg y MO de 4.79%.

Tabla 4-1: Análisis de suelo de la Finca Real

FINCA	ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS				ANÁLISIS DE MACRONUTRIENTES				
	pH	SDT	CE	T°	Cd	Na	Mn	K	MO
“REAL” MUESTRA: COMPUESTA FECHA: 14-04-2023 PROFUNDIDAD: 30 cm REFERENCIA: COMUNIDAD LA PAZ	5.05	13.9 mg/l	23.5 dS/m	26.0°C	1.96 mg/Kg	186.8 mg/Kg	1795 mg/Kg	169.9 mg/Kg	4.79%

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

4.1.3.1. Comparación de las características fisicoquímicas del suelo

En la Tabla 4-2 se enlistan las principales características de los suelos de la Finca Real, también se colocó los valores requeridos para el cultivo de esta especie en el Ecuador, de acuerdo a Barrezueta (2019, p. 160).

Tabla 4-2: Comparación del suelo de la Finca Real

Característica	Finca Real	Requerimientos	Aceptabilidad
pH	5.05	5.10 a 7.00	No cumple
CE (dS/m)	23.5	<1.00	No cumple
K (mg/kg)	169.9	78.2 a 469.2	Cumple
MO (%)	4.79	>1.7	Cumple

Fuente: Barrezueta, 2019.

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

Para la comparación se consideraron las características de pH, CE, K y MO, descartándose las características de SDT, T°, Cd, Na y Mn, debido a que no es información sobresaliente para determinar si el suelo es apto para el cacao. Los SDT están directamente relacionados con la CE, así que no fue necesario mencionarlo. Además, en las consideraciones de Barrezueta (2019, p. 160) no entran estas características para la determinación de que el suelo sea apto para este cultivo.

Se pudo observar que el pH del suelo de la finca (5.05 = ligeramente ácido) se encuentra por debajo de los niveles óptimos según Barrezueta (2019, p. 160) (5.1 a 7), esto se lo puede relacionar también con el nivel de la CE que fue de 23.5 dS/m cuando debería estar por debajo de 1. La conductividad eléctrica se encuentra relacionada a los niveles de sales disueltas en el suelo, en la Tabla 4-1 se puede observar un alto contenido de Mn (1795 mg/Kg) comparado con el macronutriente potasio que solo tiene 169.9 mg/Kg.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2019, párr. 2), los suelos muy ácidos (<5.5) tienden presentar cantidades elevadas y tóxicas de aluminio y manganeso; además, el manganeso interviene en procesos de oxidación-reducción que, en condiciones anaeróbicas, se puede reducir y volverse más soluble, esto ocasiona la disminución de la fotosíntesis en las plantas (Salvatierra et al., 2010, p. 73).

Por otra parte, en cuanto al contenido de potasio (169.9 mg/kg), se determinó que entra en los requerimientos óptimos establecidos por Barrezueta (2019, p. 160) que va desde los 78.2 a 469.2 mg/kg, por lo que se puede apreciar que este macronutriente se encuentra en una distribución favorable para el cultivo de cacao.

El potasio desempeña un papel crucial en el transporte de carbohidratos en las plantas de cacao, promoviendo la resistencia a la falta de agua y representando alrededor del 70 % de los minerales presentes en el tejido xilemático del cacao. Además, en relación con las semillas de cacao, se destaca como el componente clave para asegurar la calidad de la producción agrícola. Su presencia conlleva una mayor proporción de cosecha comercializable, un incremento en el contenido proteico en los diez granos, una mayor cantidad de aceite y vitamina C, así como una mejora en el color y sabor de las frutas, y un aumento en el tamaño de los frutos (Herrera, 2019, pp. 9-10).

Igualmente, en términos de materia orgánica, se encontró que los suelos de la finca contienen 4.79% de MO, un nivel aceptable de acuerdo con Barrezueta (2019, p. 160) el cual dice que los suelos deben tener un contenido de MO mayor a 1.7%.

La existencia de MO en el suelo mejora la oxigenación del sustrato, facilita la entrada del agua, conserva de manera más eficiente la humedad y contrarresta el efecto de la lixiviación o erosión. La capacidad de retención de agua puede ser de 4 a 6 veces su propio peso. Tanto los compuestos orgánicos como el humus contribuyen a atenuar las fluctuaciones de temperatura diarias, incrementan la porosidad del suelo y disminuyen la adhesividad en suelos con alto contenido arcilloso (Lutheran World Relief, 2013, p. 18).

4.1.4. Resultados de los análisis de agua

Los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua de la Finca Real se detallaron en la Tabla 4-3, donde se destacan las siguientes características: pH de 5.84, SDT de 15.5 mg/l, CE de 20.01, coliformes fecales de <2.

Tabla 4-3: Análisis de agua de riego de la Finca Real

FINCA	ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS				ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS	
	pH	SDT	CE	T°	Coliformes fecales	Coliformes totales
“REAL” MUESTRA: SIMPLE	5.84	15.5 mg/l	20.01 dS/m	21.7°C	<2	6500

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

4.1.4.1. Comparación de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua

En la Tabla 4-4 se enlistan las principales características del agua de riego de la Finca Real, también se colocaron los niveles de calidad para el agua de riego establecido por la Ministerio del Ambiente (2018, pp. 16-17) correspondiente al Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA): Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua.

Tabla 4-4: Comparación del agua de riego de la Finca Real

Característica	Finca Real	Criterio de calidad			Aceptabilidad
pH	5.84	6-9			No cumple
Coliformes fecales (UFC/100ml)	<2	1000			Cumple
Característica	Finca Real	Grado de restricción			
		Ninguno	Ligero-Moderado	Severo	
SDT (mg/l)	15.5	450	450-2000	>2000	Cumple
CE (dS/m)	20.01	0.7	0.7-3.0	>3.0	No cumple

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2018, pp. 16-17.

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

De acuerdo con la norma de calidad de agua del TULSMA (Ministerio del Ambiente, 2018, pp. 16-17), más específicamente para los criterio y niveles de calidad del agua de riego, se obtuvo un pH del agua de 5.84, la cual está por debajo del criterio de calidad que es de 6 a 9, considerándolo como ligeramente ácido.

Al igual que con los análisis de suelo, se encontró un nivel alto de conductividad eléctrica con 20.01 dS/m lo cual entra en el grado de restricción severo al ser >3.0, se mencionan estas dos características en conjunto debido a que están relacionadas en base a las sales minerales. Un alto contenido en sales aumenta la conductividad eléctrica lo que sirve como indicador de contaminación (Aguirre, 2009, p. 2).

También, se encontró un nivel de coliformes fecales de <2 UFC/100ml, lo cual se halla muy por debajo del límite de criterio de calidad para el agua de riego del TULSMA que es de máximo 1000 UFC/100ml. Esta característica es de vital importancia, pues la contaminación fecal es asunto de riesgo sanitario, debido a los microorganismos patógenos que ocasionan enfermedades al ser humano (Ramos et al., 2008, p. 88).

En cuanto a los sólidos disueltos totales, se determinó un valor de 15.5 mg/l, un valor dentro del grado de restricción catalogado como sin ninguna restricción al ser menor que 450 mg/l. Es un valor utilizado en la química para medir la concentración de todos los minerales, sales, cloruros, metales, orgánicos y muchos otros contaminantes disueltos en el agua (Sadzawka, 2006, p. 27).

4.1.5. Resultados del inventario botánico

En la Tabla 4-5 se presentan los resultados del inventario forestal de la plantación de cacao de la Finca Real, los datos pertenecen a los promedios de la totalidad de las 3 ha, donde se obtuvieron valores de: número de ramas = 4, cantidad de mazorcas por rama = 6, peso de mazorca = 1.05 kg, peso de cáscara = 0.76 kg, peso de semilla = 0.27 kg y peso de cascarilla = 0.04 kg.

Tabla 4-5: Resultados del inventario forestal

Parámetro	Media	Mín.	Máx.	DE
# ramas/planta	4	3	6	0.89
Mazorcas/rama	6	4	7	0.68
Peso mazorca (kg)	1.05	0.83	1.20	0.08
Peso cáscara (kg)	0.76	0.61	0.88	0.09
Peso semilla (kg)	0.27	0.23	0.33	0.03
Peso cascarilla (kg)	0.04	0.03	0.06	0.01
Peso grano puro (kg)	0.25	0.21	0.27	0.01

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023

Adicionalmente, se extrapolaron los datos de las medias al valor total de plantas que fue de 1875 en las 3 ha, teniendo los siguientes valores relevantes: cantidad de mazorcas = 45000, peso de mazorcas = 47250 kg y peso de cáscara = 34200 kg. A continuación se hicieron cálculos complementarios de restas para obtener los valores faltantes, esto se lo hizo en consideración del sistema de ingreso de datos del software para Análisis de Ciclo de Vida, donde los valores deben ser complementarios a lo largo del cultivo de cacao, se determinó: peso de semillas = 13050 kg, peso de cascarilla = 1350 kg y peso de grano puro 11700 kg.

4.1.6. Análisis de la cáscara y cascarilla de cacao

De acuerdo con los resultados del análisis físico-químico de la cáscara de mazorca de cacao (Tabla 4-6), este residuo presenta una alta concentración de lignina y celulosa, con 44.42% y 32.55%, respectivamente. Díaz et al. (2022, p. 100), encontró niveles similares de estos compuestos con valores de 43.6% y 34.4%, respectivamente, determinando que son aptos para la fabricación de productos derivados de la madera como tableros aglomerados; por ende, los residuos de este estudio también se podrían usar para este tipo de productos.

Tabla 4-6: Análisis físico-químicos de la cáscara de mazorca de cacao

Parámetro	Media	DE
Lignina (%)	44.42	0.61
Celulosa (%)	32.55	0.65
Cenizas (%)	4.66	0.06

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

De acuerdo con los resultados del análisis físico-químico de la cascarilla de cacao (Tabla 4-7), este residuo presenta niveles altos de carbohidratos y fibra dietética, con 41.94% y 43.77%, respectivamente. Según Rodríguez et al. (2020, pp. 23-30), que encontró valores similares en su estudio con 64.19% y 49.21%, respectivamente, la cascarilla de cacao puede usarse para la elaboración de productos alimenticios altos en fibra y bajos en calorías.

Tabla 4-7: Análisis físico-químicos de la cascarilla de cacao

Parámetro	Media	DE
Humedad (%)	2.15	0.14
Proteína (%)	11.78	0.50
Grasa (%)	2.79	0.20
Cenizas (%)	7.36	0.16
Carbohidratos (%)	41.94	0.20
Fibra dietética (%)	43.77	0.49

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.


4.2. Ciclo de Vida del cacao

4.2.1. Análisis del Ciclo de Vida del cacao

4.2.1.1. Registro de datos

Para el análisis del Ciclo de Vida del cultivo de cacao se utilizó un formato de *inputs* y *outputs* basado en el estudio de Contreras (2014, p. 49) que facilitó el registro de entrada y salida de recursos calculados en kilogramos (kg), estos valores no son exactos por la complicación de toma de datos por falta de instrumentos específicos, pero se realizó una aproximación fundada en distintos criterios y relaciones con otros estudios. Estos datos se ven reflejado en la siguiente tabla:

Tabla 4-8: Registro de *Inputs* y *Outputs* de la Finca Real, Loreto

 GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA ESPECIE <i>Theobroma cacao</i> spp., INCORPORANDO INDICADORES DE ECONOMÍA CIRCULAR EN LA FINCA REAL DEL CANTÓN LORETO PROVINCIA DE ORELLANA						
Elaborado por:		OCHOA CORDERO JERYCK KLEYNNER		Fecha:		4/8/2023
		ZURITA QUISHPE CRISTINA YAJAIRA				
Lugar del estudio:		Cantón	Loreto			
		Nombre de la finca	Finca Real			
		Provincia	Francisco de Orellana			
REGISTRO DE INPUTS Y OUTPUTS POR ETAPA DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE LA CASCARILLA DE CACAO						
Etapas del proceso	ENTRADAS	UNIDAD	CANTIDAD	SALIDAS	UNIDAD	CANTIDAD
Transporte	Diesel	kg	65	Clones de cacao	kg	2813
				CO ₂	kg	170
Siembra	Clones de cacao	kg	2813	Clones sembrados	kg	2813
	Cal	kg	625	Residuo orgánico	kg	3
	Mezcla (Si, Mg, N, Na, P)	kg	300	Bolsa de plástico	kg	9
	Insecticida	kg	9	Residuos peligrosos	kg	130
	Fungicidas	kg	1			
	Agua	kg	200000			
Mantenimiento	Clones sembrados	kg	2813	Mazorca de cacao	kg	47250
	Fertilizante	kg	200	Residuos peligrosos	kg	21
	Gasolina	kg	660	CO ₂	kg	2
	Herramienta metal	kg	45	Residuos orgánicos	kg	3
	Agua	kg	15000			
Cosecha	Mazorca de cacao	kg	47250	Semillas de cacao	kg	13050

	Herramienta metal	kg	2,5	Residuo orgánico	kg	5
	Herramienta plástica	kg	3,5	Residuos orgánicos (cáscara)	kg	34200
Fermentación	Semillas de cacao	kg	13050	Cacao fermentado	kg	13050
	Herramienta de madera	kg	15	Residuos orgánicos	kg	5
Secado	Cacao fermentado	kg	13050	Grano puro de cacao	kg	11700
	Herramienta de madera	kg	0,5	Residuos orgánicos (casarilla)	kg	1350
Almacenamiento	Costales	kg	8	Cacao almacenado	kg	11700
	Grano puro de cacao	kg	11700			
Transporte	Cacao almacenado	kg	11700	CO ₂	kg	55
	Diesel	kg	21			

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

Adicionalmente, se puede resaltar que los principales recursos naturales consumidos fueron: 215000 kg de agua de lluvia al año, esto corresponde al agua de todo el proceso de cultivo de cacao; también, se consumieron 86 kg de Diesel en el transporte de plantas desde el vivero a la finca y el transporte del cacao almacenado al centro de acopio, además de 660 kg de gasolina para el uso de la guadaña mecánica.

4.2.1.2. *Proceso del Ciclo de Vida del cacao*

En la Ilustración 4-16 se presenta el flujo de procesos establecido para el Ciclo de Vida del cacao de la plantación de la Finca Real, el proceso corresponde al cultivo de 1875 plantas sembradas en 3 ha. El proceso de este ciclo empieza desde el transporte de las plantas desde el lugar de la compra hasta las inmediaciones de la finca, luego se procede a la siembra de los clones para la plantación de cacao, después se realiza el mantenimiento, posterior cosecha, para luego el producto cosechado ser fermentado, puesto a secar para eliminar su exceso de humedad, poder almacenarlo para, finalmente, ser transportado al centro de acopio para su posterior conversión en un nuevo producto.

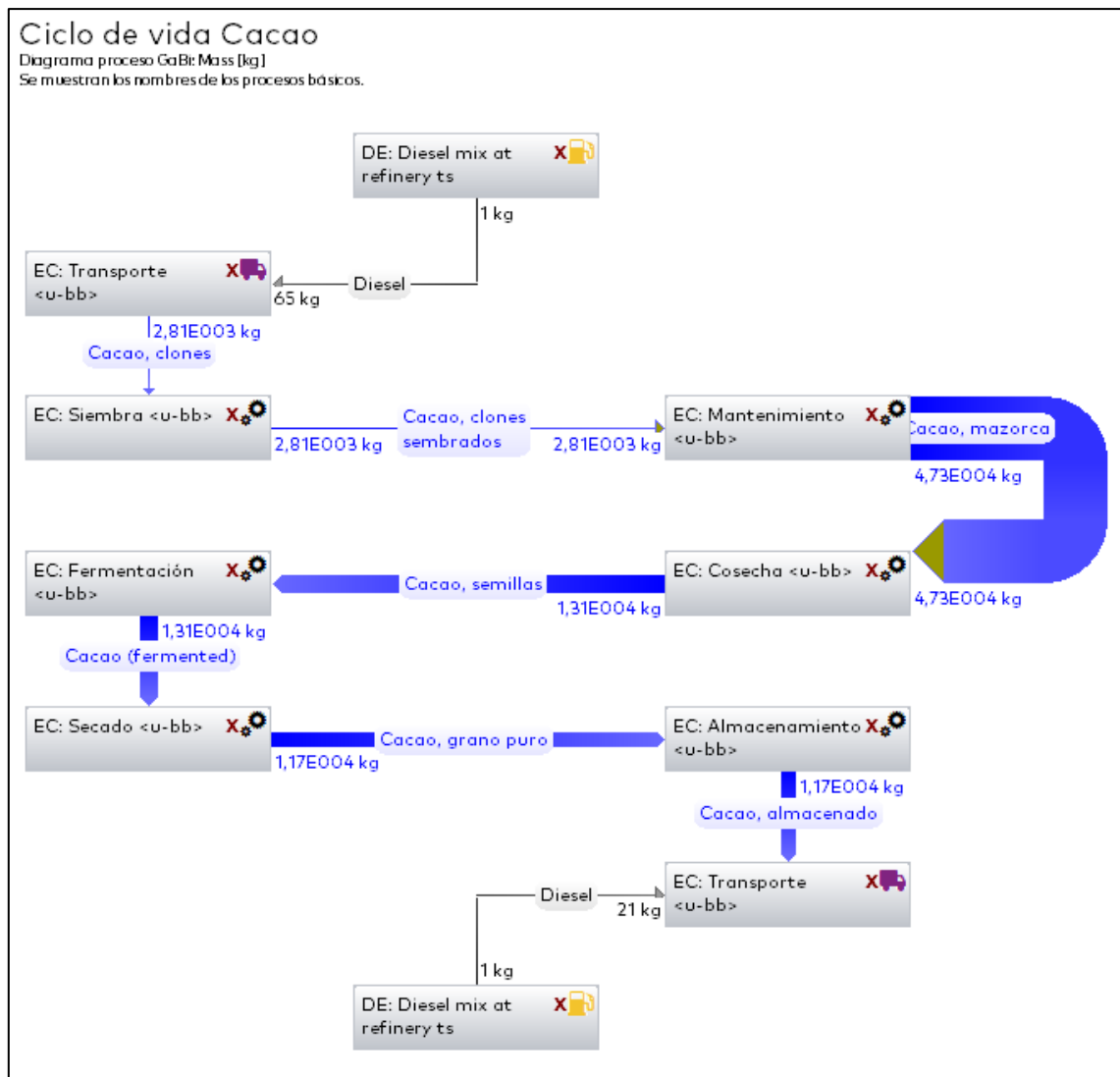


Ilustración 4-16: Flujo de procesos del Ciclo de Vida del cacao

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

4.2.1.3. Evaluación del impacto del Ciclo de Vida del cacao

El análisis de datos del programa GaBi generó las siguientes gráficas de barras que corresponden a la herramienta de evaluación de impacto ambiental TRACI 2.1 (*Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and other environmental Impacts*), la cual brinda datos acerca de los principales impactos ambientales de los procesos. Para el caso de la Finca Real, se obtuvieron los siguientes resultados:

La Ilustración 4-17 visualiza una generación total de 228 kg de CO₂ correspondiente al calentamiento global, incluido carbono biogénico, durante el primer ciclo de vida del cacao, según el programa GaBi, la valorización de este impacto ambiental es bueno, es decir, que el impacto no es grave para el medio ambiente. Los principales procesos que generaron mayor cantidad de

CO₂ fue la introducción de Diesel para el funcionamiento de los camiones encargados del transporte.

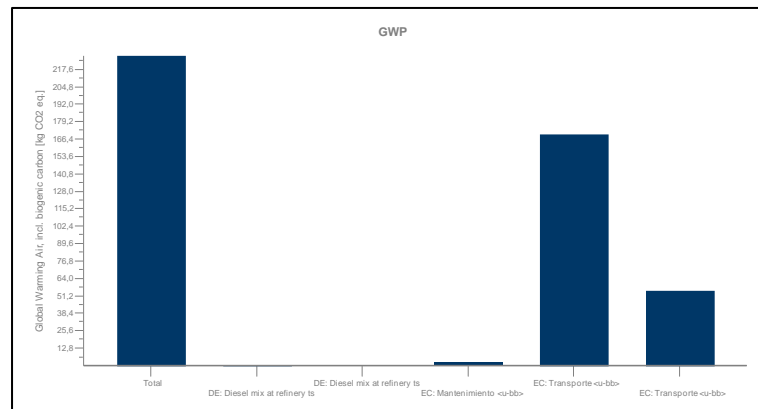


Ilustración 4-17: Calentamiento global, incluido carbono biogénico

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

La Ilustración 4-18 visualiza una generación total de 0.00462 kg de SO₂ (dióxido de azufre) correspondiente a la acidificación durante el primer ciclo de vida del cacao, según el programa GaBi, la valorización de este impacto ambiental es bueno, es decir, que el impacto no es grave para el medio ambiente. Los principales procesos que generaron mayor cantidad de SO₂ fue la introducción de Diesel para el funcionamiento de los camiones encargados del transporte.

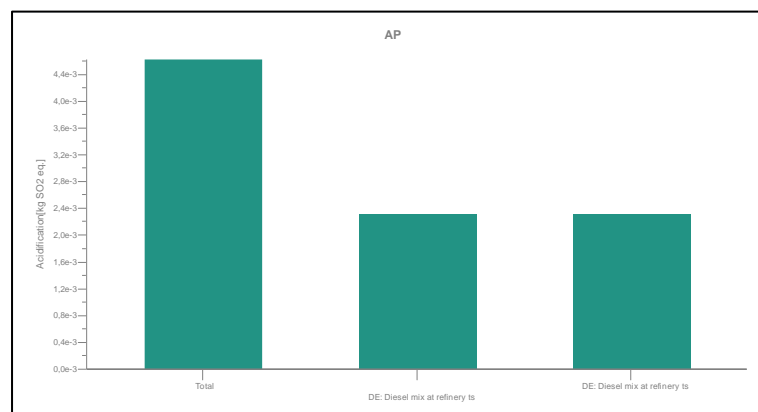


Ilustración 4-18: Acidificación

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

La Ilustración 4-19 visualiza una generación total de 0.00128 kg de N correspondiente a la eutrofización durante el primer ciclo de vida del cacao, según el programa GaBi, la valorización de este impacto ambiental es bueno, es decir, que el impacto no es grave para el medio ambiente. Los principales procesos que generaron mayor cantidad de N fue la introducción de Diesel para el funcionamiento de los camiones encargados del transporte.

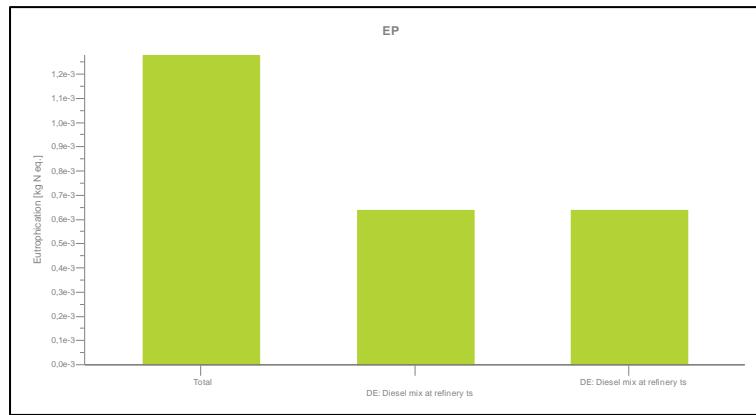


Ilustración 4-19: Eutrofización

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

La Ilustración 4-20 visualiza una generación total de 1.53E-11 kg de CFC (clorofluorocarbono) correspondiente al agotamiento del ozono durante el primer ciclo de vida del cacao, según el programa GaBi, la valorización de este impacto ambiental es bueno, es decir, que el impacto no es grave para el medio ambiente. Los principales procesos que generaron mayor cantidad de CFC fue la introducción de Diesel para el funcionamiento de los camiones encargados del transporte.

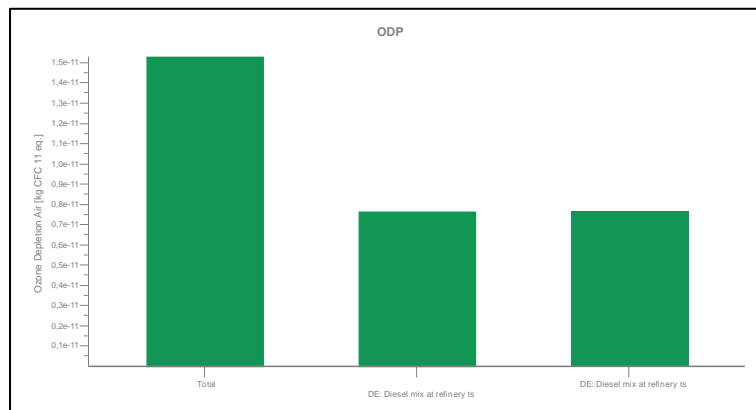


Ilustración 4-20: Agotamiento del ozono

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

La Ilustración 4-21 visualiza una generación total de 0.958 CTUe (Unidad de Toxicidad en los Ecosistemas [PAF (Fracción Potencialmente Afectada de especies) m³día/kg emitido]) correspondiente a la ecotoxicidad durante el primer ciclo de vida del cacao, según el programa GaBi, la valorización de este impacto ambiental es bueno, es decir, que el impacto no es grave para el medio ambiente. Los principales procesos que generaron mayor cantidad de CTUe fue la introducción de Diesel para el funcionamiento de los camiones encargados del transporte.

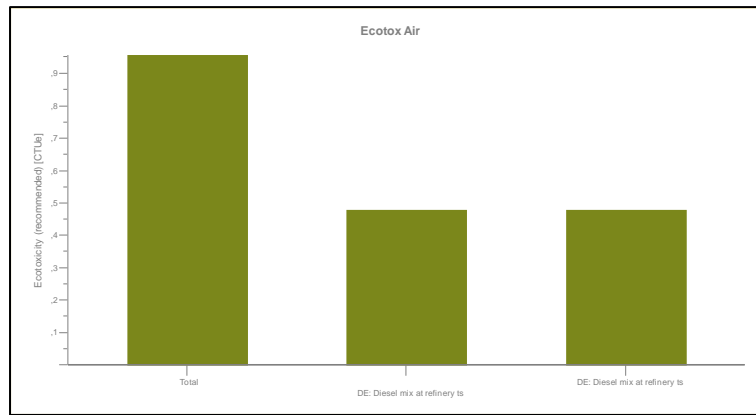


Ilustración 4-21: Ecotoxicidad

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

La Ilustración 4-22 visualiza una generación total de 0.00032 kg de PM2.5 (materia particulada <2.5 µm) correspondiente las partículas de aire para la salud humana durante el primer ciclo de vida del cacao, según el programa GaBi, la valorización de este impacto ambiental es bueno, es decir, que el impacto no es grave para el medio ambiente. Los principales procesos que generaron mayor cantidad de PM2.5 fue la introducción de Diesel para el funcionamiento de los camiones encargados del transporte.

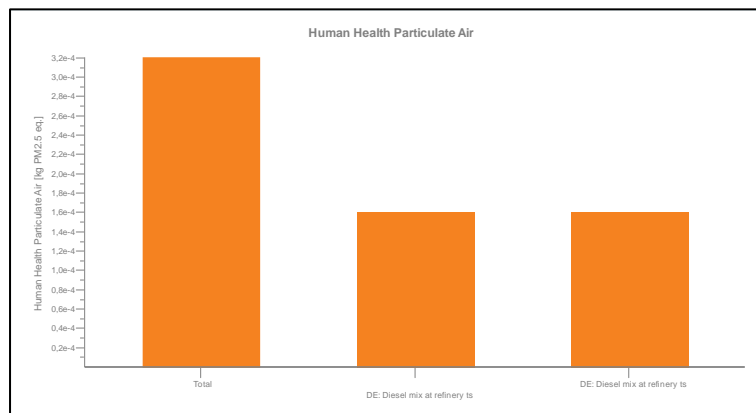


Ilustración 4-22: Partículas de aire para la salud humana

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

La Ilustración 4-23 visualiza una generación total de 3.54E-9 de CTUh (Unidad tóxica comparativa para humanos = casos de enfermedad por kg emitido) correspondiente a la toxicidad humana, cancerígeno, durante el primer ciclo de vida del cacao, según el programa GaBi, la valorización de este impacto ambiental es bueno, es decir, que el impacto no es grave para el medio ambiente. Los principales procesos que generaron mayor cantidad de CTUh fue la introducción de Diesel para el funcionamiento de los camiones encargados del transporte.

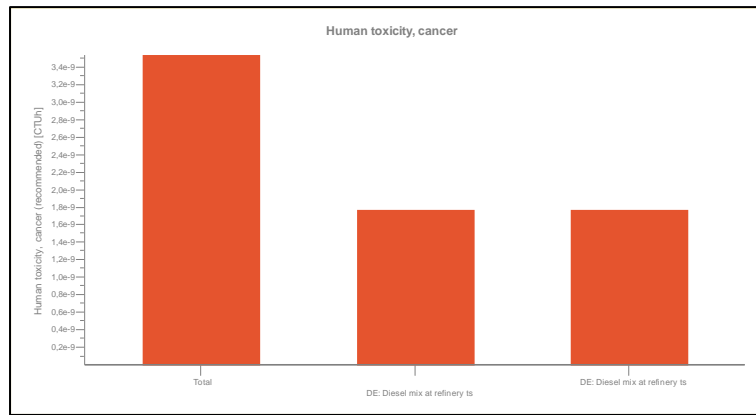


Ilustración 4-23: Toxicidad humana, cancerígeno

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

La Ilustración 4-24 visualiza una generación total de $9.97E-7$ de CTUh correspondiente a la toxicidad humana, no cancerígeno, durante el primer ciclo de vida del cacao, según el programa GaBi, la valorización de este impacto ambiental es bueno, es decir, que el impacto no es grave para el medio ambiente. Los principales procesos que generaron mayor cantidad de CTUh fue la introducción de Diesel para el funcionamiento de los camiones encargados del transporte.

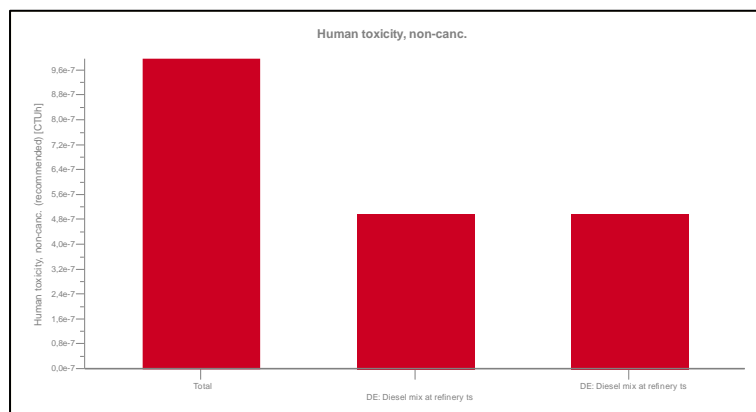


Ilustración 4-24: Toxicidad humana, no cancerígeno

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

La Ilustración 4-25 visualiza una generación total de 13,6 MJ *surplus energy* (cantidad adicional de energía necesaria para extraer una unidad de combustible fósil en el futuro) correspondiente a recursos, combustibles fósiles, durante el primer ciclo de vida del cacao, según el programa GaBi, la valorización de este impacto ambiental es bueno, es decir, que el impacto no es grave para el medio ambiente. Los principales procesos que generaron mayor cantidad de MJ *surplus energy* fue la introducción de Diesel para el funcionamiento de los camiones encargados del transporte.

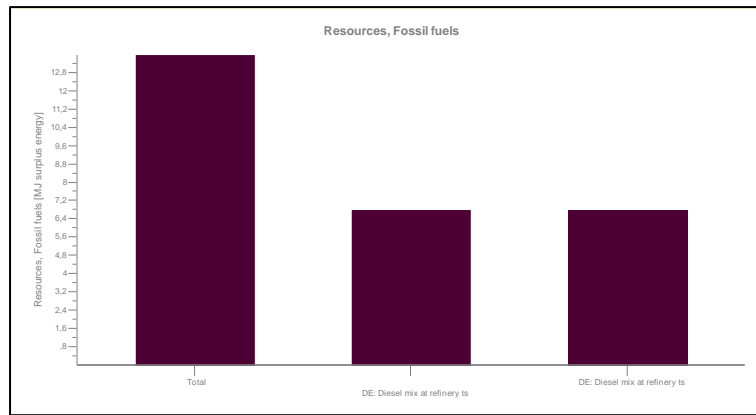


Ilustración 4-25: Recursos, combustibles fósiles

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

La Ilustración 4-26 visualiza una generación total de 0.0449 kg de O₃ (ozono) correspondiente al smog durante el primer ciclo de vida del cacao, según el programa GaBi, la valorización de este impacto ambiental es bueno, es decir, que el impacto no es grave para el medio ambiente. Los principales procesos que generaron mayor cantidad de O₃ fue la introducción de Diesel para el funcionamiento de los camiones encargados del transporte.

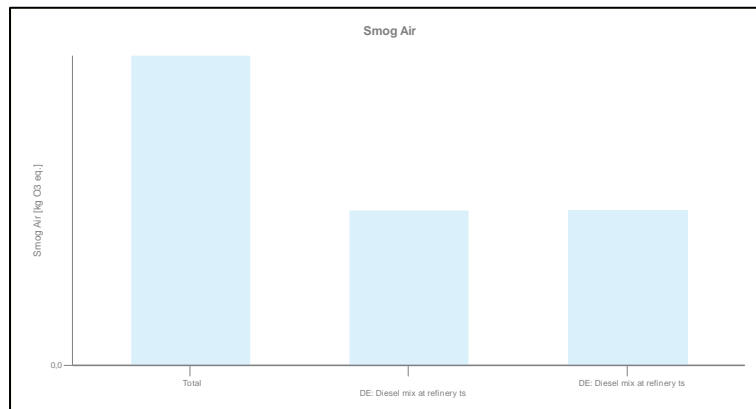


Ilustración 4-26: Smog

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

La Ilustración 4-27 visualiza una generación total de 226 kg de CO₂ correspondiente al calentamiento global, excluido carbono biogénico, durante el primer ciclo de vida del cacao, según el programa GaBi, la valorización de este impacto ambiental es bueno, es decir, que el impacto no es grave para el medio ambiente. Los principales procesos que generaron mayor cantidad de CO₂ fue la introducción de Diesel para el funcionamiento de los camiones encargados del transporte.

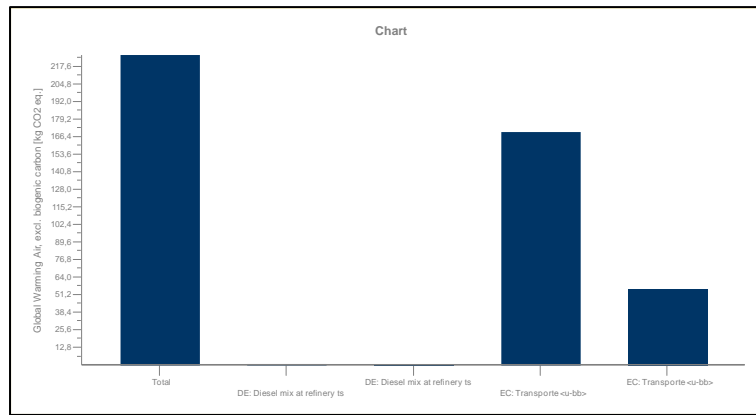


Ilustración 4-27: Calentamiento global, excluido carbono biogénico

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

4.2.2. Impactos generados por el cultivo de cacao

Según los resultados del *checklist* (Tabla 4-9), el cultivo de cacao produce impactos de contaminación sobre el agua durante el proceso de siembra debido a actividades de riego y de abono y fertilización, también ocasiona impactos de contaminación sobre el aire durante el transporte de semillas, el riego, el abono y la fertilización y la venta del producto final, impactos de incremento de ruido durante el transporte, la preparación de suelo y la venta del producto final, impactos de presencia de malos olores en el transporte de semillas y venta del producto final.

Continuando, se produce impactos sobre el suelo en cuanto a la acidificación durante el abonado y la fertilización, salinización durante el riego, erosión durante la preparación del suelo, y, contaminación durante el transporte de semillas, riego, abonado y fertilización. Adicionalmente, se produce impactos sobre la vegetación y fauna, existiendo pérdida de biodiversidad por la preparación del suelo, ocasionado por el ruido de maquinarias y actividad humana, y el abono y fertilización, que al usar productos muy fuertes destruye la biodiversidad microbológica.

Finalmente, el cultivo de cacao puede ocasionar impactos sobre la población circundante, por las actividades de riego, al contaminar aguas de posible uso humano, y el abonado y la fertilización, donde, si no se usan adecuadamente estos tipos de productos pueden provocar reacciones contrarias en la piel y/o vías respiratorias.

Tabla 4-9: Impactos generados por el cultivo de cacao

IMPACTOS GENERADOS	ETAPAS DE LA PRODUCCIÓN DE CACAO								
	Acopio	Siembra				Cosecha			
	Transporte de semillas	Germinar semilla	Preparación de suelo	Siembra de la planta	Riego	Abono y Fertilización	Recolección del fruto	Secado de granos	Venta del producto final
1. Sobre el agua									
1.1 Contaminación					X	X			
1.2 Disminución del caudal									
1.3 Cambio de uso									
2. Sobre el aire									
2.2 Contaminación	X				X	X			X
2.3 Incremento del ruido	X		X						X
2.3 Presencia de malos olores	X								X
3. Sobre el suelo									
3.1 Pérdida de suelos									
3.2 Acidificación						X			
3.3 Salinización					X				
3.4 Erosión			X						
3.4 Contaminación	X				X	X			X
4. Sobre vegetación y fauna									
4.1 Pérdida de biodiversidad			X			X			
4.2 Extinción de especies									
4.3 Alteración sobre especies endémicas									
5. Sobre población									
5.1 Pérdida de bases de recursos									
5.2 Alteraciones culturales									
5.3 Traslado de población									
5.4 Pérdida de recursos arqueológicos									
5.5 Enfermedades					X	X			

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

4.3. Plan de Manejo de Residuos Sólidos

4.3.1. Matriz general del Plan de Manejo de Residuos Sólidos de *Theobroma cacao* spp.

Tabla 4-10: Plan de Manejo de Residuos Sólidos de *Theobroma cacao* spp., de acuerdo al proceso de cultivo

Proceso	Residuo	Manejo de residuos	Acciones estratégicas	Meta	Plazo	Responsable	Indicador de cumplimiento	Medios de verificación	Supuestos que no permitan realizar la meta en el tiempo establecido
Siembra	Residuos orgánicos (Plantas muertas/hojas caídas)	Recolectar plantas muertas durante la siembra y/o la caída de hojas durante el proceso para compostaje.	Triturar y compostar materia orgánica	100% de recolección y utilización de la materia orgánica generada	Primer año de siembra	Encargado	Implementar al menos un área de almacenamiento temporal para residuos plásticos de un solo uso, dentro del primer año de siembra. Inspección visual	Inspecciones periódicas. Registros fotográficos	Disponibilidad de personal y recursos para la recolección, compostaje y limpieza del área.
	Bolsa de plástico para los clones	Recolectar y contar fundas plásticas, limpiar, desinfectar, secar y almacenar. Enviar a centro de reciclado o vertederos autorizados.	Implementar el manejo de residuos plásticos	100% de recolección y limpieza de fundas					Disponibilidad de centros de reciclado y vertederos autorizados

	Residuos peligrosos (envoltorios de insecticidas, fungicidas, cal y mezcla de minerales)	Enjuague, desinfectar, secar, almacenar y enviar a centro especializado.	Establecer protocolo de manejo de residuos peligrosos	100% de residuos peligrosos tratados y enviados adecuadamente	Primer año de siembra	Encargado	Implementar un área de lavado y almacenamiento temporal para residuos peligrosos, dentro del primer año de siembra. Registro de tratamiento	Documentación de procesos	Capacitación del personal y acceso a centros especializados
Mantenimiento	Residuos orgánicos (restos de podas o deshierbes)	Cortar o triturar para reincorporar al suelo.	Implementar manejo de residuos orgánicos pequeños	100% de residuos orgánicos reincorporados al suelo	Cada mantenimiento	Encargado	Implementar recipientes temporales para abonos orgánicos dentro del primer año de siembra. Incorporar una trituradora de hierbas y hojas dentro del primer año de siembra. Observación directa	Inspección visual del suelo. Registros fotográficos.	Aceptación y colaboración del personal para la incorporación al suelo
	Residuos peligrosos (envoltorios de fertilizantes y cuchillas de la guadaña)	Enjuague, desinfectar, secar, almacenar y enviar a centro especializado.	Establecer protocolo de manejo de residuos peligrosos	100% de residuos peligrosos tratados y enviados adecuadamente	Cada mantenimiento	Encargado	Implementar un área de lavado y almacenamiento temporal para residuos peligrosos, dentro del primer año de siembra. Registro de tratamiento	Documentación de procesos. Registros fotográficos.	Capacitación del personal y acceso a centros especializados

Cosecha	Residuo (las cosechas de mazorca que pudieran salir mal)	Revisar y compostar sin desechar residuos de mazorca defectuosos.	Implementar manejo de residuos de cosecha	100% de revisión y disposición adecuada de residuos defectuosos	Cada cosecha	Encargado	Implementar un área de almacenamiento temporal para residuos orgánicos. Inspección visual	Registro de desechos defectuosos	Atención cuidadosa durante la cosecha y disposición adecuada de residuos
	Residuos orgánicos (cáscara)	Utilizar para elaboración de productos como tableros de aglomerado, pellets, etc.	Establecer procesos de utilización de cáscara	Aprovechamiento del 100% de cáscara de mazorca	Continuo	Encargado	Implementar al menos un área para el almacenamiento de residuos orgánicos aprovechables a la economía circular. Registro de procesamiento	Documentación de procesos	Acceso a tecnologías y mercados para productos derivados de cáscaras de mazorca
Fermentación	Residuos orgánicos (cajas de madera)	Desechar partes desgastadas de cajas de madera.	Implementar manejo de residuos de fermentación	100% de desecho de partes desgastadas de cajas de madera	Cada proceso de fermentación	Encargado	Implementar al menos un área con contenedores de residuos reutilizable. Inspección visual	Registro de desechos desgastados	Disponibilidad de recursos para el desecho de partes desgastadas de cajas de madera
Secado	Residuos orgánicos (cascarilla)	Fabricar productos alimenticios altos en fibra y bajos en calorías	Establecer procesos de utilización de cascarilla	Aprovechamiento del 100% de cascarilla de cacao	Continuo	Encargado	Implementar al menos un área para el almacenamiento de residuos orgánicos aprovechables a la economía circular. Registro de procesamiento	Documentación de procesos	Acceso a tecnologías y mercados para productos derivados de cascarilla de cacao

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

4.3.2. Diagnóstico y caracterización

4.3.2.1. Diagnóstico de los patios cacaoteros de Loreto

Los patios cacaoteros de Loreto son en su mayoría propiedad de hombres (71%), con una edad entre los 26 y 35 años (67%), que dedican alrededor del dos hectáreas de su terreno a la producción de cacao (50%), en su mayoría de la variedad Súper árbol (37%) seguido de la CCN 51 (32%), conseguido las plantas o semillas por vendedores externos (46%), el cacao está asociados mayormente a frutales (33%) y plátano (31%), usando principalmente abonos químicos (54%) y dedican sus esfuerzos más que nada al abonado de la plantación (31%). La mayoría de los propietarios usan las plantas de su propiedad para la alimentación (34%), haciendo énfasis en el consumo de sus frutos (32%).

Estos patios producen mayormente 5 quintales mensuales de cacao (52%), con dos cosechas cada mes en su mayoría (56%), aseguran que sus plantaciones tardan un año para la primera cosecha desde la siembra (35%), se gastan alrededor de 150 USD al mes y venden especialmente la variedad Súper árbol (64%).

4.3.2.2. Caracterización de la Finca Real

La Finca Real es de propiedad de la Sra. Ana María Arévalo Ortiz, la cual cuenta con una certificación nacional con el número de registro AGRO-CBPA-PA-0300705316, su terreno tiene una extensión de 45 ha, de estas, 36 ha están dedicadas a la producción de pasto (hierba) para el ganado, 6 ha son bosque natural y 3 ha están dedicadas para la plantación de cacao. Las plantas de cacao que tiene sembradas son de las variedades CCN-51 y Nacional y se obtuvieron en forma de clones del vivero de la Asociación de Productores “La Paz” la cual se encuentra a 500 m de distancia de la finca. La plantación de cacao de la finca se encuentra distribuida en un formato de 4mx4m en distancia de siembra con 625 plantas por ha, dando un total de 1875 plantas de cacao.

La plantación de cacao ha tenido una aplicación de 625 kg de cal y 300 kg de una mezcla de minerales compuesta por Si, Mg, N, Na y P. Esta configuración ha permitido una producción mensual de aproximadamente 100 kg de cacao seco, lo que se interpretó como una producción de 1200 kg al año.

4.3.3. Cuantificación de los residuos sólidos

A continuación, se enlistan, cuantifican y describen los residuos sólidos del cultivo de cacao en

la Finca Real según su etapa del proceso:

a) Transporte: Ninguno

b) Siembra:

- Residuos orgánicos: 3 kg. Este valor pertenece al primer año en el que se realizó la siembra y no se repite en los años subsecuentes, corresponde a un número limitado de plantas muertas durante la siembra y/o la caída de hojas durante el proceso.
- Bolsa de plástico: 9 kg. Corresponde al total de las fundas plásticas en las que llegaron las plántulas de cacao y se descartaron al momento de la siembra, este valor no se repite con los años.
- Residuos peligrosos: 130 kg. Pertenece a valores de los envoltorios de insecticidas, fungicidas, cal y mezcla de minerales, también está relacionado a una mala aplicación de los productos que pueden permanecer en el suelo y generar una contaminación por lixiviación grave con el tiempo. Este valor no se repite con los años.

c) Mantenimiento:

- Residuos orgánicos: 3 kg. Pertenece a restos de podas o deshierbes y se repite a lo largo de los años con cada mantenimiento a la plantación.
- Residuos peligrosos: 21 kg. Corresponde a los restos de envoltorios de fertilizantes y cuchillas de la guadaña mecánica que se va desgastando con el uso en el deshierbe, además, es un valor que se repite con los años.

d) Cosecha:

- Residuo orgánico: 5 kg. Pertenece a restos de las cosechas de mazorca que pudieran salir mal, como un rabo de la mazorca muy grande, este valor se repite con los años.
- Residuos orgánicos (cáscara): 34200 kg. Corresponde a las cáscaras de las mazorcas de cacao luego de haberse extraído sus semillas, este valor se repite con los años.

e) Fermentación:

- Residuos orgánicos: 5 kg. Este valor pertenece al desgaste de ciertas partes de las cajas de madera donde se realiza la fermentación del cacao y no se pueden volver a usar, este valor se repite con los años.

f) Secado:

- Residuos orgánicos (casarilla): 1350 kg. Corresponde a la casarilla seca de cacao que protegía al grano puro de cacao, fue retirado y desechado, este valor se repite con los años.

g) Almacenamiento: Ninguno.

h) Transporte: Ninguno.

De acuerdo al Análisis de Ciclo de Vida realizado a través del programa GaBi, los residuos generados durante el cultivo de cacao en la Finca Real no tienen un gran impacto en el medio

ambiente, encontrándose niveles bajos de compuestos contaminantes, esto es entendible debido a que es un proceso en el que la mayoría de compuestos usados y generados son de tipo biótico, por lo que su degradación es natural y no conlleva la producción de una gran cantidad de compuestos peligrosos para el ecosistema.

4.3.4. Estrategias de Manejo de Residuos

4.3.4.1. Manejo de residuos plásticos

Este apartado corresponde específicamente a las bolsas de plástico del proceso de la siembra, al ser un producto de un solo uso, no biodegradable, se plantea la recolección y posterior conteo de fundas para asegurarse que no quede ningún residuo plástico que pueda dañar el suelo. A continuación, se debe limpiar el exceso de tierra y desinfectar con una solución de cloro en una relación de 240 ml por cada galón de agua; después, secar al sol y almacenar las fundas en un lugar cerrado.

Dependiendo de las condiciones de la localidad, estos desechos plásticos se pueden llevar a un centro de reciclado, o en su defecto, movilizarlos a los vertederos autorizados.

4.3.4.2. Manejo de residuos peligrosos

En caso de residuos peligrosos como fundas de productos químicos, se debe realizar un enjuague del producto residual en una zona que no se encuentre cercana a la plantación, fuentes hídricas o de posible contacto con las personas, se recomienda hacerlo por medio de algún filtro especializado para estos temas. Luego hay que desinfectar con la misma solución de cloro antes mencionada, secar al sol, almacenar y etiquetar como desecho peligroso. Igualmente, que, con las fundas plásticas, se deben enviar a un centro especializado en el reciclaje de estos residuos, o en su defecto, movilizarlos a los vertederos autorizados.

En caso de residuos peligrosos que se encuentren en el suelo por una mala aplicación del producto, como la acumulación de cal en un lugar pequeño, se recomienda hacer capacitaciones preventivas acerca de cálculo de dosificaciones y buenas prácticas agrícolas al personal encargado de la labor de aplicación de estos productos para que lo hagan de manera que no se cometan errores, así no se desperdicia el producto ni se contamina el suelo de la plantación.

Si ya ha existido la acumulación de un producto químico en el suelo, que no se pueda regresar a su empaque por contaminación, se debe retirar el producto con una ligera capa del suelo para

evitar la lixiviación, en caso de que el producto se pueda usar en otra plantación es recomendable hacerlo, calculando las dosis correspondientes. En caso contrario, se debe movilizar a un vertedero autorizado.

4.3.4.3. Manejo de residuos orgánicos pequeños

Para casos de residuos orgánicos de pequeña cantidad, como residuos de poda o deshierbe, se recomienda cortarlas o triturarlas para reincorporarlas al mismo suelo de la plantación, aumentando así la materia orgánica del sustrato y facilitando su degradación.

4.3.4.4. Manejo de residuos orgánicos de cáscara de mazorca y cascarilla de cacao

La cáscara de mazorca de cacao, al tener un alto contenido de lignina y celulosa se perfila como un sustituto en la elaboración de productos a base de madera, como lo pueden ser: tableros de aglomerado, pellets para la producción de bioenergía, papel Kraft o formación de briquetas para la manufactura de carbón orgánico.

Por otro lado, la cascarilla de cacao contiene buenos niveles de fibra dietética, por lo que se puede aprovechar este residuo para la fabricación de productos alimenticios altos en fibra y bajos en calorías, una de las maneras de preparación es hacer bebidas y endulzarlas con miel, esto gracias a sus propiedades antihipertensivas, antidiabetogénicas y antioxidantes.

Pero, para convertirse en una materia prima de calidad para estos productos innovadores, se debe tener una estrategia de manejo detallada y rigurosa. Se propone los siguientes pasos para un buen manejo de la cáscara de mazorca y cascarilla de cacao (mismo proceso, pero por separado para cada residuo):

- 1) Establecer una zona de secado, esta debe ser amplia, abierta y con una superficie que no tenga contacto directo con el suelo, hecha de cemento preferiblemente.
- 2) Extender los residuos de cacao en la zona de secado y dejarlas secar al sol hasta que su contenido de humedad sea menor al 15%. Esto servirá para desinfectar la materia prima y evitar la proliferación de microorganismos que puedan pudrirlos.
- 3) Una vez esté seca esta materia prima, triturarla en una trilladora hasta formar partículas de alrededor de un centímetro para facilitar su almacenamiento.
- 4) Almacenar estas partículas de residuo de cacao en un lugar ventilado para evitar que la humedad prolifere los microorganismos.
- 5) Transportar la materia prima hasta el centro de acopio correspondiente para su procesamiento

y posterior manufactura en un producto a base de materia orgánica reciclada.

4.3.5. Capacitación

Luego de aplicar un plan piloto en la Finca Real, se puede retroalimentar la metodología del Plan de Manejo de Residuos Sólidos para mejorar aspectos débiles o incompletos. Una vez consolidado el plan, establecer programas de capacitaciones para los trabajadores y la comunidad sobre la importancia del manejo de residuos y la economía circular. A continuación, se enlistan algunos de los puntos clave que se deberían abordar en las capacitaciones:

- Cálculo de las dosificaciones de productos para la desinfección, fertilización y aplicación de insecticidas y fungicidas.
- Buenas prácticas agrícolas.
- Manejo de residuos con orientación hacia la sustentabilidad.
- Economía circular: conceptos, importancia y cómo aprovechar su potencial ambiental.
- Posibilidades de negocios en base a residuos orgánicos de las plantaciones.
- Fortificación de la asociatividad de los agricultores.
- Legislación ambiental: ¿por qué es importante para el campesino del Ecuador?, entre otras.

4.3.6. Impacto y beneficios esperados

Debido a los procesos propios del cultivo de cacao en la Finca Real, el Plan de Manejo de Residuos Sólidos planteado no generaría un gran impacto directo en el medio ambiente, debido a que los principales impactos negativos hallados en el Ciclo de Vida estuvieron relacionados con la contaminación generada por la transformación del Diesel durante la combustión interna de los camiones para el transporte que volatilizan los contaminantes al aire, convirtiéndolos en residuos gaseosos en lugar de sólidos.

El principal impacto que se podría remediar sería en términos de los residuos peligrosos, mediante la correcta utilización de filtros para el lavado de fundas plásticas que contuvieron fungicidas, insecticidas, entre otros. Además, mediante las capacitaciones acerca de dosificación de productos y buenas prácticas agrícolas se podrían disminuir los 151 kg de residuos peligrosos del ciclo.

Por otra parte, al tener residuos orgánicos, estos no generan un impacto desfavorable muy grande en el medio ambiente, quizá si se realizará una acumulación de residuos que al pudrirse atraerán insectos vectores de plagas y enfermedades se podría considerar algún tipo de impacto en el medio

ambiente y la sociedad, pero, no se encontró este caso en la finca, debido a que los restos orgánicos se dejaban dispersos en la plantación y al degradarse naturalmente servían como abono para el mismo cultivo.

Sin embargo, tras determinar la composición fisicoquímica y al analizar alternativas de manejo de residuos orgánicos para la cáscara de mazorca y la cascarilla de cacao se determinó que estos residuos contienen componentes que los perfilan como materia prima para subproductos en el Ciclo de Vida del cacao, que, si se saben aprovechar favorablemente, generarían un impacto positivo en la economía local y en el ámbito social al generar nuevos puestos de trabajo mediante la reutilización de estos residuos.

Finalmente, con esta reutilización, se aprovecharían 34200 kg de cáscara de mazorca y 1350 kg de cascarilla de cacao, que, dependiendo del subproducto para el que se quiera emplear, sus costos de implementación, salarios, entre otros aspectos, podrían generar ingresos vistosos para los agricultores locales al mismo tiempo que se evitaría el desperdicio de esta nueva materia prima, volviéndolo un negocio ambientalmente sustentable con gran aceptación en esta época que busca la concientización ambiental.

4.3.7. Indicadores de la economía circular

Para el análisis de los indicadores de la economía circular del Plan de Manejo de Residuos, se tomaron en consideración siete tipos de indicadores, los cuales fueron: eficiencia en el uso de recursos, minimización de residuos, reciclaje y reutilización, sostenibilidad social y económica (prácticas agrícolas), educación y participación comunitaria (capacitaciones), diversificación de ingresos y certificaciones sostenibles; de los cuales se derivan indicadores cuantificables antes y después de la aplicación del plan.

Para la validación de los indicadores se considerará una diferencia del 5% (nivel de significancia alfa) entre los valores antes y después de la implementación del plan, esto se basa en los niveles de significancia en las similitudes y diferencias estadísticas (Minitab, 2019, párr. 7). Una diferencia de más del 5% del valor de la media se considerará como una validación positiva o negativa del indicador (dependiendo del indicador) en cuanto a la funcionalidad del Plan de Manejo de Residuos; asimismo, si el valor es menor al 5%, se considerará una validación positiva ya que el valor después del plan no habría cambiado significativamente, por lo que se interpretará como que el plan ha permitido mantener una constancia en los indicadores.

Por ejemplo, si la producción de residuos peligrosos fuera de 100 kg antes del plan, de 150 kg

después del plan, se tendría una media de 125 kg, la diferencia sería de 25 kg, lo que correspondería a un valor del 12%. Al ser mayor al valor de significancia alfa de 5% se considera que hay una diferencia estadísticamente significativa entre la producción de residuos peligrosos antes y después del plan; consecuentemente, se tiene que analizar el contexto de la diferencia, al aumentar la cantidad de residuos peligrosos se puede decir que la implementación del plan tuvo consecuencias negativas en el ciclo de vida del cultivo de cacao, por ende, la validación de este indicador será “Negativa”.

Tabla 4-11: Matriz de validación de indicadores

Indicador	Antes del plan	Después del plan (supuesto)	Media	Diferencia		Validación
				Cantidad	%	
Eficiencia en el uso de recursos						
Consumo de agua de regadío (kg)	215000	204250,00	209625	10750,00	5,13%	Positivo
Consumo de gasolina (kg)	660	627,00	643,5	33,00	5,13%	Positivo
Uso de Cal (kg)	625	593,75	609,375	31,25	5,13%	Positivo
Uso de fertilizante (kg)	320	304,00	312	16,00	5,13%	Positivo
Uso de insecticida (kg)	9	8,55	8,775	0,45	5,13%	Positivo
Uso de fungicidas (kg)	1	0,95	0,975	0,05	5,13%	Positivo
Minimización de residuos						
Producción de residuos orgánicos (kg)	16	0	8	16,00	200,00%	Positivo
Producción de bolsas plásticas (kg)	9	0	4,5	9,00	200,00%	Positivo
Producción de residuos peligrosos (kg)	151	143,45	147,225	7,55	5,13%	Positivo
Producción de cáscara (kg)	34200	0	17100	34200,00	200,00%	Positivo
Producción de cascarilla (kg)	1350	0	675	1350,00	200,00%	Positivo
Reciclaje y reutilización						

Compostaje de residuos orgánicos (kg)	0	16	8	-16,00	200,00%	Positivo
Aprovechamiento de bolsas plásticas (kg)	0	9	4,5	-9,00	200,00%	Positivo
Aprovechamiento de cáscara (kg)	0	34200	17100	-34200,00	200,00%	Positivo
Aprovechamiento de cascarilla (kg)	0	1350	675	-1350,00	200,00%	Positivo
Sostenibilidad social y económica (prácticas agrícolas)						
Evaluación del impacto social	4	10	7	-6,00	85,71%	Positivo
Evaluación del impacto económico	4	10	7	-6,00	85,71%	Positivo
Educación y participación comunitaria (Capacitaciones)						
Calificación del conocimiento	3	10	6,5	-7,00	107,69%	Positivo
Diversificación de ingresos						
Ingresos por venta de residuos (\$)	0	3420	1710	-3420,00	200,00%	Positivo
Negocios que aprovechen los residuos de cascarilla y cascarilla	0	3	1,5	-3,00	200,00%	Positivo
Certificaciones sostenibles						
Certificados nacionales	0	2	1	-2,00	200,00%	Positivo
Certificados internacionales	0	3	1,5	-3,00	200,00%	Positivo

Realizado por: Zurita, Cristina y Ochoa, Jeryck, 2023.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Los patios cacaoteros de Loreto estuvieron principalmente estructurados por terrenos de 2 ha, donde se plantan y comercializa cacao de la variedad Súper árbol (asociado a frutales y plátano) con una producción mensual de 5 quintales de grano seco de cacao, donde se usa abono químico y se gasta alrededor de 150 USD mensuales en el cultivo. La Finca Real está caracterizada por tener 3 ha dedicadas a la plantación de cacao en un sistema de 4mx4m con 625 plantas/ha, cultivar cacao de las variedades CCN-51 y Nacional provenientes del vivero de la Asociación de Productores “La Paz”, haber usado 625 kg de cal y 300 kg de una mezcla de minerales compuesta por Si, Mg, N, Na y P para la remediación del suelo y por tener una producción anual de aproximadamente 1200 kg de grano seco de cacao al año.

El Ciclo de Vida del cultivo de cacao de la Finca Real estuvo compuesto por seis procesos los cuales fueron: siembra, mantenimiento, cosecha, fermentación, secado y almacenamiento, adicionalmente, incurren dos procesos de transporte mediante camiones a Diesel, uno al inicio y otro al final del ciclo. De acuerdo a la herramienta de evaluación de impacto ambiental TRACI 2.1, se determinó que los indicadores de impactos ambientales fueron catalogados como buenos, esto quiso decir que no existe un gran impacto en el medio ambiente durante este cultivo; por otra parte, los mayores impactos ocurren por el uso de combustible Diesel durante los procesos de transporte.

El Plan de Manejo de Residuos Sólidos para la Finca Real está enfocado en la correcta limpieza de fundas plásticas que contenían productos peligrosos, en la capacitación de los trabajadores encargados de los procesos de siembra y mantenimiento; pero, principalmente, está enfocada en la reutilización de residuos sólidos orgánicos, especialmente la cáscara de mazorca y la cascarilla de cacao, que por sus características fisicoquímicas podrían emplearse como materia prima para la elaboración de productos de interés económico.

5.2. Recomendaciones

Cotejar las características de patios cacaoteros de otras localidades del país para comparar datos de su estructura y función que permitan establecer una guía de su correcto funcionamiento para una mejor productividad y sustentabilidad.

Aplicar la metodología del Análisis de Ciclo de Vida a otros tipos de cultivos y/o productos generados en la zona de Loreto para determinar los impactos ambientales que sufren los ecosistemas y poder plantear estrategias de remediación.

Lograr una buena comunicación y organización por parte de los propietarios de patios cacaoteros para que apliquen las ideas del presente Plan de Manejo de Residuos Sólidos y así estructurar nuevos negocios que aprovechen sus residuos y generen ingresos adicionales para mejorar la economía de sus familias.

BIBLIOGRAFÍA

ACUERDO MINISTERIAL 97. *Reforma Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente, Libro VI, Decreto Ejecutivo 3516, Registro Oficial Suplemento 2, 31/03/2003* [en línea]. Quito-Ecuador: Gobierno del Ecuador, 2015, p. 1. [Consulta: 28 abril 2023]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Acuerdo-097.pdf>.

AGUIRRE, A. El manejo de la conductividad eléctrica en fertirriego (Trabajo de titulación) (Especialización) [en línea]. Centro de Investigación en Química Aplicada. Saltillo-México. 2009, p. 2. [Consulta: 05 julio 2023]. Disponible en: <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/344/1/Alberto%20Aguirre%20Hernandez.pdf>.

AMBIENTA. *Economía circular: objetivo cero residuos* [en línea]. Madrid-España: Gobierno de España, 2016, pp. 5-27. [Consulta: 30 abril 2023]. ISSN: 1577-9491. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_AM/PDF_AM_Ambienta_2016_117_completa.pdf.

ANTÚNEZ, A. “La inspección ambiental, la evaluación de impacto ambiental, la autorización ambiental y la auditoría ambiental”. *Derecho Público Iberoamericano* [en línea], 2017, (Cuba) vol. 1 (10), pp. 161-148. [Consulta: 29 abril 2023]. ISSN: 0719-2959. Disponible en: <https://mail.revistas.udd.cl/index.php/RDPI/article/view/81/73>.

ARISTIZÁBAL, C.; et al. “Análisis del ciclo de vida y cálculo de la huella de Carbono para un proceso de reciclaje de botellas PET en Medellín (ANT)”. *Producción + Limpia* [en línea], 2020, (Colombia) vol. 15 (1), pp. 7-24. [Consulta: 30 abril 2023]. ISSN: 1909-0455. Disponible en: <https://doi.org/10.22507/pml.v15n1a1>.

ASAMBLEA NACIONAL. *Ley prevención de lavado de activos y del financiamiento de delitos* [en línea]. Quito-Ecuador: República del Ecuador, 2016, p. 3. [Consulta: 27 abril 2023]. Disponible en: https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-10/Documento_Ley-de-Prevenci%C3%B3n-Detecci%C3%B3n-y-Eradicaci%C3%B3n-del%20Delito-del-Lavado-de-Activos-y-Financiamiento-de-Delitos.pdf.

ASENCIO, D.; & VÉLEZ, B. Plan de internacionalización del chocolate orgánico amargo del sector cacaoero para rusia y china dirigido a las PYMES (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas.

Guayaquil-Ecuador. 2015, pp. 26-29. [Consulta: 30 abril 2023]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/54422/1/T-100202%20V%c3%89LEZ%20MART%c3%8dNEZ%20Y%20ASENCIO%20MONSERRATE.pdf>.

ÁVILA, D.; & PATIÑO, A. Gestión de residuos sólidos según la estrategia de Economía Circular en el Sena sede Yamboró (Trabajo de titulación) (Maestría) [en línea]. Universidad de Manizales, Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas, Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Manizales-Colombia. 2022, p. 9. [Consulta: 14 noviembre 2023]. Disponible en: https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/6051/Pati%c3%b1o_Andrea_Avila_Diana_2021.pdf?sequence=2&isAllowed=y.

AYALA, H.; & HANSEN, K. *Aplicación del Análisis de Ciclo de Vida como herramienta de evaluación a propuestas de sistemas de gestión de residuos sólidos urbanos en Chile* [en línea]. México D.F.-México: AIDIS, 2019, pp. 1-6. [Consulta: 15 abril 2023]. Disponible en: <https://aidisnet.org/wp-content/uploads/2019/07/445-Chile-poster.pdf>.

BARREZUETA, S. “Propiedades de algunos suelos cultivados con cacao en la provincia El Oro, Ecuador”. *CienciaUAT* [en línea], 2019, (Ecuador) vol. 14 (1), pp. 155-160. [Consulta: 09 julio 2023]. ISSN: 2007-7858. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/cuat/v14n1/2007-7858-cuat-14-01-155.pdf>.

BELTRÁN, J. *Ecuador reporta caso de chikungunya y aumento de dengue y leptospirosis* [en línea]. Quito-Ecuador: Primicias, 2023. [Consulta: 29 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/chikungunya-aumento-dengue-leptospirosis/>.

BERNAL, T. Revalorización de residuos de la Industria de Chocolate para la obtención de biomoléculas de interés industrial a partir de la cascarilla de cacao (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Carrera de Ingeniería Química. Cuenca-Ecuador. 2021, p. 2. [Consulta: 14 abril 2023]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/36135/1/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf>.

CALVA, A; & RAMÍREZ, P. *Guía técnica para el establecimiento y manejo del cacao Súper Árbol* [en línea]. Quito-Ecuador: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2016, p. 16. [Consulta: 30 mayo 2023]. Disponible en: https://www.bivica.org/files/6054_Cacao_Guia_tecnica_final_18_10_16.pdf.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Revisión y actualización de la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua* [en línea]. Quito-Ecuador: Gobierno de la República del Ecuador, 2018, pp. 16-17. [Consulta: 09 julio 2023]. Disponible en: <https://www.cip.org.ec/attachments/article/1579/PROPUESTA%20ANEXO%201.pdf>.

CANCHALA, T. Generación de gases de efecto invernadero en los sedimentos de un humedal natural eutrofizado: influencia de nutrientes (N y P) (Trabajo de titulación) (Maestría) [en línea]. Universidad Del Valle, Facultad De Ingeniería – EIDENAR, Maestría en Ingeniería Énfasis en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Santiago de Cali-Colombia. 2014, p. 58. [Consulta: 13 abril 2023]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/7723/7720-0446430.pdf?sequence=1>.

CASAS, J.; et al. “La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I)”. *Atención primaria* [en línea], 2003, (España) vol. 31 (8), pp. 527-538. [Consulta: 25 mayo 2023]. ISSN: 0212-6567. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-pdf-13047738>.

CEAMSE. *Condiciones de Salud y de Calidad de Vida de la Población Ligada a los RSU* [en línea]. Buenos Aires-Argentina: Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado, 2020, pp. 3-10. [Consulta: 13 abril 2023]. Disponible en: <https://www.entrieros.gov.ar/ambiente/userfiles/files/archivos/Plan%20Girsu/A%20-%20Area%20de%20Estudio/6%20-%20Condiciones%20de%20salud/Salud.pdf>.

CELEFORESTAL. *Inventario forestal parcelas distribución estadillos* [en línea]. Celeforestal, 2021. [Consulta: 02 mayo 2023]. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=mekYOOAx_W8.

CERDÁ, E.; & KHALILOVA, A. *Economía circular* [en línea]. Madrid-España: Editorial 401, 2016, pp. 15-18. [Consulta: 29 abril 2023]. Disponible en: <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf>.

CFN. *Ficha sectorial. Cacao y chocolate* [en línea]. Quito-Ecuador: Corporación Financiera Nacional, 2022, p. 8. [Consulta: 14 abril 2023]. Disponible en: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2022/fichas-sectoriales-2-trimestre/Ficha-Sectorial-Cacao.pdf>.

CONGRESO NACIONAL. *Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental* [en línea]. Quito-Ecuador: Gobierno del Ecuador, 2004, p. 2. [Consulta: 7 abril 2023]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-PREVENCIÓN-Y-CONTROL-DE-LA-CONTAMINACIÓN-AMBIENTAL.pdf>.

CONSEJO NACIONAL DE PLANIFICACIÓN. *Plan Nacional para el Buen Vivir 2017-2021* [en línea]. Quito-Ecuador: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2017, pp. 13-24. [Consulta: 27 abril 2023]. Disponible en: <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/09/Plan-Nacional-para-el-Buen-Vivir-2017-2021.pdf>.

CONTRERAS, J. Aplicación del Análisis de Ciclo de Vida del producto (ACV) en la cadena productiva del cacao como estrategia de ventaja competitiva ambientalmente sostenible (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Piloto de Colombia, Facultad de Ciencias Ambientales, Administración y Gestión Ambiental. Bogotá-Colombia. 2014, pp. 1-81. [Consulta: 13 abril 2023]. Disponible en: <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00001232.pdf>.

DELGADO, N. 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 (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Carrera de Ingeniería Ambiental. Cuenca-Ecuador. 2018, pp. 1-2. [Consulta: 17 abril 2023]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/30454/1/Trabajo%20de%20titulaci%3b%20n.pdf>.

DÍAZ, A.; et al. “Caracterización fisico-química de la cáscara de mazorca de cacao como posible uso en la elaboración de tableros aglomerados”. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación* [en línea], 2022, (Colombia) vol. 12 (1), pp. 97-106. [Consulta: 05 agosto 2023]. ISSN: 2389-9417. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/ridi/v12n1/2389-9417-ridi-12-01-97.pdf>.

EUREDD. *Diagnóstico de la cadena de valor del cacao, y mapeo de los indicadores y sistemas de información existentes. Resultado del diagnóstico participativo en Ecuador* [en línea]. Barcelona-España: European Forest Institute, 2021, p. 10. [Consulta: 29 mayo 2023]. Disponible en: https://euredd.efi.int/wp-content/uploads/2022/09/Informe-1_Diagnostico-cadena-Cacao_Ecuador.pdf.

FAO. *Portal de Suelos de la FAO* [en línea]. Roma-Italia: FAO, 2019. [Consulta: 14 julio 2023].

Disponible en: <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/clasificacion-de-suelos/sistemas-numericos/propiedades-quimicas/es/>.

FERNÁNDEZ, L.; et al. *Manual de técnicas de análisis de suelos aplicadas a la remediación de sitios contaminados* [en línea]. México D.F.-México: SEMARNAT, 2006, pp. 19-80. [Consulta: 25 mayo 2023]. ISBN: 968-498-039-7. Disponible en: <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CG008215.pdf>.

GADPO. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Orellana 2020 - 2023* [en línea]. Francisco de Orellana-Ecuador: Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana, 2020, p. 22. [Consulta: 24 abril 2023]. Disponible en: https://www.gporellana.gob.ec/resources/uploads/desarrollo/2020/ORDENANZA-Y-ACTUALIZACI%C3%93N-PDOT_INCLUYE-POST-PANDEMIA-FUSIONADO_compressed.pdf.

GARCÍA, L.; & RESTREPO, A. “Desarrollo humano y social en las prácticas ambientales de los graduados de la Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio ambiente, Universidad de Manizales”. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte* [en línea], 2015, (Colombia) vol. 44, pp. 253-266. [Consulta: 28 abril 2023]. ISSN: 0124-5821. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1942/194238608018.pdf>.

GÓMEZ, I. *Desarrollo sostenible* [en línea]. Madrid-España: Elearning S.L., 2020, pp. 24-26. [Consulta: 26 abril 2023]. ISBN: 978-84-18214-98-1. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ZSPvDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=desarrollo+sostenible&ots=uemldjSgDs&sig=hkaQXI2LQwIduNnHNtS11aZ6HDY>.

GOROSITO, R. “Los principios en el Derecho Ambiental”. *Revista de Derecho (UCUDAL)* [en línea], 2017, (Uruguay) vol. 13 (16), pp. 101-136. [Consulta 27 abril 2023]. ISSN: 2393-6193. Disponible en: <https://revistas.ucu.edu.uy/index.php/revistadederecho/article/view/1471/1477>.

GRANDSUR. *Cacao variedad CCN-51* [en línea]. San Juan de Yaguachi-Ecuador: GrandSur, 2021. [Consulta: 29 mayo 2023]. Disponible en: <https://grandsur.com/cacao-variedad-ccn-51/>.

GUILCAPI, M. *Análisis del estado actual de las cadenas de café y cacao. Producto 2: Cacao* [en línea]. Quito-Ecuador: Ministerio del Ambiente, 2018, pp. 17-23. [Consulta: 13 abril 2023]. Disponible en: https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=186105.

HERRERA, R. Dinámica nutricional en interacciones NPK relacionada a características morfológicas y fisiológicas en cacao (*Theobroma cacao* L.) clon CCN 51 (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Nacional de Loja, Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Carrera de Ingeniería Agronómica. Loja-Ecuador. 2019, pp. 9-10. [Consulta: 19 julio 2023]. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22139/1/Rebeca%20Ximena%20Herrera%20Mancheno.pdf>.

IHOBE. *Guía para la aplicación conjunta de los Análisis de Ciclo de Vida Ambiental (LCA) y de Costes (LCC)* [en línea]. Bilbao-España: Sociedad Pública de Gestión Ambiental Basque Ecodesign Center, 2017, pp. 31-33. [Consulta: 02 mayo 2023]. Disponible en: https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/guia_lca_lcc/es_def/adjuntos/Guia_%20aplicacion_conjunta_LCC_LCA_cast.pdf.

INIAP. *¿Como muestrear aguas para determinar la calidad de riego?* [en línea]. Guayas-Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, 2006b, pp. 1-2. [Consulta: 17 abril 2023]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2056/1/iniaplsp174c.pdf>.

INIAP. *Muestreo de suelos para análisis químico con fines agrícolas* [en línea]. Guayas-Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, 2006a, pp. 1-2. [Consulta: 17 abril 2023]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2025/1/iniaplsp1272.pdf>.

JIMÉNEZ, J.; et al. *Componentes de identidad para reconocer las diferencias del cacao que se produce en varias regiones del Ecuador* [en línea]. Quevedo-Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, 2014, p. 9. [Consulta: 29 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3561/1/iniapeetp-BT-164.pdf>.

JIMÉNEZ, M. Evaluación de la resistencia a la absorción de agua, ataque de termitas *Nasutitermes corniger* y propiedades mecánicas de un material lignocelulósico (Trabajo de titulación) (Maestría) [en línea]. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., Posgrado en Materiales Poliméricos. Yucatán-México, 2015, p. 5. [Consulta: 01 abril 2023]. Disponible en: https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/415/1/PCM_M_Tesis_2015_Milton_Jimenez.pdf.

LARREA, M. *El cultivo de Cacao Nacional: un bosque generoso. Manual de campo para la*

implementación de prácticas amigables con la biodiversidad en cultivos de Cacao Nacional [en línea]. Quito-Ecuador: CORPEI, 2008, p. 9. [Consulta: 14 abril 2023]. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/43804.pdf>.

LÓPEZ, M.; & PURIHUAMÁN, C. “Impacto Ambiental Generado por el Botadero de Residuos Sólidos en un caserío de la ciudad de Chota”. *Revista de Investigación y Cultura* [en línea], 2018, (Perú) vol. 7 (2), pp. 25-34. [Consulta: 29 abril 2023]. ISSN: 2414-8695. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6586430.pdf>.

LÓPEZ, P. Empleo medioambiental en España. Una solución emergente de la economía verde (Trabajo de titulación) (Licenciatura) [en línea]. Universidad de Sevilla, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Grado en Marketing e Investigación de Mercados. Sevilla-España. 2017, p. 19. [Consulta: 29 abril 2023]. Disponible en: https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/66002/Empleo_medioambiental_en_espana.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

LUTHERAN WORLD RELIEF. *Aprendiendo e innovando sobre el manejo de fertilidad de suelos cacaoteros* [en línea]. Managua-Nicaragua: Lutheran World Relief, 2013, p. 18. [Consulta: 20 julio 2023]. Disponible en: https://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/19_Guia_4_Fertilidad_de_Suelos.pdf.

MACIEL, T. “Propuesta de un sistema de planificación y control de residuos en la construcción”. *Revista Ingeniería de Construcción* [en línea], 2016, (Brasil) vol. 31 (2), pp. 105-116. [Consulta: 30 abril 2023]. ISSN: 0718-5073. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/ric/v31n2/art04.pdf>.

MAE. *Términos de referencia para estudios de impacto ambiental de proyectos gestión integral de residuos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios*. Quito-Ecuador: Ministerio del Ambiente, 2015, p. 20.

MAG. *Reporte RNA – Febrero 2023*. Francisco de Orellana-Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2023, p. 1.

MARTÍNEZ, C. *Estudio de los residuos sólidos en Colombia* [en línea]. Bogotá-Colombia: Universidad Externado de Colombia, 2018, p. 19. [Consulta: 30 abril 2023]. ISBN: 9587729242. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=H99hDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=residuos+solidos&ots=OvrWUhJuBA&sig=G3GOC3_OILOmpl2Dz7NfC0qrRA#v=onepage&q&f

=false.

MARTÍNEZ, L.; & OYALA, Y. “Estimación de costos del ciclo de vida para la estabilización de vías terciarias en Colombia con subproductos industriales”. *Lecturas de Economía* [en línea], 2019, (Colombia) vol. 1 (91), pp. 241-277. [Consulta: 30 abril 2023]. ISSN: 0120-2596. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/le/n91/0120-2596-le-91-00241.pdf>.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Guía de Ecoeficiencia para Empresas* [en línea]. Lima-Perú: Gobierno del Perú, 2009, p. 5. [Consulta: 28 abril 2023]. Disponible en: https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/guia_de_ecoeficiencia_para_empresas.pdf.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS)* [en línea]. Quito-Ecuador: Gobierno del Ecuador, 2010, p. 3. [Consulta: 27 abril 2023]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/5.PROYECTO-PNGIDS.pdf>.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales* [en línea]. Quito-Ecuador: Gobierno del Ecuador, 2014, p. 3. [Consulta: 28 abril 2023]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/AM-161-Reforma-al-Titulo-V-y-VI-del-TULSMA-RO-631-01-02-2012.pdf>.

MINITAB. *Entendiendo las Pruebas de Hipótesis: niveles de Significancia (Alfa) y Valores P en Estadística* [en línea]. Minitab, 2019. [Consulta: 14 diciembre 2023]. Disponible en: <https://blog.minitab.com/es/entendiendo-las-pruebas-de-hipotesis-niveles-de-significancia-alfa-y-valores-p-en-estadistica>.

MITECO. *I Plan de acción de economía circular 2021-2023. Estrategia española de economía circular* [en línea]. Madrid-España: Gobierno de España, 2021, p. 10. [Consulta: 15 abril 2023]. Disponible en: https://www.giec.es/doc/i_plan_accion_eco_circular_2021_2023.pdf.

MOLANO, J. Uso de la cáscara de cacao como fuente primaria para la obtención de materiales aplicado a la ingeniería mediante el estudio de las propiedades mecánicas (Trabajo de titulación) (Magister) [en línea]. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica. Bogotá-Colombia. 2021, pp. 25-79. [Consulta: 24 abril 2023]. Disponible en:

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/80980/1024530115.2021.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

NTC-ISO 14040. *Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Principios y marco de referencia.*

NTC-ISO 14044. *Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Requisitos y directrices.*

NÚÑEZ, C. *Guía de Laboratorio, Química Orgánica* [en línea]. Concepción-Chile: Universidad del Bío-Bío, 2018, pp. 11-28. [Consulta: 26 mayo 2023]. Disponible en: <http://ciencias.ubiobio.cl/quimica/web/wp-content/uploads/2018/11/Gui%CC%81a-de-laboratorio-Quimica-Organica-2018.pdf>.

OLCINA, J. “Clima, cambio climático y riesgos climáticos en el litoral mediterráneo. Oportunidades para la geografía”. *Documents d’Anàlisi Geogràfica* [en línea], 2020, (España) vol. 66 (1), pp. 159-182. [Consulta: 26 abril 2023]. ISSN: 2014-4512. Disponible en: <https://raco.cat/index.php/DocumentsAnalisi/article/view/373299/466917>.

OTZEN, T.; & MANTEROLA, C. “Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio”. *International Journal of Morphology* [en línea], 2017, (Chile) vol. 35 (1), pp. 227-232. [Consulta: 29 abril 2023]. ISSN: 0717-9502. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>.

PAHLEVI, A.; et al. *Exotic fruits* [en línea]. Ceará-Brasil: Universidad Federal de Ceará, 2018, p. 69. [Consulta: 30 abril 2023]. ISBN: 978-0-12-803138-4. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00010-1>.

PAREDES, I.; GAIBOR, J. *Análisis físico químico de aguas, manual de procedimientos* [en línea]. Guaranda-Ecuador: Universidad Estatal de Bolívar, 2019, pp. 1-101. [Consulta: 25 mayo 2023]. ISBN: 978-9978-364-48-2. Disponible en: <https://editorial.ueb.edu.ec/index.php/EDITORIAL/catalog/view/13/12/143-1>.

PEREVOCHTCHIKOVA, M. “La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales”. *Gestión y política pública* [en línea], 2013, (México) vol. 22 (2), pp. 283-312. [Consulta: 14 abril 2023]. ISSN: 1405-1079. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/gpp/v22n2/v22n2a1.pdf>.

POSADA, J.; et al. *Material compuesto de celulosa obtenido a partir de cascarilla de café o cacao, artículo que comprende el mismo y proceso de obtención* [en línea]. Ginebra-Suiza: Organización Mundial de Propiedad Intelectual, 2017, p. 5. [Consulta: 15 abril 2023]. Disponible en:

<https://patentimages.storage.googleapis.com/d3/ef/75/7649cbcc78d772/WO2017221055A1.pdf>.

PRIETO, V. “Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación”. *Memoria Investigaciones en Ingeniería* [en línea], 2017, (España) vol. 1 (15), pp. 85-95. [Consulta: 28 abril 2023]. ISSN: 2301-1106. Disponible en: https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/53653/1/Economia_Circular.pdf.

PUIG, J.; & CASAS, M. “El impacto ambiental: un despertar ético valioso para la educación”. *Teoría de la Educación* [en línea], 2017, (España) vol. 29 (1), pp. 101-128. [Consulta: 28 abril 2023]. ISSN: 2386-5660. Disponible en: <https://doi.org/10.14201/teoredu291101128>.

RAMOS, L.; et al. “Análisis de la contaminación microbiológica (coliformes totales y fecales) en la Bahía de Santa Marta, Caribe Colombiano”. *Acta biológica colombiana* [en línea], 2008, (Colombia) vol. 13 (3), pp. 87-98. [Consulta: 06 julio 2023]. ISSN: 0120-548X. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a7.pdf>.

RENDÓN, E. “La huella hídrica como un indicador de sustentabilidad y su aplicación en el Perú”. *Saber y Hacer* [en línea], 2015, (Perú) vol. 2 (1), pp. 34-47. [Consulta: 30 abril 2023]. ISSN: 2311-7613. Disponible en: <https://revistas.usil.edu.pe/index.php/syh/article/view/40/39>.

RONDÓN, E.; et al. *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios* [en línea]. Santiago-Chile: CEPAL, 2016, pp. 111-156. [Consulta: 26 junio 2023]. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40407/1/S1500804_es.pdf.

ROTH, A. *Enfoques para el análisis de políticas públicas* [en línea]. Bogotá-Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2020, pp. 13-15. [Consulta: 26 abril 2023]. ISBN: 9789587196160. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Y3wcEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT6&dq=pol%C3%ADticas+p%C3%ABlicas&ots=GO8MgJRUHm&sig=C-mNm8GiMPXxNoJSINSejlaGJio>.

SADZAWKA, A. *Métodos de análisis de aguas para riego* [en línea]. Santiago-Chile: INIA, 2006, p. 27. [Consulta: 13 julio 2023]. ISSN: 0717-481. Disponible en:

<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/8542/NR33999.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SALVATIERRA, G.; et al. *Toxicidad de manganeso en plantas de arándanos en la zona norte* [en línea]. La Serena-Chile: INIA-Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2010, p. 73. [Consulta: 14 julio 2023]. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7421/NR38134.pdf?sequence=10&isAllowed=y>.

SÁNCHEZ, E. “Ciclo de vida de producto. Modelos y utilidad para el marketing”. *Anuario del Centro de la Universidad Nacional de Educación a Distancia en Calatayud* [en línea], 2015a, (España) vol. 1 (21), pp. 207-227. [Consulta: 30 abril 2023]. ISSN: 1133-9950. Disponible en: <http://www.calatayud.uned.es/web/actividades/revista-anales/21/03-10-EduardoSanchezHernando.pdf>.

SÁNCHEZ, J. Análisis de ciclo de vida (ACV) social del proyecto REAGRITECH (Regeneración y reúso del agua de escorrentía en parcelas agrarias mediante sistemas naturales de tratamiento) (Trabajo de titulación) (Maestría) [en línea]. Universitat Politècnica de Catalunya, Càtedra UNESCO de Sostenibilitat, Màster Universitari en Ciència i Tecnologia de la Sostenibilitat. Catalunya-Espanya. 2015b, p. 9. [Consulta: 30 abril 2023]. Disponible en: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/77833/An%C3%A1lisis%20de%20Ciclo%20de%20Vida%20\(ACV\)%20Social%20del%20Proyecto%20Reagritech_V5.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/77833/An%C3%A1lisis%20de%20Ciclo%20de%20Vida%20(ACV)%20Social%20del%20Proyecto%20Reagritech_V5.pdf).

SEGUÍ, L.; et al. *Gestión de residuos y economía circular* [en línea]. Barcelona-Espanya: EAE Business School, 2018, pp. 6-7. [Consulta: 30 abril 2023]. ISBN: 978-84-17476-28-1. Disponible en: https://www.diarioabierto.es/wp-content/uploads/2018/09/Gestion_residuos_EAE.pdf.

SERVICIO NACIONAL DE DERECHOS INTELECTUALES. *Ecuador, la tierra del cacao* [en línea]. Quito-Ecuador: Gobierno del Ecuador, 2021. [Consulta: 13 abril 2023]. Disponible en: <https://www.derechosintelectuales.gob.ec/ecuador-la-tierra-del-cacao/>.

SOMOZA, A.; et al. “Implementación de buenas prácticas agrícolas para la gestión ambiental rural”. *RIA* [en línea], 2018, (Argentina) vol. 44 (3), pp. 398-423. [Consulta: 28 abril 2023]. ISSN: 1669-2314. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/ria/v44n3/v44n3a18.pdf>.

TAMAYO. *Información sobre el papel Kraft: tipos, características y elaboración* [en línea]. Madrid-Espanya: Tamayo y Compañía, 2019. [Consulta: 30 mayo 2023]. Disponible en:

<https://www.tamayoycia.com/blog/informacion-papel-kraft-tipos/>.

TENEDA, W.; et al. “Exploración de la intención de consumo de la Cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) como infusión: caso Tungurahua-Ecuador”. *Cuadernos de Contabilidad* [en línea], 2019, (Ecuador) vol. 20 (50), pp. 1-12. [Consulta: 24 abril 2023]. ISSN: 0123-1472. Disponible en: [https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/CC/20-50%20\(2019\)/151561447004/151561447004_visor_jats.pdf](https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/CC/20-50%20(2019)/151561447004/151561447004_visor_jats.pdf).

TROPICOS. *Theobroma cacao* L. [en línea]. San Luis-Estados Unidos: Jardín Botánico de Missouri, 2023. [Consulta: 26 abril 2023]. Disponible en: <https://www.tropicos.org/name/30400642>.

TUFIÑO, G. Incidencia de los estándares ambientales en la exportación de los productos agrícolas: el caso del brócoli y espárrago ecuatoriano (Trabajo de titulación) (Sociología) [en línea]. Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Facultad De Ciencias Humanas, Escuela De Sociología Y Ciencias Políticas. Quito-Ecuador. 2016, p. 48. [Consulta: 27 abril 2023]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10280/Incidencia%20de%20los%20Est%C3%A1ndares%20Ambientales%20en%20la%20Exportaci%C3%B3n%20de%20los%20Productos%20Agr%C3%ADcolas.%20El%20caso%20del%20Br%C3%B3coli%20y%20Esp%C3%A1rrago%20ecuatoriano.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

VAN HOOFF, B.; et al. “Metodología para la evaluación de avances en la economía circular en los sectores productivos de América Latina y el Caribe”. *CEPAL - Serie Desarrollo productivo* [en línea], 2022, (Chile) vol. 1 (229), pp. 7-51. [Consulta: 15 abril 2023]. ISSN: 1680-8754. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47975/1/S2200477_es.pdf.

VARGAS, O.; et al. “La economía verde. Un cambio ambiental y social necesario en el mundo actual”. *RIAA* [en línea], 2017, (Colombia) vol. 8 (2), pp. 175-186. [Consulta: 29 abril 2023]. ISSN: 2145-6453. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6285363.pdf>.

Cristian Tenenda. 5



ANEXOS

ANEXO A: FORMATO DE ENCUESTA

ENCUESTA PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA EN EL TEMA DE TESIS: GESTIÓN DE RESIDUOS PARA LA ESPECIE *Theobroma cacao* spp., INCORPORANDO INDICADORES DE ECONOMÍA CIRCULAR EN LA FINCA REAL DEL CANTÓN LORETO PROVINCIA DE ORELLANA

INFORMACIÓN SOCIODEMOGRÁFICA

1. ¿Qué edad tiene?

- a) Menor de 18 años
- b) Mayor de 18 años hasta los 30 años
- c) 30 años en adelante

2. ¿Con qué género se identifica?

- a) Masculino
- b) Femenino

INFORMACIÓN DE LA PROPIEDAD Y LA PRODUCCIÓN

1. ¿Qué extensión tiene en hectáreas el terreno productivo o el área de producción donde trabaja?

- a) Menos de una hectárea
- b) Una hectárea
- c) Dos hectáreas
- d) Mas de dos hectáreas

2. ¿Qué tipo de cacao utiliza para su producción?

- a) Cacao forastero _____
- b) Cacao criollo _____
- c) Cacao trinitario _____
- d) Cacao nacional _____
- e) Cacao CCN 51 _____
- f) Súper árbol _____

3. ¿Para que utiliza las plantas que se encuentran en su finca?

- a) Medicina _____

- b) Alimento _____
- c) Bebida _____
- d) Condimento _____
- e) Ornamental _____
- f) Sombra _____
- g) Construcción _____
- h) Cercas _____
- i) Utensilio/herramienta _____
- j) Otros _____

4. Para los diferentes usos ya mencionados, ¿Qué parte de la planta utiliza?

- a) Hojas _____
- b) Raíz _____
- c) Flor _____
- d) Fruto _____
- e) Tallo _____
- f) Corteza _____
- g) Semillas _____
- h) Toda la planta _____
- i) Resina _____
- j) Otros (especificar) _____

5. ¿Cuántos quintales de cacao cosechan en la producción mensual?

- a) 2 quintales
- b) 4 quintales
- c) 5 quintales
- d) Mas de 5 quintales

6. ¿Qué utiliza para el abonamiento del cultivo del cacao?

- a) Abono químico _____
- b) Abono orgánico _____
- c) Fertilizante foliar (fuerza verde) _____

7. ¿Qué labores culturales utiliza para el manejo del cultivo de cacao?

- a) Deshierbe _____
- b) Abonamiento _____
- c) Podas _____
- d) Riego _____
- e) Fumigación _____
- f) Otros. _____

8. ¿Con qué otro cultivo asocia las plantas de cacao?

- a) Plátano _____
- b) Frijoles _____
- c) Yuca _____

- d) Hortalizas _____
- e) Frutales _____
- f) No asocia _____
- g) Otros _____

9. ¿Cuánto gasta para el cultivo de cacao por mes en dólares?

- a) \$ 50
- b) \$100
- c) \$150
- d) \$200
- e) Mas de \$200

10. ¿Qué variedad de cacao es la que más vende?

- a) CCN 51 _____
- b) Cacao nativo _____
- c) Súper árbol _____
- d) Nacional _____
- e) Otros _____

11. ¿Cuánto tiempo se demora en realizar la primera cosecha desde su siembra?

- a) 6 meses _____
- b) 1 año _____
- c) 1 año y 6 meses _____
- d) 2 años o más _____

12. ¿Cuántas veces al mes realiza la cosecha en las plantaciones de cacao?

- a) 1 vez _____
- b) 2 veces _____
- c) 3 veces _____
- d) Mas de 3 veces _____

13. ¿Cómo adquirió usted las plantas o semillas para reproducirlas en su finca?

- a) Familiares _____
- b) Amigos _____
- c) Vecinos _____
- d) Vendedores internos _____
- e) Vendedores externos _____
- f) Bosque _____
- g) De forma natural _____
- h) Otros. _____

ANEXO C: RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO



INFORME DE ENSAYO N°:18710c

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Coca, 25-Apr-2023

Empresa:	OCHOAJERYCK		
Solicitado por:	OCHOAJERYCK	Dirección:	LORETO
Toma de muestra:		Fecha y Hora:	20/04/2023 00:00
Identificación de la muestra:	Agua de Vertiente, Simple F-R-A - M - 01		
Locación:	Finca Real Azevalo		

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Fecha y Hora ingreso al laboratorio:	2023-04-20 17:38:51
fecha final análisis:	2023-04-21

Condiciones Ambientales	T max:	32°
	T min:	22°

PARAMETROS, METODO/REFERENCIA Y RESULTADOS

PARAMETROS	METODO DE REFERENCIA/ITE-AQLAB	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (K=2)
Coliformes Fecales	SM 9222 D / ITE-AQLAB-29	UFC/100ml	< 2	± 21 %
Coliformes Totales	SM 9222 B / 2II / ITE-AQLAB-2II	UFC/100ml	6500	± 7 %

REFERENCIA Y OBSERVACIONES

Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. Los resultados solo se refieren a la muestra sometida a ensayo, "la misma que ha sido suministrada por el cliente". Cuando la muestra es tomada por el personal de AQLAB, las condiciones de toma de muestra son controladas según el ITO-AQLAB-01, estas no inciden en los resultados que se describen en el presente informe.
 Los límites permisibles de las Normativas (N) y los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo, los datos relacionados a la muestra son conforme a lo solicitado por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza por la información suministrada por el cliente. Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin el consentimiento del laboratorio.




 Ing. Armando Meléndez Lara
 DIRECTOR TECNICO
 Autorizado



Calle Juan Huarte y Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Corchugar, Francisco de Orellana
 FCO DE ORELLANA - ORELLANA - ECUADOR
 Telf: (593) 6 288 17 15 Celular: 0991666858 / email: laboratorio@aqlabec.com, laboratorioaqlab@gmail.com

INFORME DE ENSAYO N° 19 034 a

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Coca, 8 de julio de 2023

Empresa:	OCHOA JERICK			
Solicitado por:	Sr. Jerick Ochoa	Dirección:	Orellana.	
Toma de muestra:	Sr. Jerick Ochoa	Fecha y Hora:	3/7/2023	No disponible
Identificación de la muestra:	Cascara de Mazorca de Cacao			

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Fecha y hora ingreso al Laboratorio:	3/7/2023	10:12	Condiciones Ambientales	T max: 32°C
Fecha Final de Análisis:	8/7/2023			T min: 22°C

PARÁMETROS, MÉTODO / REFERENCIA y RESULTADOS

Parámetros / Análisis Solicitado	Método de Referencia ITE-AQLAB	Media	Resultado	Unidad
*Lignina		44,42	0,61	%
*Cenizas	AOAC 923.03	32,55	0,65	%
*Celulosa		4,66	0,06	%

REFERENCIA Y OBSERVACIONES:

El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente.
 Los límites permisibles de las Normativas (N) y los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
 Los resultados solo se refieren a la muestra sometida a ensayo, "la misma que ha sido suministrada por el cliente".
 Cuando la muestra es tomada por el personal de AQLAB, las condiciones de toma de muestra son controladas según el ITO-AQLAB-01, estas no surten en los resultados que se describen en el presente informe.
 El informe solo afecta a la muestra sometida a ensayo, los datos relacionados a la muestra son confiables lo solicitado por el cliente.
 Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.




Ing. Apolindo Meléndez
DIRECTOR TÉCNICO
AUTORIZADO

19 034 a

INFORME DE ENSAYO N° 19 035 a

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Coca, 8 de julio de 2023

Empresa:	OCHOA JERICK			
Solicitado por:	Sr. Jerick Ochoa	Dirección:	Orellana.	
Toma de muestra:	Sr. Jerick Ochoa	Fecha y Hora:	3/7/2023	No disponible
Identificación de la muestra:	Cascarilla de Cacao			

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Fecha y hora ingreso al Laboratorio:	3/7/2023	10:12	Condiciones Ambientales	T max: 32°C
Fecha Final de Análisis:	8/7/2023			T min: 22°C

PARÁMETROS, MÉTODO / REFERENCIA y RESULTADOS

Parámetros / Análisis Solicitado	Método de Referencia ITE-AQLAB	Media	Resultado	Unidad
*Proteína%	AOAC 2001.11	11,78	0,50	%
*Grasa %	AOAC 2003.06	2,79	0,20	%
*Carbohidratos %	CALCULO	41,94	0,20	%
*Fibra dietética %		43,77	0,49	%

REFERENCIA Y OBSERVACIONES:

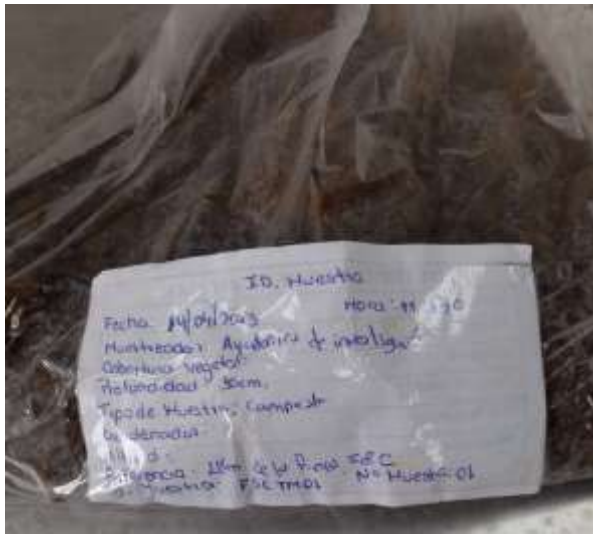
El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente.
 Los límites permisibles de los Normativos (N) y los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
 Los resultados solo se refieren a la muestra sometida a ensayo, "la misma que ha sido suministrada por el cliente".
 Cuando la muestra es tomada por el personal de AQLAB, las condiciones de toma de muestra son controladas según el ITO-AQLAB-01, ésta no incide en los resultados que se describen en el presente informe.
 El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo, los datos relacionados a la muestra son conforme lo solicitado por el cliente.
 Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.




 Ing. Alfredo Melendez
**DIRECTOR TECNICO
 AUTORIZADO**

19 035 a

ANEXO D: MUESTRAS DE SUELO





ANEXO E: SECADO DE MUESTRAS DE SUELO



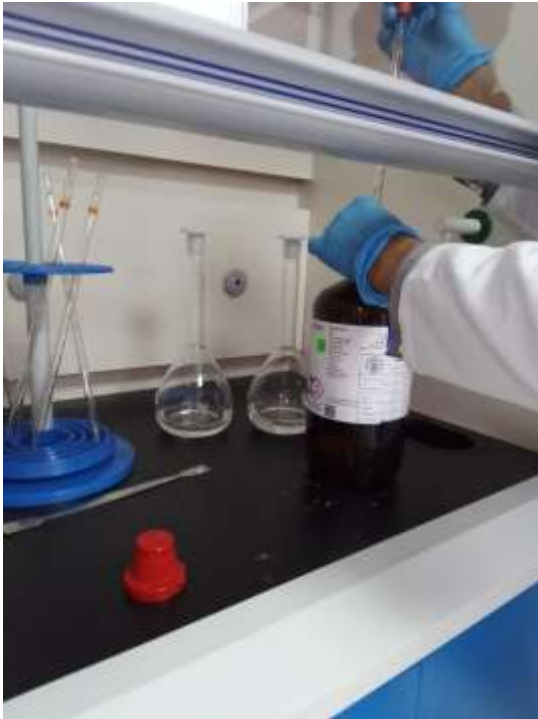


ANEXO F: MATERIALES Y REACTIVOS UTILIZADOS





ANEXO G: PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS DE SUELO EN LABORATORIO





ANEXO H: MUESTREO DE CACAO







ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 29/ 01 / 2024

INFORMACIÓN DE LOS AUTORES

Nombres – Apellidos: Cristina Yajaira Zurita Quishpe
Jeryck Kleynner Ochoa Cordero

INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

Facultad: Ciencias

Carrera: Ingeniería Ambiental

Título a optar: Ingeniero/a Ambiental

Firma del Director del Trabajo de Titulación

Firma del Asesor del Trabajo de Titulación